

**KAPARI ÜRÜNLERİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLER
VE BİYOALINABİLİRLİK AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Buket TAYİROĞLU



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAPARI ÜRÜNLERİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLER VE
BİYOALINABİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Buket TAYİROĞLU
ORCID NO: 0000-0002-9948-4433

Doç. Dr. Bige İNCEDAYI
ORCID NO: 0000-0001-6128-7453
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2020

TEZ ONAYI

Buket TAYİROĞLU tarafından hazırlanan "KAPARI ÜRÜNLERİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLER VE BİYOALINABİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Bige İNCEDAYI

Başkan : Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR
ORCID NO: 0000-0002-1951-7937
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Bige İNCEDAYI
ORCID NO: 0000-0001-6128-7453
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Dr. Öğr. Üyesi A. Fatih DAĞDELEN
ORCID NO: 0000-0002-6777-273X
Bursa Teknik Üniversitesi,
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü


08/01/2020

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.

07/01/2020


Buket TAYİROĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KAPARI ÜRÜNLERİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLER VE BİYOALINABİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Buket TAYİROĞLU

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Bige İNCEDAYI

Bu çalışmada genellikle salamura içerisinde tüketime sunulan kaparinin farklı formlarda değerlendirilmesinin ürünün biyoaktif bileşenleri ve biyoalınabilirliği üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla materyal olarak ticari bir firma tarafından üretilen kurutulmuş kapari, kapari çayı, kuru tuzlama yapılmış kapari, salamura kapari, salamura kapari karpuzu, kapari reçeli ve kapari marmeladı kullanılmıştır. Kapari ürünlerinde renk (L^* , a^* , b^* , C^* , h°), toplam klorofil ve karotenoid madde, askorbik asit, antioksidan kapasite, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde tayinleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca polifenollerin, antioksidanların ve flavonoidlerin *in-vitro* biyoalınabilirliği de analiz edilmiştir. Ürünlerin toplam klorofil (1,78-27,41 mg/100 g kuru madde) ve toplam karotenoid içeriği (0,21-5,41 mg/100 g kuru madde) geniş bir aralıkta değişim göstermiştir. Antioksidan kapasite, toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarları sırasıyla 162,68-5919,77 mmol troloks eşdeğeri/100 g kuru madde, 0,614-23,206 mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde ve 0,28-15,41 mg kuersetin eşdeğeri/g kuru madde arasında değişmiştir. Tüm ürünlerde saptanan değerler paralel bir değişim göstermiştir. En yüksek değerlere sahip ürün kurutulmuş kapari, iken en düşük içeriğe sahip ürünün kapari marmeladı olduğu saptanmıştır. *In-vitro gastrointestinal* sindirim sonrası kapari reçeli ve marmeladının fenolik maddeler bakımından en yüksek biyoalınabilirliğe sahip olduğu ortaya konmuştur. Biyoalınabilir antioksidanlar ve flavonoid maddelerin ise kapari çayı ve kuru tuzlama yapılmış kaparide yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, kaparinin tüketime sunulabilir biçimde farklı ürünlere işlenmesi sırasında biyoaktif bileşenlerinin, sıcaklık, tuz ve şeker ilavesi gibi faktörlerden etkilenerek değişim gösterdiği görülmüştür. Bu nedenle işleme sırasında kaparinin mevcut biyoaktif bileşenlerinin korunması amacıyla üretimin en iyi şekilde optimize edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: kapari, toplam fenolik madde, flavonoid, antioksidan kapasite, biyoalınabilirlik

2020, vii + 51 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

EVALUATION OF CAPER PRODUCTS IN TERMS OF FUNCTIONAL PROPERTIES AND BIOACCESSIBILITY

Buket TAYİROĞLU

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

Supervisor: Assoc. Prof. Bige İNCEDAYI

Caper (*Capparis spp.*) is a material that is usually consumed in brine. In this study, the change in physicochemical composition, bioactive components and bioaccessibility of processed caper products were investigated. For this purpose dry salted caper, dried caper, caper tea, pickled caper, pickled caper berry, caper jam, and caper marmalade were used. The color (L^* , a^* , b^* , C^* , h°), total chlorophyll and carotenoids, ascorbic acid, antioxidant capacity, total phenolic and total flavonoid contents were analyzed in caper products. In-vitro bioaccessibility of polyphenols, antioxidants and flavonoids were also analyzed. Total chlorophyll (1,78-27,41 mg/100 g dry matter) and total carotenoid contents (0,21-5,41 mg /100 g dry matter) of the products varied over a wide range. Antioxidant capacity, total phenolic and total flavonoid content of the products were varied between 162,68-5919,77 mmol troloks equivalent/100 g dry matter, 0,61-23,21 mg gallic acid equivalent/g dry matter and 0,28-15,41 mg quersetin equivalent/g dry matter, respectively. The amount of these contents analyzed in all products varied in parallel. The product with the highest values was dried capers, while the product with the lowest content was caper marmalade. After *in-vitro* gastrointestinal digestion, caper jam and marmalade were found to have the highest bioaccessibility in terms of phenolic substances. The bioaccessible antioxidants and flavonoids were the highest in the dry salted caper and caper tea. As a result, it has been shown that the physicochemical and bioactive components of caper vary depending on the process conditions. So, optimization of production conditions is recommended for the preservation of the caper bioactives.

Key words: caper, total phenolic content, flavonoid, antioxidant capacity, bioaccessibility

2020, vii + 51 pages.

TEŞEKKÜR

Eğitimim boyunca kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve karşılaştığım her zorlukta daima yanımda olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Bige İNCEDAYI'ya, yardımlarını, ilgisini ve hoşgörüsünü esirgemeyen, her durumda destekçim olan Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR'a

Analizlerim sırasında tecrübeleri ve yönlendirmeleri ile teknik destek sağlamanın yanı sıra, desteğiyle beni daima yüreklendiren Doç. Dr. Nihal TÜRKMEN EROL başta olmak üzere lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bugüne ulaşmamı sağlayan Gıda Mühendisliği Bölümündeki tüm hocalarıma,

Maddi ve manevi desteklerini benden esirgemedi, hayatımın her döneminde yanımda olan sevgili babam Murat SEYHAN'a, annem Nüket SEYHAN'a, canım kardeşim Konuralp SEYHAN'a ve sevgili eşim Kemal TAYİROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Buket TAYİROĞLU

07/01/2020

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	4
2.1.Kapari Bitkisine Ait Botanik Özellikler ve İstatistiksel Veriler	4
2.2.Kapari Bitkisinin Bileşimi ve Sağlık Üzerine Etkileri.....	6
2.3.Kapari Bitkisinin Kullanım Alanları ve İşlenmesi.....	8
3.MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1.Materyal..	12
3.2.Yöntem.....	12
3.2.1.Renk tayini	12
3.2.2.Toplam klorofil ve toplam karotenoid madde tayini.....	13
3.2.3.Askorbik asit tayini	13
3.2.4.Toplam fenolik madde ve antioksidan maddelerin ekstraksiyonu.....	14
3.2.5.Antioksidan kapasite tayini	14
3.2.6.Toplam fenolik madde tayini	15
3.2.7.Toplam flavonoid madde tayini	15
3.2.8.Biyoalınabilirlik tayini	16
3.2.9.İstatistiksel analiz	17
4.BULGULAR ve TARTIŞMA.....	18
4.1.Kapari Ürünlerinin Renk Değerleri.....	18
4.2.Kapari Ürünlerinin Klorofil ve Karotenoid İçeriği	20
4.3.Kapari Ürünlerinin Askorbik Asit (C vitamini) İçeriği.....	23
4.4.Antioksidan Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavonoid Madde İçeriği	25
4.5.Biyoalınabilirlik	29
4.5.1.Antioksidan bileşiklerin biyoalınabilirliği	29
4.5.2.Fenolik maddelerin biyoalınabilirliği.....	31
4.5.3.Flavonoid maddelerin biyoalınabilirliği.....	33
4.5.4.In-vitro gastro-intestinal sindirim sonrası % biyoalınabilirliklerin karşılaştırılması.....	35
5.SONUÇ.....	37
KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	51

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

L^*	Parlaklık
a^*	Kırmızı (+) ya da yeşil (-) renk
b^*	Sarı (+) ya da mavi (-) renk
C^*	Chroma
h°	Hue angle

Açıklama

Kısaltmalar

kg	Kilogram
g	Gram
mg	Miligram
mmol	milimol
R^2	Korelesyon katsayısının karesi
DPPH	2,2-difenil-1-pikril-hidrazil
AA	Askorbik asit
GAE	Gallik asit eşdeğeri
TE	Troloks eşdeğeri
KE	Kuersetin eşdeğeri
KM	Kuru madde

Açıklama

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Metil glukozinolatın (glukokapparin) metil izosiyonata dönüşümü.....	10
Şekil 4.1. Kapari ürünlerinin renk değerleri	19
Şekil 4.2. Kapari ürünlerinin klorofil ve karotenoid içeriği.....	21
Şekil 4.3. Kapari ürünlerinin askorbik asit (C vitamini) içeriği.....	24
Şekil 4.4. Kapari ürünlerinin antioksidan kapasitesi.....	26
Şekil 4.5. Kapari ürünlerinin toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarları.....	28
Şekil 4.6. Kapari ürünlerine ait antioksidan bileşiklerin % biyoalınabilirliği	31
Şekil 4.7. Kapari ürünlerine ait fenolik bileşiklerin % biyoalınabilirliği	33
Şekil 4.8. Kapari ürünlerine ait flavonoid bileşiklerin % biyoalınabilirliği.....	35
Şekil 4.9. Gastrointestinal sindirim sonrası % biyoalınabilirliklerin karşılaştırması.....	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Kaparinin bileşim unsurları.....	9
Çizelge 3.1. Materyal olarak kullanılan kapari ürünleri	12
Çizelge 3.2. Simüle mide ve bağırsak sıvıları.....	16
Çizelge 4.1. Kapari ürünlerinin renk değerleri.....	18
Çizelge 4.2. Kapari ürünlerinin klorofil ve karotenoid içeriği.....	21
Çizelge 4.3. Kapari ürünlerinin askorbik asit (C vitamini) içeriği.....	23
Çizelge 4.4. Kapari ürünlerinin antioksidan kapasite, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarları	25
Çizelge 4.5. Antioksidan bileşiklerin biyoalınabilirliği	30
Çizelge 4.6. Fenolik maddelerin biyoalınabilirliği	32
Çizelge 4.7. Flavonoid maddelerin biyoalınabilirliği	34

1. GİRİŞ

Günümüzde insanlar, beslenmeye ve sağlığa olan katkılarından dolayı fonksiyonel gıdalara yönelmiş durumdadır. Son zamanlarda, biyoaktif maddeler bakımından belirgin derecede zengin olan bitkiler, hastalıklara karşı koruyucu ve önleyici etkilerinden dolayı büyük ilgi görmektedir (El-Ghorab ve ark. 2007). Bu bitkilerden biri, Akdeniz mutfağında yaygın olarak kullanılan tıbbi ve aromatik özelliklere sahip kaparidir (Tlili ve ark. 2009).

Kapari (*Capparis spinosa* L.) *Capparaceae* familyasına ait, Akdeniz bölgesi başta olmak üzere dünyanın tropikal ve subtropikal bölgelerinde doğal olarak yetişen çiçekli bir bitkidir (Ara ve ark. 2014). Türkiye’de yörelere göre “kebere, gebreotu, gebele, gedigen, gevil, bubu, menginik, deli karpuz, gabara, deve diken, kabbar, kapri, keber, kedicırnağı, turşu otu ve şebellah” gibi değişik adlarla bilinen kaparinin, dünyanın değişik bölgelerinde farklı türleri yetişmektedir (Özcan 2005, Duman ve Özcan 2014). Kapari eski çağlardan beri farklı kısımlarından çeşitli amaçlarla yararlanılan ekonomik öneme sahip bir bitkidir. İspanya, Fas, İtalya ve Türkiye dünyanın önde gelen üreticileridir ve yıllık üretim miktarının 10.000 ton olduğu tahmin edilmektedir (Romeo ve ark. 2007, Yang ve ark. 2010, Tlili ve ark. 2011). Kapari bitkisinin çiçek tomurcukları, meyveleri, tohumları, sürgünleri ve kök kabuğu gibi farklı kısımları geleneksel olarak anti-romatizmal, antispazmodik, balgam söktürücü, idrar söktürücü ve analjezik olarak kullanılmaktadır (Özcan 2005, Zhou ve ark. 2010, Argentieri ve ark. 2012, Kürşat ve ark. 2015, Moutia ve ark. 2016, Kalantari ve ark. 2018).

İşlenmemiş kapari (çiçek ve meyveler), polifenollerin varlığından dolayı acı bir tat ile karakterize edilir (Francesca ve ark. 2016). Kapari ürünlerinin keskin tadı genellikle, bir hardal yağı glikoziti olan glukokapparin (metil glukozinolat) ile enzimatik reaksiyondan sonra salınan metil izotiyosiyanattan kaynaklanmaktadır (Kulisic-Bilusic ve ark. 2010, Yıldırım ve ark. 2014). Aynı zamanda hardal yağı salınımı sırasında oluşan enzimatik reaksiyon, kapari tomurcuklarının yüzeylerinde kristalize beyaz lekeler olarak görülen rutin oluşumuna da yol açmaktadır (Yu ve ark. 2017). Kapari üzerine yapılan çalışmalar, bitkinin farklı kısımlarının, özellikle glukokapparin, rutin, spermidin,

kuersetin, kaempferol, stigmasterol, kampesterol, tokoferoller ve karotenoidler gibi birçok yararlı kimyasal bileşikten zengin bir kaynak olduğunu göstermiştir (Yıldırım ve ark. 2014, Tlili ve ark. 2015, Moutia ve ark. 2016, Kalantari ve ark. 2018, Jiménez-López ve ark. 2018). Kapari ekstreleri üzerinde yapılan fitokimyasal çalışmalar, yapıdaki ana kimyasal bileşenlerin alkaloidler, yağ asitleri, fenolik asitler, flavonoidler, vitaminler ve glukozinolatlar olduğunu ortaya koymaktadır (Tlili ve ark. 2009, Allaith 2016, Fattahi ve Rahimi 2016, Moutia ve ark. 2016, Kalantari ve ark. 2018). Bu biyoaktif bileşiklerin, antioksidan, antikarsinogenik, antimikrobiyal ve antimutagenik aktivitelerinden dolayı sağlığa yararlı olduğu bilinmektedir (Rezzan ve ark. 2013, Tlili ve ark. 2015).

Kaparinin genç sürgünleri, olgunlaşmamış çiçek tomurcukları ve olgunlaşmamış meyveleri insan beslenmesinde kullanılmaktadır (Zhou ve ark. 2010, Kürşat ve ark. 2015). Bu bitkinin çiçek tomurcukları genellikle "kapari" olarak, meyveleri ise "kapari karpuzu" olarak adlandırılmaktadır. Kapari ve kapari karpuzlarının hasadı Mayıs ve Ağustos ayları arasında elle yapılmaktadır (El-Ghorab ve ark. 2007, Douieb ve ark. 2010). Toplanan kapari tomurcuklarının, bileşiminde yer alan glukozinolatlar nedeniyle, ham halde tüketilmesi olanaksızdır. Kapariler genellikle farklı oranlarda tuz içeren salamuralarda laktik asit fermantasyonuna tabi tutularak, turşuya işlenmekte veya tuzla muhafaza edilmektedir. Bu sırada zamanla tipik lezzetten sorumlu bileşenler oluşmaktadır (Kulisic-Bilusic ve ark. 2010, Francesca ve ark. 2016, Stefanucci ve ark. 2018). İşlenmiş tomurcuklar ve meyveler salatalara, makarnalara, etlere, soslara ve garnitürlere lezzet ve aroma vermek amacıyla kullanılmaktadır (El-Ghorab ve ark. 2007, Grimalt ve ark. 2018, Stefanucci ve ark. 2018).

Kapari serbest radikalleri temizlemeye ve tıbbi yararlar sağlamaya yardımcı olan, önemli miktarlarda fenol, rutin, karotenoid ve tokoferoller gibi farklı antioksidanlar içerektedir (Mohamed Eddouks ve ark. 2017). Kapari içerdiği biyoaktif bileşenler, protein, yağ asidi ve mineraller açısından oldukça zengin bir besin kaynağıdır. Yapılan çalışmalarda kaparinin yüksek antioksidan kapasite ve fenolik bileşime sahip olduğu görülmektedir (Rezzan ve ark. 2013; Durmaz ve ark. 2015; Allaith 2016; Fattahi ve Rahimi 2016; Moutia ve ark. 2016; Jiménez-López ve ark. 2018; Mollica ve ark. 2018).

Geniş bir çeşit varyasyonuna sahip olması ve değişik aroma maddeleri içermesi, araştırıcı ve üreticileri farklı kapari ürünleri ve farklı üretim yöntemlerini araştırmaya teşvik etmiştir (Allaith 2016). Araştırmalar doğrultusunda oluşturulan işleme yöntemlerinde kaparinin sahip olduğu biyoaktif bileşenlerin üretim aşamasında korunması ve uzun süre dayanıklı kalabilmesini sağlamak amaçlanmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında kaparinin kurutulmasının, tuzda muhafaza edilmesinin, aya, reele, marmelada ve turşuya işlenmesinin fizikokimyasal bileşim, biyoaktif bileşenler ve biyoalınabilirlik üzerine etkileri araştırılmış ve durum tespiti yapılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Kapari Bitkisine Ait Botanik Özellikler ve İstatistiksel Veriler

Capparis spp. Capparidaceae familyasına ait kışın yaprak döken bir çalı bitkisidir. Kapari olarak bilinen *Capparis spp.*, yaklaşık 350 tür ile temsil edilmektedir (Özcan 2005, Anwar ve ark. 2016, Okur ve ark. 2018). Eski yaşam alanlarının Batı ya da Orta Asyanın kuru bölgeleri olduğu düşünülmele birlikte, bitki tüm Akdeniz havzasının kıyı bölgelerinde doğal bir dağılıma sahiptir. Yetiştirme bölgesi Kanarya Adaları ve Fas'ın Atlantik kıyılarından Karadeniz'e, Kırım ve Ermenistan'a, doğuda ise Hazar denizi ve İran'a kadar uzanmaktadır (Romeo ve ark. 2007). Hem yabani hem ekili olarak yetişebilen çok yıllık bir bitki olan kapari, etli yaprakları, büyük beyaz veya pembemsi çiçekleri olan yaprak döken bir türdür (Akkari ve ark. 2016, Mazarei ve ark. 2017, Pepi ve ark. 2018).

Capparis spp. genellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, zorlu ortamlara ve kuraklığa adapte olabilen çok yıllık kurakçıl bir çalıdır (Chedraoui ve ark. 2017, Stefanucci ve ark. 2018). Yapılan bir çalışmada kuraklık koşulları altında *C. spinosa*'nın yaprak, gövde ve kökünün normal koşullar altında olanlardan daha iyi geliştiği görülmüştür (Gan ve ark. 2013). Bu özellikleri nedeniyle kapari aslında sadece ekili olarak değil aynı zamanda terk edilmiş arazilerde ve kayalıklar arasında yabani olarak da bulunabilen sömürgeci bir bitki olarak kabul edilir (Grimalt ve ark. 2018). Kapari bitkisinin zorlu ortamlara, karşı göstermiş olduğu uyum kabiliyeti, bitkinin kurak ve yarı kurak bölgelerde yetişebileceğini göstermektedir. Bu nedenle kapari bitkisinin zorlu ortamlara uyum kabiliyeti ve fitokimyasal önemi nedeniyle önemli bir ekonomik değer olabileceği düşünülmektedir (Grimalt ve ark. 2019) Ayrıca kapari bitkisi, toprakların sabitlenmesini sağlayarak erozyonun sınırlandırılmasında da çevresel rol oynamaktadır (Akkari ve ark. 2016). Kapari yetiştiriciliğinin ek bir avantajı ise kaparinin yanmamasıdır. Bu özelliği sayesinde özellikle Akdeniz bölgesinde yangınların yayılmasını önlemeye yardımcı olmak amacıyla da kullanılabilir (Kereša ve ark. 2019).

İnsanların kapariyi keşfi taş devrine kadar dayanmaktadır. M. Ö. 9500-9000 yıllarına ait kapari kalıntılarına Suriye'deki arkeolojik alanlarda rastlanmıştır. Kapari çalışının tıbbi amaçlarla kullanımına dair ilk kayıt ise M.Ö. 2000 yıllarında Sümerler tarafından gerçekleştirildiğine işaret etmektedir (Hansen 1991, Khatib ve ark. 2016). Dünyanın çeşitli bölgelerinde, eski zamanlardan beri kapari türlerinin genç sürgünleri, çiçek tomurcukları, kökleri ve meyveleri insan beslenmesinde kullanılmaktadır (Yıldırım ve ark. 2014, Duman ve Özcan 2015). Kapari, Akdeniz diyetinde en yaygın bulunan aromatik bitkilerden biridir (Kulisic-Bilusic ve ark. 2010). Kaparinin bitkisinin yenilebilir çiçek tomurcukları ve kapari karpuzu olarak adlandırılan meyveleri salamura olarak tüketime sunulmaktadır (Pepi ve ark. 2018).

Ticari ölçekte kapari üretimi 1980'lerin sonunda, özellikle Avrupa ülkelerine tanıtıldıktan sonra başlamıştır (Gull ve ark. 2015). Kapari son 30 yılda İspanya ve İtalya'da ekonomik açıdan önemli bir bitki olmuştur. Veriler yıllara göre dalgalanmakla birlikte dünyadaki kapari üretiminin yaklaşık 10 000 ton olduğu tahmin edilmektedir (Zhou ve ark. 2010, Mollica ve ark. 2018). İspanya, Fas, İtalya, Türkiye ve Yunanistan, büyük çaplı tomurcuk üretici ve ihracatçıları, İngiltere ve ABD ise büyük ithalatçı ülkelerdir (Grimalt ve ark. 2019). Türkiye'nin kapari ihracatından kazancı 12 milyon dolar olup dünya pazarında söz sahipliği günden güne artmaktadır. En büyük kapari ihracatçısı ülke yılda 20 milyar dolar ile İspanya'dır (Özçelik ve Koca 2011). Son yıllarda Türkiye'den Avrupa ülkelerine yaklaşık 3.000-5.000 ton/yıl paketlenmiş ürün ihraç edilmiştir. Ürüne işlenen kapari türleri Türkiye'nin büyük bir bölümünde yabani olarak yetişmekte ve ürün işleme teknolojilerinde gerçekleştirilen gelişmeyle birlikte son ürüne işlenmektedir (Özcan 2005).

Kapari bitkisinin farklı kısımlarından ilaçlar, kozmetikler ve yiyecekler için yararlanılır. Bununla birlikte bitki peyzaj elemanı, erozyon kontrolü veya hayvan beslenmesi gibi farklı alanlarda da kullanımı mevcuttur (Yang ve ark. 2010).

2.2. Kapari Bitkisinin Bileşimi ve Sağlık Üzerine Etkileri

Bitkiler yüzyıllardır tıbbi ve nutrasötik madde kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Mevcut durumda, modern ilaçların yaklaşık %25'i bitki kaynaklarından izole edilmiştir. Halen, bitkisel ilaçların özellikle diyet takviyesi formunda kullanılmasınakarşı büyük bir ilgi vardır (Olsen ve Larsen 2003, Gilani ve Attaur-Rahman 2005). Biyolojik olarak aktif olan fitokimyasallar bakımından zengin diyetler sadece besin ihtiyacını karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda kanser, iltihaplanma, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar gibi farklı hastalıkların riskini azaltmakta da fayda sağlamaktadır (Anwar ve ark. 2016).

Günümüzde, ilaç ve gıda sanayi ürünlerinde, yan etkileri nedeniyle sentetik antioksidanların kullanımını sınırlandırmak amacıyla doğal antioksidanlara yönelim olmuştur (Tlili ve ark. 2015). Bitkiler değerli mineraller, vitaminler, fenolikler ve diğer önemli biyoaktif bileşiklerin kaynağıdır. Sadece halk tıbbında değil, aynı zamanda fonksiyonel gıdaların, ilaçların vb. geliştirilmesinde de kullanılırlar. Birçok araştırma grubu, doğal bitkilerden yeni kaynaklarının elde edilmesi amacıyla bitkilerin potansiyel kullanımlarını araştırmaktadır (Jiménez-López ve ark. 2018). Yabani bitkiler daima bir gıda kaynağı olarak ve potansiyel sağlık yararları için büyük ilgi görmüştür (Anwar ve ark. 2016). Bitki ekstralarının çeşitli hastalıkları önlediğine ve insan sağlığını koruduğuna inanılmaktadır (Durmaz ve ark. 2015). Yabani yenilebilir bitkiler, karotenoidler, flavonoidler ve kardiyovasküler hastalıklar ve kanser başta olmak üzere birçok kronik hastalık riskini azaltmaya yardımcı olan, serbest radikal temizleyici aktiviteye sahip fenolik bileşikler yönünden oldukça zengindir (Bhoyar ve ark. 2011).

Polifenoller ve flavonoidler meyvelerin, sebzelerin ve diğer bitkilerin yapısında yaygın olarak bulunan ikincil metabolitlerdir (Durmaz ve ark. 2015). Flavonoidler çoğunlukla çiçeklerin, meyvelerin ve yaprakların dış renklendirici kısımlarının hücre boşluklarında bulunur ve bitkilerde stres etkisine karşı bir kalkan görevi görür (Gull ve ark. 2015). Ayrıca polifenol ve flavonoid grupları duyuşal ve besinsel kalitenin saptanmasında belirleyici bir etkiye sahiptir (Ignat ve ark. 2011). Fenoller, fitokimyasallar içerisinde hayvan veya insan sağlığı için önemli bir antioksidan grubudur (Meot-Duros ve Magné

2009). Sekonder metabolitler olarak fenolik bileşikler, bitkilerde yaygın şekilde dağılmış geniş bir antioksidan grubudur. Fenolik bileşikler, antioksidanların serbest radikalleri sonlandırma, oksijen konsantrasyonunu azaltma, birincil oksidasyon ürünlerini oksidan olmayan moleküllere dönüştürme ve metal şelatlama gibi farklı mekanizmalarda rol oynayabilir (Prakash ve ark. 2007, Tlili ve ark. 2015). P vitamini olarak da bilinen rutin, antioksidan, antienflamatuar ve antikarsinogenik etkisi ve kan damarlarının esnekliğini artırma kabiliyeti nedeniyle çok önemli bir bitki fenolüdür. E vitamini grubuna ait olan tokoferoller ve karotenoidler de ayrıca önemli antioksidanlardır (Tlili ve ark. 2010).

Farmakolojik çalışmalar fenolik bileşiklerin, hastalıkları önleme, antioksidan, antimutajenik, antialerjik, antienflamatuar, antimikrobiyal ve kardiovasküler hastalıklar için sağladığı yararlı etkiler dahil olmak üzere birçok özelliğini doğrulamıştır (Fattahi ve ark. 2013, Francesca ve ark. 2016). Bu nedenle, gıdaların besin değeri ve sağlık üzerine etkileri, doğal polifenolik bileşiklerin türüne ve miktarına göre değişmektedir (Francesca ve ark. 2016). Bir fenolik bileşik grubu olan flavonoidlerin güçlü bir antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Fattahi ve ark. 2013, Fattahi ve Rahimi 2016). Flavonoidlerin insan beslenmesinde diyetle alınan en bol miktardaki bitki bileşiklerinden biri olduğu bilinmektedir (Gull ve ark. 2015). Kapari yaprak ve tomurcukları fenolik bileşiklerin ana kaynaklarıdır (Tlili ve ark. 2010). Kaparinin antioksidan potansiyeli bulunan birçok fenolik maddeyi içerdiği bilinmektedir (Bhoyar ve ark. 2011).

Capparis, önemli besinsel ve tıbbi değeri olan ve dolayısıyla insan sağlığı üzerinde büyük etkisi olan türleri içerir (Tlili ve ark. 2011). *Capparis spp.* cinsinin birçok üyesi, yüksek besin değerleri, biyoaktif antioksidan bileşikler (polifenoller, flavonoidler), şekerler, alkaloidler, vitaminler, lipitler gibi zengin bileşime bağlı tıbbi ve farmakolojik özellikleri nedeniyle önemli bir gıda grubunu oluşturmaktadır (Anwar ve ark. 2016). Kapari tomurcuklarının ana bileşenlerinden birinin glukokapparin olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür (Matthäus ve Özcan 2005, Trombetta ve ark. 2005). Kapari üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar, bitkinin farklı kısımlarının, glukokapparin, rutin, spermidin, kesretin, kateşin, luteolin, kumarin, kaempferol, stigmasterol, resveratrol,

kampesterol, kafeik asit, klorojenik asit, ferulik asit, şerjik asit, vanilik asit, tokoferoller, karotenoidler, steroller, alifatik ve triterpenik alkoller gibi birçok yararlı kimyasal bileşimin zengin kaynağı olduğunu ortaya koymuştur (Matthäus ve Özcan 2005, Tlili ve ark. 2011, 2010, 2015, Vahid ve ark. 2017, Yu ve ark. 2017, Yildirim ve ark. 2018). Bu biyomoleküllerin tümü, sağlık için önemli bir rol oynaması sebebiyle farmasötik ve kişisel bakım endüstrilerinde kullanılabilir (Tlili ve ark. 2015).

Geleneksel tıpta baş ağrısı, diş ağrısı ve böbrek hastalığı gibi birçok hastalığı tedavi etmek için kaparinin kök, yaprak, tomurcuk, meyve, ağaç kabuğu ve tohum bölümleri büyük ölçüde kullanılmıştır (Tlili ve ark. 2011). Farklı kapari türlerinin halk tıbbı ve farmakolojik kullanımları farklı araştırma grupları tarafından incelenmiştir (Gull ve ark. 2015). Kapari türlerinin farklı bölümlerinde gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda kaparinin, antihipertansif, antidiyabetik, antialerjik, antiskleroz, antienflamatuar, antihiperlipidemik ve antimikrobiyal ajanlar olarak etkili olduğu öne sürülmüştür (Duman ve ark. 2013, Muhaidat ve ark. 2013, Gull ve ark. 2015, Anwar ve ark. 2016). *C. spinosa* bitkisinin tıbbi özellikleri ile ilgili bazı araştırmalar yapılmıştır. Bu bitkinin sulu ekstresinin, antihiperglisemik, antiviral, immünomodülatör, antialerjik, antihistaminik ve antimikrobiyal aktiviteler sergilediği görülmüştür (Eddouks ve ark. 2004, Ara ve ark. 2014). Şimdiye kadar *C. spinosa'nın* antioksidan, antimikrobiyal, antikanser ve hepatoprotektif etkileri de dâhil olmak üzere farklı farmakolojik etkilere sahip olduğunu gösteren çok sayıda bilimsel kanıt vardır (Nabavi ve ark. 2016). Son zamanlarda kaparinin önemli bir biyoaktif bileşik kaynağı olduğu ve günlük olarak uygulandığında kan şekerini ve hiperkolesterolü kontrol etme yeteneğine sahip olduğu çeşitli otoriteler tarafından kabul edilmiştir (Taghavi ve ark. 2014, Stefanucci ve ark. 2018).

2.3. Kapari Bitkisinin Kullanım Alanları ve İşlenmesi

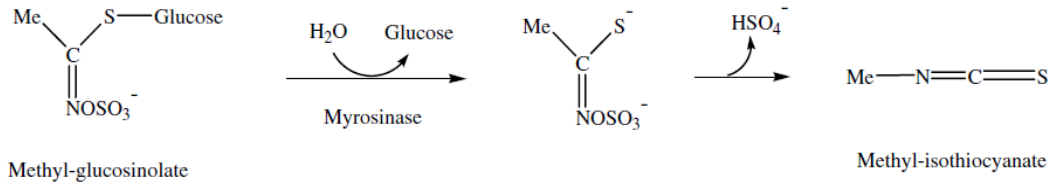
Kapari Akdeniz mutfağında yaygın olarak kullanılan aromatik bitkilerden biridir (Romeo ve ark. 2007). Kapari bitkisi, içinde yüksek miktarda antioksidan bileşikler, ham yağ, lif, indirgen şeker, protein, lipitler, sodyum, potasyum ve fosfor içeren tomurcuk (kapari) ve meyveleri (kapari karpuzu) ile tanınmaktadır (El amri ve ark. 2019). Çizelge 2.1' de Özcan (1996) tarafından farklı iki kapari türüne ait bileşim

değerleri verilmiştir. Genellikle bitkinin en yaygın tüketilen kısmı çiçeklenmeden önce toplanan aromatik çiçek tomurcuğudur. Paketlemeden önce, tomurcuklar pazar tüketimi için fermente edilir (Sonmezdag ve ark. 2019). Kapari ve kapari karpuzlarının hasadı Mayıs ve Ağustos ayları arasında elle yapılır (Douieb ve ark. 2010). Kaparinin çiçek açmadan hemen önce toplanan çiçek tomurcuğu, kapariye özgü aromatik özelliğe sahip bölümüdür. Kapari tomurcukları genellikle mevsimlik işçiler tarafından toplanarak paketleme işlemi öncesinde tuz içerisinde muhafaza edilirler (Rezzan ve ark. 2013).

Çizelge 2.1. Kaparinin bileşim unsurları (Özcan 1996)

Bileşim Ögesi	Bitki Türü	
	<i>C. spinosa</i>	<i>C. ovata</i>
Nem (%)	82,70	82,11
Ham protein (%)	19,33	23,67
Ham kül (%)	6,31	6,24
Ham yağ (%)	4,83	3,74
İndirgen şeker (%)	5,52	6,43
pH değeri	4,32	4,28
Ham selüloz (%)	18,09	14,39
Nişasta (%)	3,54	3,26
Toplam karotenoid (mg/kg)	6,67	8,43

Kapari bitkisinin yenilebilir çiçek tomurcukları (kapari) ve meyveleri (kapari karpuzu) genellikle turşu olarak tüketilmektedir. Ham kapari tomurcuklarının yüksek glukozinolat, glukokapparin ve glukokleomin içeriği, onu diğer sebzelerden ve meyvelerden farklı kılmaktadır (Palomino ve ark. 2015). Kapari hardal yağı glikozitleri içeren lahana ailesinin (tere, siyah ve beyaz hardal, yaban turpu) bazı baharatlarına benzer (Kulisic-Bilusic ve ark. 2010, Mazarei ve ark. 2017). Kaparilerin güçlü tadı genellikle bir hardal yağı glikozidi olan glukokapparin (metil glukozinolat) ile enzimatik bir reaksiyondan sonra salınan metil izosiyonattan kaynaklanmaktadır (Kulisic-Bilusic ve ark. 2010).



Şekil 2.1. Metil glukozinolatın (glukokapparin) metil izosiyonata dönüşümü (Romeo ve ark. 2007)

Kapari ve kapari karpuzları genellikle küçük işletmelerde veya evlerde geleneksel bir şekilde fermente edilir. Yaz aylarında toplanan kapariler yaklaşık bir hafta boyunca fermantasyonun gerçekleştiği musluk suyuna batırılır (Jiménez-López ve ark. 2018). Genellikle, fermantasyon kapları 40 - 45 °C sıcaklıkta bekletilmektedir. Bundan sonra, fermente kapari meyveleri, %10 NaCl içeren tuzlu suya yerleştirilir. Depolama süresince, laktik asit fermantasyonu sonucu hızlı bir asit artışı gerçekleşir (Pérez Pulido ve ark. 2005). Kapariler geleneksel olarak laktik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilen fermantasyonla tuzlu su içerisinde fermente edilirler (Pérez Pulido ve ark. 2005, Francesca ve ark. 2016). Kapariler tuzlu su içerisinde fermente edilebildiği gibi tuzlu su, sirke karşımı içerisinde de fermente edilebilir. Geleneksel işleme fermente edilen kapariler parlak yeşil bir renk, sert bir doku ve ana glukozidin hidrolizinden sonra oluşan izotiyosiyanatlardan kaynaklanan acı bir tada sahip olur (Palomino ve ark. 2015). Ticari olarak kapariler boyutlarına göre derecelendirilerek satılır (Anwar ve ark. 2016). Kapari çalısının olgun meyveleri de benzer şekilde hazırlanır ve kapari karpuzu olarak pazarlanır (Yu ve ark. 2017).

İşlenmiş tomurcuklarsalatalara, makarnalara, etlere, soslara ve garnitürlere yönelik tariflerde, yiyeceklere keskin baharatlı bir lezzet ve aroma vermek için kullanılmakta olup gıda endüstrisinde büyük önem kazanmıştır (Romeo ve ark. 2007). Günümüzde kapari turşuları sofralarda başlangıç lezzeti olarak kullanılmasının yanı sıra diğer gıdaların bir bileşeni olarak da kullanılabilir (Zhou ve ark. 2010, Sonmezdag ve ark. 2019). Kapari, balık, makarna, pizza ve ticari dondurulmuş ürünler gibi gıda maddelerine tat ve aroma vermek amacıyla da değerlendirilmektedir (Yerlikaya ve Karagozlu 2014). Ülkemizde kaparinin olgun meyvesinden salamurası, çiçeğinden turşusu, marmelat, reçel ve çay üretilmektedir (Özçelik ve Koca 2011). Kapari

yaprakları salatalarda tüketilebilmekte ve kurutulmuş yapraklar yüksek kaliteli peynir üretiminde peynir mayası yerine de kullanılabilir (Panico ve ark. 2005, Musallam ve ark. 2011, Fattahi ve Rahimi 2016).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez kapsamında materyal olarak ticari bir firma tarafından aynı dönemde hasat edilen hammaddelerden üretilen yedi farklı kapari ürünü kullanılmıştır. Bunlar kapari çiçeği çayı, tuzda kapari, kurutulmuş kapari, salamura kapari, salamura kapari karpuzu, kapari reçeli ve kapari marmeladıdır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Materyal olarak kullanılan kapari ürünleri

Ürün	Kodu
Kapari Çiçeği Çayı	KÇ
Tuzda Kapari	TK
Kurutulmuş Kapari	KK
Salamura Kapari	SK
Salamura Kapari Karpuzu	SKK
Kapari Reçeli	KR
Kapari Marmeladı	KM

3.2. Yöntem

Kapari ürünlerinde renk, toplam klorofil ve karotenoid tayini, askorbik asit, antioksidan kapasite, toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde tayinleri yapılmış ve polifenollerin, antioksidanların ve flavonoidlerin *in-vitro* biyoalınabilirliği analiz edilmiştir. Analizlerin tümü üç tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Renk tayini

Homojen hale getirilmiş örneklerde renk analizi HunterLab MiniScan EZ4500L marka renk tayini cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonunda L^* (parlaklık), a^* (kırmızı-yeşil), b^* (sarı-mavi), kroma- C^* (renk yoğunluğu), hue açısı- h° (renk tonu) değerleri belirlenmiştir. Kroma ve hue açısına ait değerler aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

$$Chroma(C_{ab}) = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3.1)$$

$$h^\circ = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) \quad (3.2)$$

3.2.2. Toplam klorofil ve toplam karotenoid madde tayini

Klorofil ve karotenoidlerin ekstraksiyonu için homojenize edilen numune üzerine ön denemelerde belirlenen miktarda saf metanol ilave edilerek, falkon tüpleri içerisindeki karışım 2 saat süre ile ultrasonik su banyosunda (Bandelin Sonorex RK 510 H, Germany) bekletilmiştir (Schmalcko ve Alzamora 2001, Sánchez ve ark. 2014, Al-Dabbas ve ark. 2017). Ultrasonik muamele sonrasında tüpler 10 000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir (Sigma 3K 30, Germany). Elde edilen ekstraktların absorbansı spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800 model) saf metanole karşı 470, 645 ve 662 nm dalga boylarında okunmuştur. Aşağıdaki formüller kullanılarak klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarları mg/g kuru madde cinsinden hesaplanmıştır (Wellburn ve Lichtenthaler 1984).

$$\text{Toplam Klorofil} = \text{Klorofil a} + \text{Klorofil b} \quad (3.3)$$

$$\text{Klorofil a} = 11,75 \cdot A_{662} - 2,35 \cdot A_{645} \quad (3.3a)$$

$$\text{Klorofil b} = 18,61 \cdot A_{645} - 3,96 \cdot A_{662} \quad (3.3b)$$

$$\text{Toplam Karotenoid} = (100 \cdot A_{470} - 2,27 \text{Kla} - 81,4 \text{Klb}) / 227 \quad (3.4)$$

3.2.3. Askorbik asit tayini

Kapari ürünlerinin askorbik asit (AA) miktarları, 2-6, diklorofenolindofenol boya çözeltilisinin askorbik asit tarafından indirgenmesi sonucunda geriye kalan boya çözeltilisinin geçirgenliğinin spektrofotometrik olarak ölçülmesi ile tespit edilmiştir. Ürünlerin bileşiminde yer alan askorbik asidin ekstraksiyonunu gerçekleştirmek amacıyla 10 gram örnek üzerine 70 ml %0,4'lük okzalik asit ilave edilmiş ve karıştırıldıktan sonra bir süre bekletilmiştir. Süre sonunda karışım filtre edilmiştir. Elde edilen filtratın 1 ml'si 9 ml 2-6, diklorofenolindofenol boya çözeltilisi ile karıştırılarak, boya çözeltilisi yerine saf su ile hazırlanan köre karşı spektrofotometrede 520 nm'de, absorbans değeri okunmuştur (L_2). Ayrıca 9 ml boya ve 1 ml %4'lik okzalik asit

çözeltisi ile karıştırılarak onun absorbansı da 520 nm’de ölçülmüştür (L_1). Elde edilen absorbans değerleri ve kurve eğimi üzerinden aşağıdaki formül kullanılarak askorbik asit miktarı mg/100 g cinsinden hesaplanmıştır (Simona ve ark. 2011).

$$AA \text{ (mg/100g)} = (L_1 - L_2) \times F \quad (3.5)$$

L_1 : Oksalik asit çözeltisinin indirgediği boya çözeltisinin absorbansı

L_2 : Filtratın indirgediği boya çözeltisinin absorbansı

F: Elde edilen kurvenin eğimi

3.2.4. Toplam fenolik madde ve antioksidan maddelerin ekstraksiyonu

Kapari ürünlerinde fenolik maddelerinin ve antioksidan özellik gösteren bileşenlerinin ekstrakte edilmesi amacıyla 2 gram homojen örnek tartılarak, üzerine 4,5 ml %80’lik metanol ilave edilmiştir. Örnekler 20 °C’de 2 saat çalkalanmış (Memmert WNB 22 çalkalamalı su banyosu), sonrasında 10 dk süresince 10000 rpm’de santrifüjlenmiştir (Sigma 3K30). Ekstraksiyon sıvısı farklı bir tüpe aktarılarak, kalan katı kısım üzerine tekrar 4,5 ml %80 metanol ilave edilerek, diğer basamaklardaki işlemler takip edilerek, çift kademeli ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir.

3.2.5. Antioksidan kapasite tayini

Antioksidan kapasite (AK), 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH) serbest radikali kullanılarak analiz edilmiştir (Turkmen ve ark. 2005). Ürün ekstraktları ön denemelerde belirlendiği şekilde uygun konsantrasyonlara seyreltildikten sonra, 50 µL ekstrakt üzerine, metanolde hazırlanmış 1950 µL DPPH radikali (6×10^{-5} M) eklenmiştir. Reaksiyon karışımı vortekste 15 saniye süreyle karıştırıldıktan sonra, karanlıkta oda sıcaklığında 60 dakika bekletilmiştir. Sürenin bitiminde karışımın ve örnek yerine saf su kullanılarak hazırlanan kontrol örneğinin absorbansı, spektrofotometrede 517 nm’de saf metanole karşı okunmuştur. Elde edilen absorbanlar üzerinden aşağıdaki formüle göre antioksidan kapasite hesaplanmıştır (Yen ve Duh 1994). Ayrıca literatürle kıyaslama yapabilmek için standart troloks çözeltisinin 0,0063-0,0756 mg/L aralığındaki çözeltileri ile aynı şartlarda gerçekleştirilen analiz verilerinden elde edilen kalibrasyon

eğrisinin regresyon eşitliğinden yararlanılarak, örneklerin antioksidan kapasitesi mmol troloks eşdeğeri (TE) /100 g KM cinsinden de belirlenmiştir.

$$AK (\% \text{ İnhibisyon}) = \frac{Abs_{Kontrol} - Abs_{\text{örnek}}}{Abs_{Kontrol}} \times 100 \quad (3.6)$$

Abs kontrol : örnek içermeyen DPPH çözeltisinin absorbansı,

Abs örnek : örnek içeren DPPH çözeltisinin absorbansı

3.2.6. Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu ayırıcı kullanılarak spektrofotometrik yöntemle tespit edilmiştir. Ürün ekstraktları ile ön denemeler gerçekleştirilerek uygun seyreltme oranları tespit edildikten sonra 0,25 mL seyreltik, 1,25 mL Folin-Ciocalteu (1:10) ile karıştırılmış, ortalama 5 dakika sonra bu karışıma 1 mL sodyum karbonat çözeltisi (%7,5) ilave edilerek, karışım vortekslenmiştir. Elde edilen tüp içeriği oda sıcaklığında 60 dakika karanlıkta bekletildikten sonra oluşan mavi rengin absorbansı spektrofotometrede 765 nm'de saf su ile hazırlanan köre karşı okunmuştur. Bu analiz için standart gallik asit çözeltisinin 0,005-0,05 mg/mL aralığındaki farklı konsantrasyonları ile aynı şartlarda analiz yapılarak elde edilen kalibrasyon eğrisinin regresyon eşitliğinden yararlanılarak sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru madde olarak hesaplanmıştır (Anonim 2005).

3.2.7. Toplam flavonoid madde tayini

Toplam flavonoid miktarı %2'lik AlCl₃-metanol çözeltisi kullanılarak spektrofotometrik yöntemle tespit edilmiştir (Ordoñez ve ark. 2006). Ürün ekstraktları ile ön denemeler gerçekleştirilerek uygun seyreltme oranları tespit edildikten sonra 1 ml örnek üzerine 1 ml %2'lik AlCl₃-metanol çözeltisi ilave edilerek, karışım vortekslenmiştir. Elde edilen reaksiyon karışımı 1 saat süre ile karanlıkta bekletildikten sonra oluşan sarı rengin absorbansı spektrofotometrede 420 nm'de köre karşı okunmuştur. Bu analiz için standart kuersetin çözeltisinin farklı konsantrasyonları (0,1-0,5 µg/ml) ile aynı işlemler

gerçekleştirilerek elde edilen kalibrasyon eğrisinin regresyon eşitliğinden yararlanılarak, sonuçlar mg kuersetin eşdeğeri/g kuru madde olarak ifade edilmiştir.

3.2.8. Biyoalınabilirlik tayini

Antioksidan ve fenolik bileşiklerin biyoalınabilirliğini değerlendirmek amacıyla, antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde tayininde kullanılan ekstrakt, simüle edilen gastrik ve intestinal sindirim aşamalarından geçirilmiştir (Minekus ve ark. 2014). Yöntem kısaca aşağıda belirtildiği gibi uygulanmıştır.

Çizelge 3.2. Simüle mide ve bağırsak sıvıları^a

Bileşen	Stok Çözelti (mol/L)	Stok Çözelti Hacmi (mL)	
		Mide Sıvısı	Bağırsak Sıvısı
KCl	0,5	3,45	3,4
KH ₂ PO ₄	0,5	0,45	0,4
NaHCO ₃	1	6,25	21,25
NaCl	2	5,9	4,8
MgCl ₂ (H ₂ O) ₆	0,15	0,2	0,55
(NH ₄) ₂ CO ₃	0,5	0,25	-

^a Tüm sindirim sıvıları distile su ile 200 ml'ye tamamlanmıştır.

Gastrik aşama: 8 mL ekstrakt, 6 mL mide sıvısı (Çizelge 3.2), 1,28 mL stok pepsin çözeltisi (mide sıvısı ile hazırlanmış, 25000 U/mL; pepsinin aktivitesi 3200- 4500 U/mg protein), 4 µL 0,3 M CaCl₂, 0,16 mL 1M HCl (pH'yı 3'e ayarlamak için) ve 0,556 µL su ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışımın enzim aktivitesi 2000 U/mL olacak şekilde ayarlanmıştır. Karışım 2 saat süre ile 37 °C'de çalkalamalı su banyosunda (Memmert WNB 22 çalkalamalı su banyosu) inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda su banyosundan alınan karışım 10 dk süre ile 10000 rpm santrifüjlenmiştir (Sigma 3K30). Çözünmüş kısımdan (supernatant) antioksidan kapasite, toplam polifenol ve toplam flavonoid tayinleri için 4 ml örnek alındıktan sonra geri kalan kısım bağırsak aşaması için kullanılmıştır.

Bağırsak aşaması: 12 mL gastrik kısım, 6,6 mL bağırsak sıvısı (Çizelge 3.2), 3 mL pankreatin çözeltisi (bağırsak sıvısı ile hazırlanmış, 800 U/mL; pankreatin aktivitesi 100 USP U/mg protein), 1,5 ml safra, 0,09 ml NaOH (pH'yı 7'ye ayarlamak için) ve 0,786 mL su ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışımın enzim aktivitesi 100 U/mL olacak şekilde ayarlanmıştır. Karışım 37 °C'de çalkalamalı su banyosunda (Memmert WNB 22 çalkalamalı su banyosu) 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre bitiminde su banyosundan alınan karışım 10 dk süre ile 10000 rpm santrifüjlenmiştir (Sigma 3K30). Çözünmüş kısımda (supernatant) antioksidan kapasite, toplam polifenol ve toplam flavonoid madde analizleri gerçekleştirilmiştir.

In-vitro koşullarda mide-bağırsak sindirimi sonrası elde edilen ekstraktın antioksidan kapasite, fenolik ve flavonoid madde miktarı spektrofotometre ile belirlendikten sonra, biyoalınabilirliği (%) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Biyoalınabilirlik (\%)} = (K_{\text{sindirilmiş}} / K_{\text{sindirilmemiş}}) \times 100 \quad (3.7)$$

$K_{\text{sindirilmiş}}$: Mide/bağırsak aşamasından sonraki konsantrasyon (mg)

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

3.2.9. İstatistiksel analiz

Kapari ürünlerine ait analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi “JMP 7” yazılımı kullanılarak yapılmıştır (sürüm 7.0, SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD). Analizden elde edilen veriler üç tekerrürlü olacak şekilde varyans analizine tabi tutularak, ortalamalar arasındaki farklılığın sapması %5 olasılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir ($p < 0,05$) (Turan 1998).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Kapari Ürünlerinin Renk Değerleri

Renk gıda maddelerinin görünümünde, işlenmesinde ve tüketici tercihlerinde büyük rol oynamaktadır (Ahmed ve ark. 2002). Kalite parametreleri içerisinde önemli bir yere sahip olan renk ürünün olgunluğu, tazeliği, işleme faktörleri, klorofil ve karotenoid değerleri gibi parametreler hakkında fikir vermektedir (Başoğlu 2014).

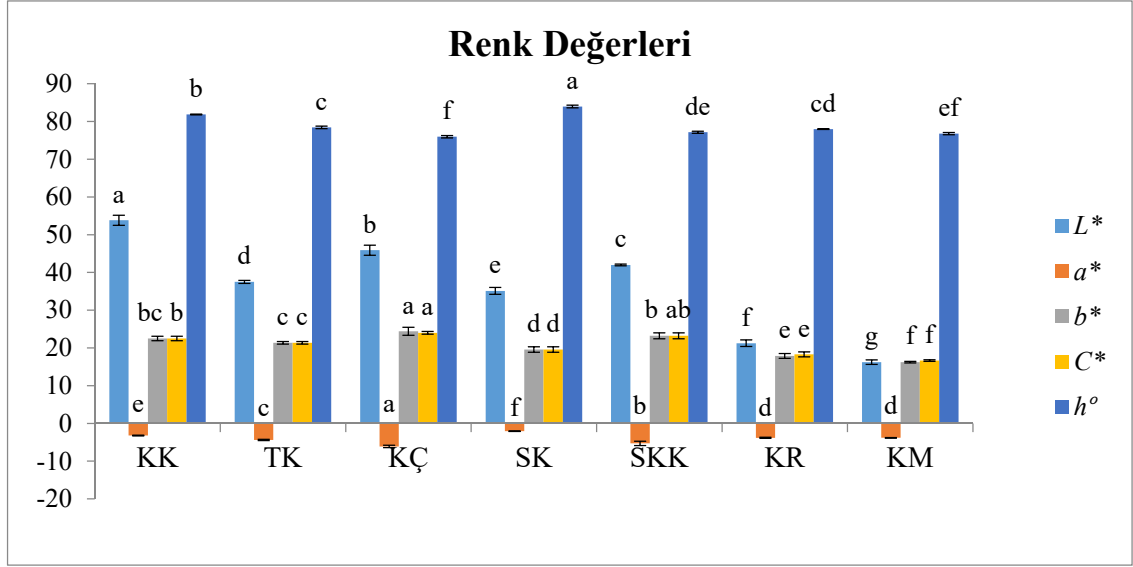
Kapari ürünlerine ait L^* , a^* , b^* , C^* ve h° renk değerleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1 'de gösterilmiştir. Üçlü koordinat sisteminde ölçüm gerçekleştiren hunter renk ölçüm sisteminde; L değeri aydınlık (beyaz-siyah); $+a$ kırmızılık, $-a$ yeşillik; $+b$ sarılık ve $-b$ ise mavilik ölçütüdür (Başoğlu 2014). Ayrıca C^* (chroma) değeri parlaklık ve matlığı ifade ederken, diğer bir renk parametresi olan h° (hue) değeri renk tonunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.1. Kapari ürünlerinin renk değerleri

Ürün	L^*	$-a^*$	b^*	C^*	h°
KK	53,82±1,32 ^a	3,22±0,09 ^e	22,49±0,59 ^{bc}	22,49±0,59 ^b	81,86±0,11 ^b
TK	37,5±0,4 ^d	4,37±0,17 ^c	21,36±0,33 ^c	21,36±0,33 ^c	78,43±0,34 ^c
KÇ	45,89±1,34 ^b	6,11±0,32 ^a	24,41±1,06 ^a	24,00±0,37 ^a	75,96±0,32 ^f
SK	35,11±0,92 ^e	2,07±0,07 ^f	19,58±0,73 ^d	19,58±0,73 ^d	83,96±0,36 ^a
SKK	41,98±0,23 ^c	5,29±0,58 ^b	23,21±0,79 ^b	23,21±0,79 ^{ab}	77,15±0,28 ^{de}
KR	21,23±0,87 ^f	3,82±0,15 ^d	17,88±0,64 ^e	18,28±0,66 ^e	77,96±0,08 ^{cd}
KM	16,23±0,58 ^g	3,81±0,07 ^d	16,22±0,21 ^f	16,66±0,21 ^f	76,78±0,28 ^{ef}

Aynı sütundaki farklı harflerle ifade edilen örnekler arasında istatistik olarak fark bulunmaktadır ($p<0,05$).

(KK: Kuru Kapari, TK: Tuzda Kapari, KÇ: Kapari Çiçeği Çayı, SK: Salamura Kapari, SKK: Salamura Kapari Karpuzu, KR: Kapari Reçeli, KM: Kapari Marmeladı)



Şekil 4.1. Kapari ürünlerinin renk değerleri

Renk ölçüm sonuçlarına göre, tüm kapari ürünlerinin yeşil (- a) ve sarı (b) tonlarında olduğu görülmektedir (bkz. Çizelge 4.1). Kapari marmeladının L , b^* , C^* ve h° renk değerleri en düşük düzeyde iken, kapari çayının $-a^*$, C^* ve h° değerleri ise en yüksek düzeyde bulunmuştur. Kapari reçel ve marmeladın ($-a$) yeşillik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($p > 0,05$).

Kaparinin acılık bileşenleri ve flavonoidlerinin proses sırasındaki değişimini inceleyen Yemiş (2008), çalışmasında farklı konsantrasyonlarda tuz içeren salamura kaparide gerçekleştirdiği renk ölçüm verilerinde L^* değerinin 39,9-47,74; $-a^*$ değerinin 2,25-9,09; b^* değerinin 15,75-24,33; C^* değerinin 18,18-24,64 ve h° değerinin ise 96,49-119,63 arasında yer aldığını tespit etmiştir. Bu çalışmada kapari salamurasına ait renk değerleri Yemiş (2008)'deki verilerle büyük ölçüde uyum göstermektedir (bkz. Çizelge 4.1). Mevcut farklılıkların ise çeşit, boyut, proses parametreleri ve depolama koşulları gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Grimalt ve ark. (2018), kapari karpuzunun üç gelişim evresindeki fizikokimyasal bileşimi ve antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, L^* değerlerinin 45,7 ile 56,9; $-a^*$ değerlerinin 8,4 ile 14; b^* değerlerinin 14,8 ile 22,1; C^* değerlerinin ise 18,6 ile 27,19 arasında olduğunu tespit etmiştir. Kapari karpuzu

salamurasında gerçekleştirilen renk ölçüm değerleri bu sonuçlarla karşılaştırıldığında büyük ölçüde benzer olmakla birlikte, bu değerlerden eksi yönde sapmalar gösterdiği görülmektedir (bkz. Çizelge 4.1). Söz konusu farklılığın kapari kapuzunun salamuraya işlenmesinden, çeşit farklılığından veya hasat bölgesindeki farklılıktan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

b^* değerinin kapari çayında en yüksek, kapari marmeladında ise en düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Sonuçlar bu ürünlerin karotenoid içerikleri ile karşılaştırıldığında arada bir paralellik olduğu görülmektedir. Kapari marmeladının düşük C^* ve h^o değerleri, bu ürünün toplam fenolik ve toplam flavonoid madde içeriğine de yansımıştır (bkz. Çizelge 4.4). Temelde işlem koşullarının bu farklılığa neden olabileceği düşünülmektedir.

4.2. Kapari Ürünlerinin Klorofil ve Karotenoid İçeriği

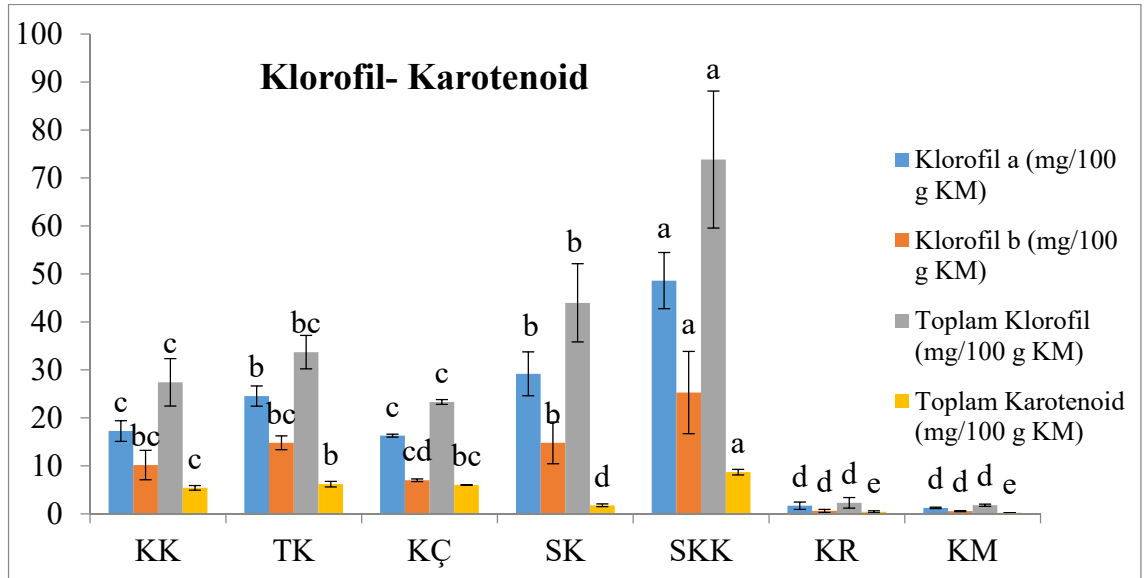
Gıda maddelerinin yeşil renginden esas olarak sorumlu olan bileşen klorofildir. Yeşil yaprakların ve bazı ham meyvelerin yeşil rengini veren bu pigment, klorofil a (mavi-yeşil) ve klorofil b (sarı-yeşil) olarak iki gruba ayrılmakta ve genel olarak bitkilerde 3:1 oranında bulunmaktadır (Lightbourn ve ark. 2006, Karakurt ve ark. 2009). Klorofil ve karotenoid yapılar oldukça hassastır, kolayca tahrip olarak ürünlerin algılanışını ve kalitesini değiştirebilir (Schoefs 2002). Isıl işlem ve depolama sırasında, klorofil a (mavi-yeşil) ve b (sarı-yeşil) kahverengi-yeşil renkli feofitin a ve b'ye dönüşür. Genel olarak, klorofilin asidik ortamda ısıtılması sonucu, Mg'un klorofil yapısından ayrılması ve yerine H'nin gelmesiyle sarı kirli yeşil renge sahip feofitinler oluşur.

Bu çalışmada kapari reçel ve marmeladına ait düşük düzeydeki klorofil ve karotenoid madde miktarları, ısıl işlemin bu bileşenlerin yıkımına neden olması ile ilişkilendirilmiştir (bkz. Çizelge 4.2) (Seifert ve Zude-Sasse 2016). Bu ürünler arasında klorofil ve karotenoid içerikleri açısından anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Salamura ürünler ise en yüksek klorofil ve karotenoid değerlerine sahiptir (bkz. Şekil 4.2). Ayrıca en yüksek $-a^*$ değerine sahip olan salamura kapari karpuzunun, toplam klorofil madde açısından da zengin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Kapari ürünlerinin klorofil ve karotenoid içeriği

Ürün	Klorofil a (mg/100 g KM)	Klorofil b (mg/100 g KM)	Toplam Klorofil (mg/100 g KM)	Toplam Karotenoid (mg/100 g KM)
KK	17,25±2,14 ^c	10,16±3,07 ^{bc}	27,41±4,95 ^c	5,41±0,49 ^c
TK	24,55±2,10 ^b	14,79±1,43 ^{bc}	33,69±3,48 ^{bc}	6,18±0,59 ^b
KÇ	16,31±0,30 ^c	7,00±0,27 ^{cd}	23,31±0,50 ^c	6,00±0,05 ^{bc}
SK	29,18±4,58 ^b	14,79±4,36 ^b	43,97±8,15 ^b	1,76±0,28 ^d
SKK	48,60±5,85 ^a	25,26±8,57 ^a	73,85±14,29 ^a	8,68±0,58 ^a
KR	1,69±0,77 ^d	0,61±0,32 ^d	2,30±1,10 ^d	0,42±0,20 ^e
KM	1,23±0,15 ^d	0,55±0,10 ^d	1,78±0,23 ^d	0,21±0,02 ^e

Aynı sütundaki farklı harflerle ifade edilen örnekler arasında istatistik olarak fark bulunmaktadır ($p<0,05$).



Şekil 4.2. Kapari ürünlerinin klorofil ve karotenoid içeriği

Grimalt ve ark. (2019), üç çeşit kaparinin altı farklı gelişme aşamasındaki antioksidan aktivite ve biyoaktif bileşenlerini inceledikleri çalışmalarında, kapari tomurcuklarına ait toplam klorofil değerlerinin 7,3-21,2 mg/100 g, klorofil a'nın klorofil b'ye oranının ise

1-2,7 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bu çalışmada kuru kapariye ait toplam klorofil madde değeri 21,68 mg/100 g'dır. Bu çalışmada analizi gerçekleştirilen tüm kapari ürünlerinin klorofil a/klorofil b değerleri ise 1,75-2,86 arasında yer almaktadır. Elde edilen bu veriler Grimalt ve ark. (2019)'nın çalışmasında yer alan veriler ile büyük lde benzerlik göstermektedir.

Grimalt ve ark. (2018)'nin kapari karpuzunda gerçekleştirdikleri çalışmada ise kapari karpuzuna ait klorofil a değerlerinin 5,8-15,4 mg/100 g, klorofil b değerlerinin 2,8-15,1 mg/100 g ve toplam klorofil değerlerinin ise 9,6-25 mg/100 g arasında yer aldığı bildirilmiştir. Bu alışma kapsamında değerlendirilen kapari karpuzu salamurasının klorofil a miktarı 6,63 mg/100 g, klorofil b miktarı 3,45 mg/100 g ve toplam klorofil madde miktarı 10,09 mg/100 g'dır. Elde edilen veriler literatürde yer alan verilerle uyum göstermektedir.

Kapari rnlerinin fenolik bileşenlerini ve antioksidan vitaminlerini ortaya koymak üzere gerçekleştirdikleri çalışmada Tlili ve ark. (2010), kapari tomurcuklarının toplam karotenoid madde içeriklerinin 1,14-9,09 mg/100 g arasına yer aldığını tespit etmiştir. Grimalt ve ark. (2019) ise üç farklı kapari çeşidinin altı farklı hasat dönemindeki toplam karotenoid madde içeriklerinin 1,3-3,3 mg/100 g arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada kapari tomurcuklarının işlenmesi sonucunda elde edilen ürünlerin karotenoid madde miktarları 0,15-5,58 mg/100 g arasında değişmiştir. retimi sırasında en az işleme maruz kalan kuru kaparinin toplam karotenoid madde içeriği 5,13 mg/100g'dır. Bu değer gerçekleştirilen çalışmalarda yer alan verilerle büyük lde uyum göstermektedir. Mevcut farklılıklar değerlendirilen materyalin kurutulması sırasında kaybettiği nem nedeniyle birim ağırlıktaki biyoaktif bileşenlerin artmış olmasından veya çeşit, yetişme bölgesi, hasat zamanı gibi faktörlerdeki farklılıktan kaynaklanmış olabilir (El amri ve ark. 2019). Çalışmada yer alan kapari ürünlerindeki karotenoid madde miktarlarındaki azalışın ise işleme faktörlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Allaith (2016), kapari karpuzlarının antioksidan özelliklerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada kapari karpuzunun toplam karotenoid madde içeriğinin

ortalama 3,91 mg/100 g olduğunu tespit etmiştir. El amri ve ark. (2019), işlenmiş ve işlenmemiş kapari karpuzlarının biyokimyasal yapısını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada işlenmemiş kapari karpuzunun toplam karotenoid madde miktarının 2,012-3,895 mg/100 g, salamuraya işlenmiş kapari karpuzlarının ise 0,982-2,115 mg/100 g arasında olduğunu raporlandırmıştır. Bu çalışmada kapari karpuzlarının salamuraya işlenmiş halinin toplam karotenoid madde içeriği 1,19 mg/100 g'dir. Bu değer çalışmalarda tespit edilen değerlerle büyük ölçüde uyum göstermektedir.

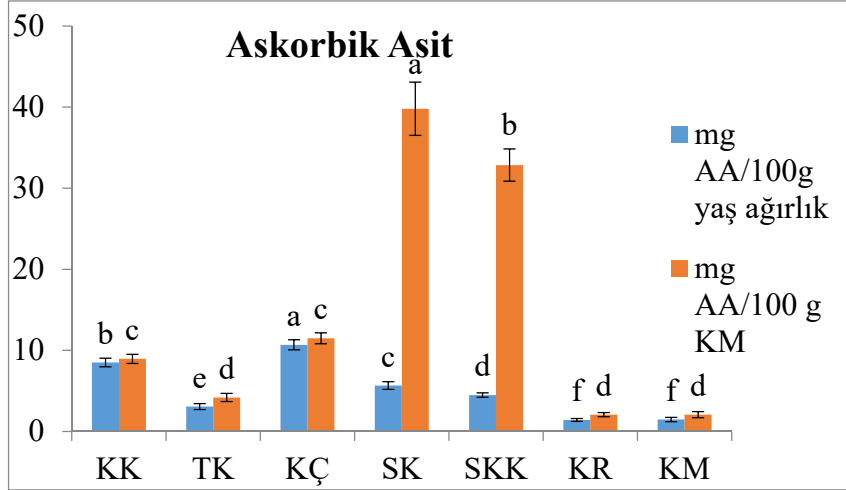
4.3. Kapari Ürünlerinin Askorbik Asit (C vitamini) İçeriği

Kapari ürünlerinde askorbik asit tayini 2,6-diklorofenolindofenol boya çözeltisi kullanılarak spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, literatür verileri ile kıyaslama yapabilmek amacıyla mg AA/100 g ürün cinsinden ve kuru madde üzerinden ürünleri kendi içerisinde kıyaslayabilmek için ise mg AA/100 g KM olarak iki şekilde verilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Kapari ürünlerinin askorbik asit (C vitamini) içeriği

Ürün	Kuru Madde (g/100 g)	mg AA/100g yaş ağırlık	mg AA/100 g KM
KK	94,97	8,50±0,53 ^b	8,95±0,56 ^c
TK	73,2	3,07±0,37 ^e	4,19±0,50 ^d
KÇ	92,98	10,69±0,62 ^a	11,49±0,67 ^c
SK	14,24	5,67±0,47 ^c	39,80±3,29 ^a
SKK	13,66	4,49±0,27 ^d	32,84±1,98 ^b
KR	68,62	1,42±0,18 ^f	2,06±0,26 ^d
KM	71,3	1,48±0,27 ^f	2,07±0,38 ^d

Aynı sütundaki farklı harflerle ifade edilen örnekler arasında istatistikî olarak fark bulunmaktadır ($p<0,05$).



Şekil 4.3. Kapari ürünlerinin askorbik asit (C vitamini) içeriği

Çil (2006), Oltu yöresinde yetişen kapari tomurcuklarının bileşimini ve salamuraya işlenmesini araştırdığı çalışmada, ham kapari tomurcuklarının askorbik asit değerinin 6,38-7,35 mg/100g arasında değiştiğini tespit ederken, salamuraya işlenen ürünlerde askorbik asit varlığını tespit edememiştir. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada salamura kaparinin askorbik asit miktarı 5,67 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Çalışmalar arasındaki bu fark işlenen ürünlerin bileşimsel farklılığından veya yetiştirme bölgesi, olgunluk durumu, işleme koşulları gibi parametrelerdeki farklılıktan kaynaklanmış olabilir.

Kapari karpuzlarının kontrollü ortamda salamuraya işlenmesini araştıran Belviranlı (2008), farklı konsantrasyonda tuz içeren ortamlarda salamuraya işlenen ürünlerin askorbik asit içeriklerinin 5,17-6,88 mg/100 gram arasında saptamıştır. Bu çalışmada değerlendirilen salamura kapari karpuzunun askorbik asit değeri 4,49 mg/ 100 gramdır. Değerler arasındaki farklılık, ürünün olgunluk durumu, yetiştirme bölgesi, işleme yöntemi gibi faktörlerdeki değişikliklerden kaynaklanmış olabilir (Belviranlı 2008).

Kuru madde miktarları üzerinden hesaplanan mg askorbik asit değerlerine bakıldığında en yüksek askorbik asit içeriğine sahip ürünün salamura kapari olduğu, en düşük değere sahip ürünlerin ise tuzda kapari, kapari reçeli ve marmeladı olduğu görülmektedir (Şekil

4.3). En düşük içeriğe sahip bu ürünler arasında istatistiksel anlamda fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

4.4. Antioksidan Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavonoid Madde İçeriği

Antioksidan kapasite tayini DPPH radikali kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar hem radikalın inhibisyonu şeklinde, hem de troloks eşdeğeri cinsinden verilmiştir (bkz. Çizelge 4.4). Kapari ürünlerinin % inhibisyon oranı ile troloks üzerinden hesaplanan antioksidan kapasite sonuçlarına göre en yüksek değere sahip olan ürünün kurutulmuş kapari olduğu saptanmıştır. Bu ürünü sırasıyla kapari çayı ve kuru tuzlama yapılmış kapari takip etmiştir. Salamura kapari ve kapari karpuzunun antioksidan kapasite sonuçlarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). En düşük antioksidan kapasiteye sahip olan kapari reçel ve marmeladının da sonuçları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (bkz. Şekil 4.4).

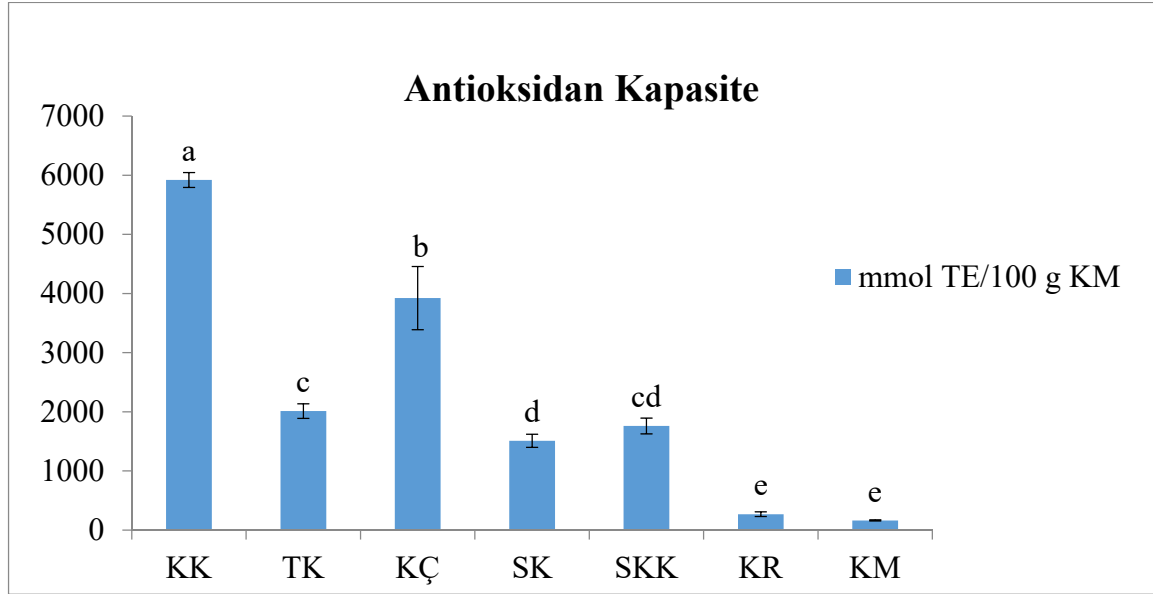
Çizelge 4.4. Kapari ürünlerinin antioksidan kapasite, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarları

Ürün	Antioksidan Kapasite (% İnhibisyon)	Antioksidan Kapasite (mmol TE/100 g KM)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g KM)	Toplam Flavonoid Madde (mg KE/g KM)
KK	67,319±5,942 ^a	5919,77±125,44 ^a	23,206±0,354 ^a	15,41±0,88 ^a
TK	17,637±1,088 ^{ef}	2011,52±124,07 ^c	12,285±0,128 ^c	8,80±0,29 ^c
KÇ	43,656±5,942 ^b	3922,23±533,693 ^b	19,609±0,782 ^b	12,15±0,89 ^b
SK	25,749±1,876 ^{cd}	1509,86±111,09 ^d	6,300±0,069 ^d	5,35±0,76 ^d
SKK	28,792±2,181 ^c	1759,93±134,72 ^{cd}	6,811±0,221 ^d	1,08±0,02 ^e
KR	22,256±3,318 ^{de}	268,5±38,85 ^e	1,259±0,080 ^e	0,28±0,02 ^e
KM	14,048±0,799 ^f	162,68±8,89 ^e	0,614±0,036 ^f	0,39±0,01 ^e

Aynı sütundaki farklı harflerle ifade edilen örnekler arasında istatistikî olarak fark bulunmaktadır ($p<0,05$).

Allaith (2016) kapari karpuzunda DPPH inhibisyon oranını % 37,673 olarak bulmuş olup, sonuç bu çalışmada kullanılan salamura kapari karpuzunun antioksidan kapasite değerinden biraz daha yüksek çıkmıştır. Bu durum meyvenin işlenmiş olmasının yanı

sıra, materyalin coğrafi kökeni, ortam stresi, analiz metodu gibi parametrelerden de kaynaklanmış olabilir (Aichi-Yousfi ve ark. 2016, Stefanucci ve ark. 2018).



Şekil 4.4. Kapari ürünlerinin antioksidan kapasitesi

Grimalt ve ark. (2019) altı farklı gelişim evresinde topladıkları farklı çeşitlere ait kaparilerin antioksidan aktivite değerlerinin 433,0 mg TE/100 g ile 1542 mg TE/100 g arasında değiştiğini bildirilmiştir. Bu çalışma kapsamında değerlendirilen kapari ürünleri arasında en az işleme maruz kalan kuru kaparinin antioksidan kapasitesi, yukarıda verilen çalışmada hesaplanan birim cinsinden ifade edildiğinde 1407,13 mg TE/100 g'dır. Bu değer literatürde yer alan çalışma ile uyum göstermektedir.

Toplam fenolik madde miktarı antioksidan kapasite sonuçları ile paralellik göstermektedir (bkz. Çizelge 4.4). Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu ayırıcı kullanılarak gerçekleştirilmiş olup sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru madde olarak verilmiştir. En yüksek değer kurutulmuş kapariye, en düşük değer ise kapari marmeladına ait olduğu Çizelge 4.4 ve Şekil 4.5'te görülmektedir. Söz konusu iki ürünün, antioksidan özelliği bulunan askorbik asit yönünden en düşük değerlere sahip olduğu Çizelge 4.3'te görülmektedir. Kapari salamurası ve kapari karpuzu salamurasının toplam fenolik madde miktarlarında istatistiksel anlamda fark yoktur ($p > 0,05$)(Şekil 4.5).

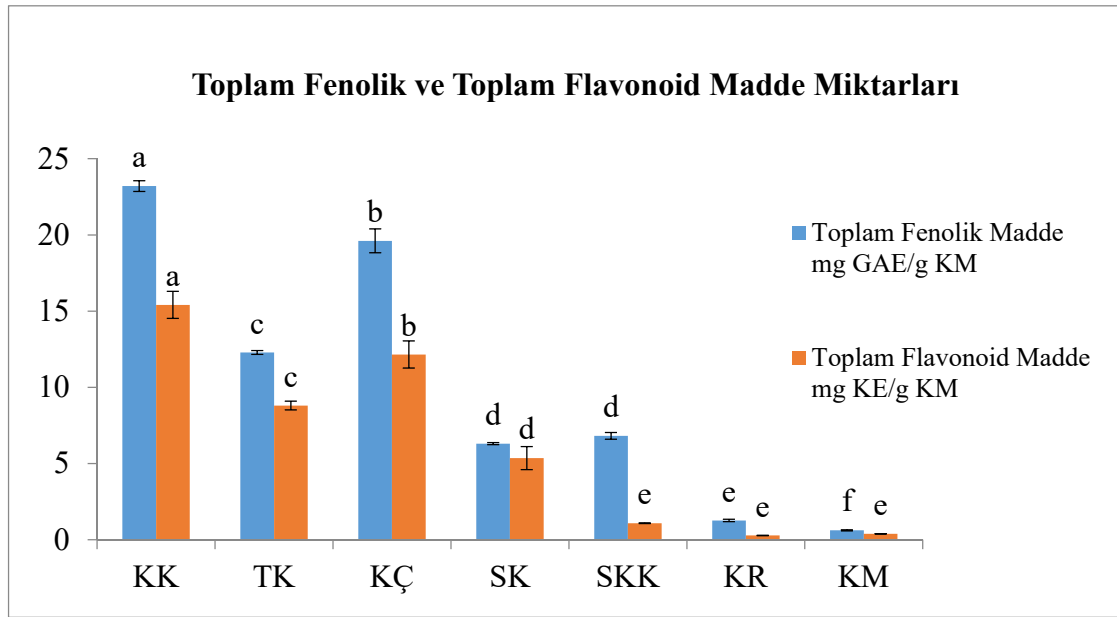
Durmaz ve ark. (2015)'nin, *Capparis ovata* cinsi kaparilerin fenolik bileşenlerinin mikrodalga destekli ekstraksiyonunu, konvansiyonel yöntemle yapılan ekstraksiyonla karşılaştırdığı çalışmada toplam fenolik madde değerlerinin 14,1 – 41,1 mg GAE/g KM arasında saptanmıştır. Kaparilerde fenoliklerin ve antioksidan bileşenlerin ekstraksiyonunun optimum koşullarını araştıran Fattahi ve Rahimi (2016), optimum koşullarda ekstrakte edilen kaparinin toplam fenolik madde miktarının 22,44 mg GAE/g KM olduğunu tespit etmiştir. Kaparilerin ultrases destekli ekstraksiyonunun optimum şartlarını araştıran Boudries ve ark. (2019) ise çalışmalarında farklı çözücü ve işlem parametreleri uygulayarak ekstrakte ettikleri kaparilerin toplam fenolik madde değerlerinin 20,20 - 39,9 mg GAE/g KM arasında bulmuştur. Bu çalışmada elde edilen kuru kapariye ait toplam fenolik madde değerinin literatürde yer alan bu değerlere uyumlu olduğu görülmektedir (bkz. Çizelge 4.4). El amri ve ark. (2019), salamuraya işlenmiş ve işlenmemiş kapari karpuzlarının farklı olgunlaşma evrelerindeki fenolik madde değerlerinin 43,98 - 53,792 mg GAE/g KM arasında olduğunu ortaya koymuştur. Bu değer bizim çalışmamızda yer alan salamura kapari karpuzunun fenolik madde miktarından (6,81 mg GAE/g KM) çok daha yüksektir. Kapari karpuzları arasındaki farklı fenolik madde miktarları; çevresel ve iklimsel koşullar, hasat dönemi, işleme ve depolama koşulları, kullanılan ekstraksiyon ve analiz metotları gibi faktörlerdeki farklılıktan kaynaklanmış olabilir (Tlili ve ark. 2015, Limmongkon ve ark. 2017).

Çalışmada yer alan kapari ürünlerinin fenolik madde miktarları kendi içerisinde değerlendirildiğinde en yüksek fenolik madde miktarına sahip ürünün kurutulmuş kapari olduğu, bunu sırasıyla kuru tuzlama yapılmış kapari ve kapari çayının izlediği görülmektedir. Bu ürünlerin fenolik madde miktarlarındaki azalma parçalama ve tuzlama işlemlerinden kaynaklanmış olabilir (Soufi ve ark. 2014, Soufi ve ark. 2016, Choi ve ark. 2018).

Kuru kaparinin toplam fenolik madde değeri, kapari ve kapari karpuzu salamurasının toplam fenolik madde değerinden 3 - 4 kat daha fazladır (bkz. Şekil 4.5). Salmuraya işlenen ürünlerin fenolik madde miktarındaki bu düşüş suda çözünür özellikteki fenollerin salamuraya geçişi, proses şartları, uygulanan işlemler, ürün çeşidi, olgunluğu

gibi faktörlerin değişkenliği ile ilişkilendirilmiştir (Grimalt ve ark. 2018, Jiménez-López ve ark. 2018). En düşük polifenol içeriğine sahip ürünler kapari reçeli ile kapari marmeladıdır. Kaparinin reçel ve marmelada işlenmesi sırasında uygulanan sıcaklık ve süre parametrelerinin bu değişikliğe neden olabileceği düşünülmektedir (Turkmen ve ark. 2005, Jiménez-Monreal ve ark. 2009, Eyarkai Nambi ve ark. 2016, Yu ve ark. 2019).

Toplam flavonoid madde değerleri ile toplam fenolik madde miktarları arasında büyük ölçüde paralellik görülmektedir (Şekil 4.5). Toplam flavonoid madde tayini sonuçları mg kuersetin eşdeğeri/g kuru madde olarak verilmiştir. Kapari ürünleri arasında en yüksek flavonoid içeriğine sahip ürünün kuru kapari, en düşük içerikteki ürünlerin ise salamura kapari karpuzu, kapari reçeli ve marmeladı olduğu gözlenmiştir (bkz. Çizelge 4.4). En düşük flavonoid madde içeriğine sahip bu ürünlerin toplam flavonoid miktarları arasında istatistiksel anlamda bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).



Şekil 4.5. Kapari ürünlerinin toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarları

Mansour ve ark. (2016), *Capparis spinosa* cinsi kaparilerin etanol ekstraktlarının fenolik madde ve antioksidan kapasite sonuçlarını araştırdıkları çalışmada kapari tomurcuklarının flavonoid madde içeriğini 57,93 mg KE/g KM olarak tespit etmiştir. Farklı alanlardan hasat edilen kaparilerin fenolik profilini ve antioksidan aktivitesini

inceleyen Tlili ve ark. (2015) ise kaparilerin toplam flavonoid madde değerlerinin 4,71-72,79 mg KE/g KM değerleri arasında değişim gösterdiğini ve bölgeler arasında flavonoid madde içerikleri açısından ciddi farklılıklar var olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmada yer alan kuru kapariye ait flavonoid madde miktarı 15,41 mg KE/g KM'dir. Bu değer literatürde yer alan değerlere kısmen uyum göstermekle birlikte, aradaki farklılık Tlili ve ark. (2015)'nin ifade ettiği biçimde yetiştirme bölgeleri arasındaki farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Aynı zamanda analiz metotları, işleme faktörleri ve ürünün olgunluk durumu gibi faktörler de bu değişime neden olmuş olabilir. Kuru kapariden sonra en yüksek flavonoid madde miktarına sahip olan ürünlerin kuru tuzlama yapılmış kapari ve kapari çayı olduğu belirlenmiştir. Benzer yöntemler kullanılarak salamuraya işlenen kapari tomurcuğu ve kapari karpuzunun flavonoid madde miktarları arasında 5 kat fark bulunmaktadır (bkz. Çizelge 4.4). Aradaki bu farklılık kapari tomurcuklarının, meyveye dönüşmesi sırasında biyokimyasal bileşiminde gerçekleşen değişimden kaynaklanmış olabilir. Kapari reçel ve marmeladının toplam flavonoid madde miktarı, antioksidan kapasite, toplam fenolik madde, askorbik asit, klorofil ve karotenoid miktarlarında da olduğu gibi en düşük değere sahiptir (bkz. Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4).

4.5. Biyoalınabilirlik

Mide ve bağırsak sindirim ortamlarının simule edildiği *in-vitro* biyoalınabilirlik analizi sonrasında, kapari ürünlerinin antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarları belirlenmiştir. Sindirilmiş ürüne ait antioksidan kapasite, toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarlarının, sindirilmemiş ürüne ait analiz sonuçlarına oranlanması sonucunda elde edilen % biyoalınabilirlik oranları Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

4.5.1. Antioksidan bileşiklerin biyoalınabilirliği

In-vitro gastrointestinal sindirim aşamaları sonrasında tespit edilen antioksidan kapasite sonuçlarına göre biyoalınabilir antioksidanlar kurutulmuş kapari ve kapari çayında en yüksek değerde bulunmuştur ve her iki örnek arasında istatistiksel olarak farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$)(bkz. Çizelge 4.5). Benzer şekilde salamuraya işlenen kapari ve

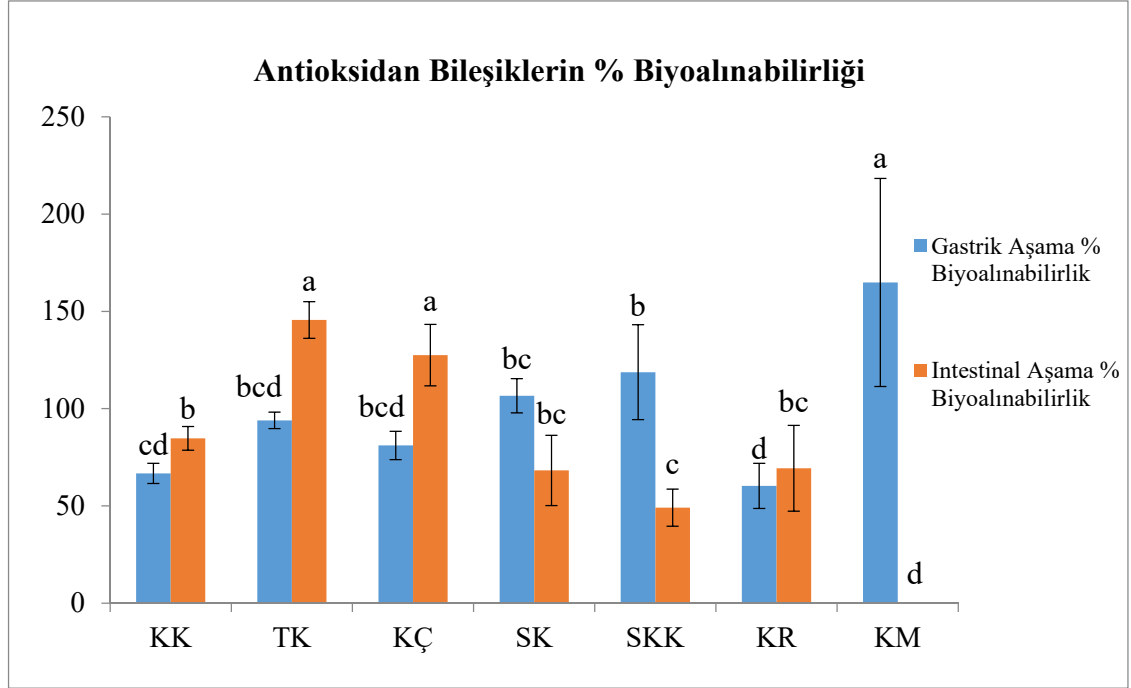
kapari karpuzu da *in-vitro* sindirim sonrası antioksidanlar yönünden farksız bulunmuştur ($p>0,05$). Düşük antioksidan kapasiteye sahip kapari marmeladının *in-vitro* gastrointestinal sindirim sonrasında antioksidan kapasitesi tespit edilememiştir. Bu durum sindirim aşamalarındaki asit, sıcaklık, enzimler, safra tuzları vb. faktörlerin etkisiyle antioksidan maddelerin zarar görmesinden kaynaklanmış olabilir.

Guijarro-Fuertes ve ark. (2019), gerçekleştirdikleri çalışmada antioksidan bileşiklerin *in-vitro* sindirim aşamaları sonrasında önemli oranda azalış gösterdiğini tespit etmiştir. Lafarga ve ark. (2019), domates suyundaki antioksidan bileşiklerin biyoalınabilirliğini değerlendirdikleri çalışmada, sindirim aşamalarından geçen ürünün antioksidan kapasitesinin sindirim öncesine kıyasla azalış gösterdiğini raporlandırmıştır. Quan ve ark. (2020), kahvenin antioksidan bileşenlerinin biyoalınabilirliğini değerlendirdikleri çalışmada *in-vitro* gastrointestinal sindirim aşamaları sonrasında antioksidan kapasitede azalış meydana geldiğini belirlemiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde tuzda kapari ve kapari çayı haricindeki tüm ürünlerin *in-vitro* gastrointestinal sindirim aşamaları sonrasında antioksidan kapasitelerinde azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.5. Antioksidan bileşiklerin biyoalınabilirliği

	Sindirilmemiş Ürün	Gastrik Aşama	İntestinal Aşama
	Antioksidan Kapasite (mmol TE/100 g KM)		
KK	5919,77±125,44 ^a	3945,38±228,73 ^a	5013,03±271,59 ^a
TK	2011,52±124,07 ^c	1886,34±35,19 ^{cd}	2920,92±45,67 ^b
KÇ	3922,23±533,693 ^b	3157,29±211,39 ^b	4948,03±206,55 ^a
SK	1509,86±111,09 ^d	2073,13±315,36 ^c	872,43±239,4 ^c
SKK	1759,93±134,72 ^{cd}	1616,51±251,18 ^d	1019,93±207,23 ^c
KR	268,5±38,85 ^e	163,84±48,87 ^e	182,73±50,51 ^d
KM	162,68±8,89 ^e	264,99±70,82 ^e	-

Aynı sütundaki farklı harflerle ifade edilen örnekler arasında istatistikî olarak fark bulunmaktadır ($p<0,05$).



Şekil 4.6. Kapari ürünlerine ait antioksidan bileşiklerin % biyoalnabilirliği

Gastrointestinal sindirim sonrasında sindirilmiş ürüne ait antioksidan kapasite sonuçlarının sindirilmemiş ürünün antioksidan kapasitesi ile oranlanması sonucunda elde edilen % biyoalnabilirlik değerlerine bakıldığında en yüksek oranlara tuzda kapari (% 145,58) ve kapari çayının (%127,48) sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.6). Bu iki değer arasında istatistiksel anlamda fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). İntestinal sindirim aşaması sonrasında antioksidan kapasitesi tespit edilemeyen kapari marmeladının ise % biyoalnabilirlik değeri hesaplanamamıştır.

4.5.2. Fenolik maddelerin biyoalnabilirliği

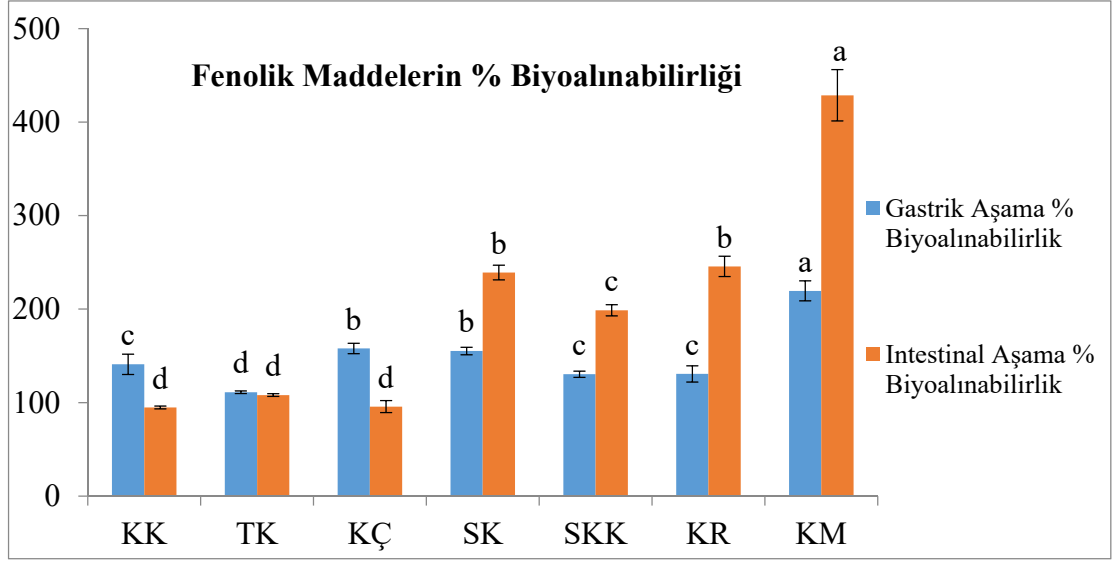
In-vitro gastrik sindirim sonrası genel olarak tüm ürünlerin toplam fenolik madde miktarında artış oluğu görülmüştür (bkz. Çizelge 4.6). Bu durum gastrik ortamda bulunan ezim, asit ve çalkalama faktörlerinin etkisiyle, dokularda gerçekleşen parçalanma sonucunda fenolik maddelerin açığa çıkmasından kaynaklanmış olabilir (Bouayed ve ark. 2011, Ozdal ve ark. 2019). İntestinal aşama sonrasındaki en yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip ürün kurutulmuş kapari, en düşük içeriğe sahip ürünler ise kapari reçel ve marmeladıdır.

Fenolik bileşiklerin biyoalınabilirliği gıda matrisi başta olmak üzere, sindirim enzimleri, fenoliklerin başlangıç içeriği ve miktarları gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Quan ve ark. 2020). Yu ve ark. (2019), işlenmiş dut yapraklarının fenolik bileşiklerinin biyoyararlanımını değerlendirdikleri çalışmada bir fenolik bileşiğin biyoalınabilirliğinin bileşiğin kimyasal yapısı başta olmak üzere birçok faktörden etkilendiğini doğrulamıştır. Gıdaların, ısı ile işleme maruz kalması uygulanan sıcaklıkla biyoaktif bileşenlerin biyoalınabilirliğini teşvik edebileceği gibi, öte yandan işleme ve sindirimin ortak etkisi ile fenolik bileşiklerin yapısında bozulmalar da gerçekleşebilmektedir. Bu nedenle işleme faktörlerinin biyoaktif bileşenlerin biyoalınabilirliği üzerine etkileri değerlendirilirken işleme biçimi, biyoaktif bileşenlerin çeşidi ve miktarı, sindirim enzimleri ve emilimin verimliliğini etkileyebilecek bileşenlerin varlığı dikkate alınmalıdır (Ekbatan ve ark. 2016, Zoubiri ve ark. 2019). Bu çalışmada kapari ürünlerinden bir kısmının sindirim aşamaları sonrası toplam fenolik madde miktarlarında artış, bir kısmının ise azalış göstermesi yukarıda verilen faktörlerin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.6. Fenolik maddelerin biyoalınabilirliği

	Sindirilmemiş Ürün	Gastrik Aşama	İntestinal Aşama
	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g KM)		
KK	23,206±0,354 ^a	32,736±2,997 ^a	21,987±0,431 ^a
TK	12,285±0,128 ^c	13,644±0,070 ^b	13,275±0,203 ^d
KÇ	19,609±0,782 ^b	30,939±0,160 ^a	18,728±0,543 ^b
SK	6,300±0,069 ^d	8,874±0,105 ^c	13,521±0,097 ^d
SKK	6,811±0,221 ^d	9,775±0,226 ^c	15,059±0,460 ^c
KR	1,259±0,080 ^e	1,641±0,012 ^d	3,088±0,074 ^e
KM	0,614±0,036 ^f	1,345±0,034 ^d	2,624±0,019 ^e

Aynı sütundaki farklı harflerle ifade edilen örnekler arasında istatistik olarak fark bulunmaktadır ($p<0,05$).



Şekil 4.7. Kapari ürünlerine ait fenolik bileşiklerin % biyoalnabilirliği

Fenolik maddelerin gastrointestinal aşamalardan sonra biyoalnabilirlik değeri en yüksek kapari marmelatında (%427) saptanmıştır. Bunu sırasıyla kapari reçeli (%254) ve kapari salamurası (%239) izlemiştir (Şekil 4.7). Toplam fenolik madde tayini sırasında kullanılan Folin-Ciocalteu ayırıcı sadece polifenollere spesifik olmayıp, askorbik asit, sitrik asit, basit şekerler ve bazı aminoasitler gibi indirgeyici ajanlarla da reaksiyona girerek fenolik bileşiklerin tespitinde sapmalara neden olmaktadır (Bouayed ve ark. 2012, Çapanoğlu ve ark. 2018, Kamiloğlu 2019). Fenolik bileşiklerin *in-vitro* gastrointestinal sindirim aşamaları sonrasında özellikle kapari reçel ve marmelatında göstermiş olduğu büyük artışın, sindirim enzimleri etkisi ile bu ürünlerdeki şeker katkısının basit şekerlere parçalanması ve bu şekerlerin de Folin-Ciocalteu ayırıcı ile reaksiyona girmiş olması ile ilişkilendirilmiştir. Kuru formda olan kapari, tuzlanmış kapari ve kapari çayı arasında % biyoalnabilirlik değerleri açısından önemli bir farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$).

4.5.3. Flavonoid maddelerin biyoalnabilirliği

In-vitro gastrointestinal sindirim aşamaları sonrasında yapılan flavonoid madde tayini sonuçlarında tüm ürünlerin flavonoid madde miktarlarında azalma saptanmıştır (bkz. Çizelge 4.7). Mide ve bağırsak sindirim aşamaları sonrasında ürünler içerisinde, en yüksek flavonoid madde içeriği kapari çayında (6,23 mg KE/100 g KM) tespit

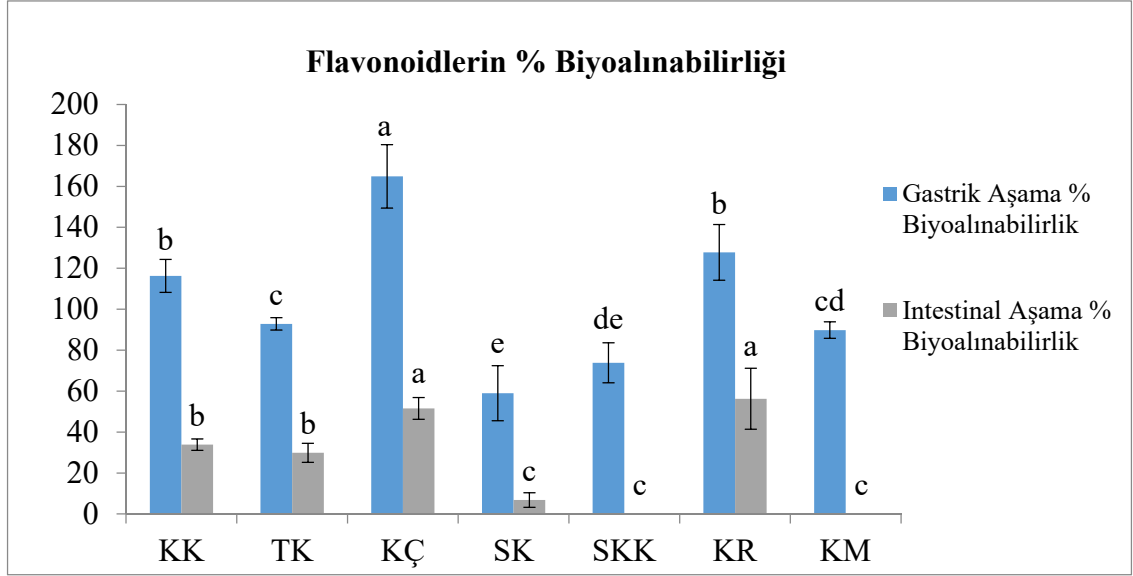
edilmiştir. Toplam flavonoid madde miktarı en düşük olan kapari marmeladı ve kapari karpuzu salamurasının ise gastrointestinal sindirim sonrasında toplam flavonoid madde miktarı belirlenememiştir. Flavonoid maddelerin sindirim aşamaları sonrasında azalışı sindirim enzimleri, asit, sıcaklık, safra tuzları vb. gibi faktörlerden kaynaklanmış olabilir (Jamali ve ark. 2008, Lafarga ve ark. 2019).

Guldiken ve ark. (2016), kırmızı parçarı ev koşullarında turşu, reçel, meyve suyu ve püreye işlemenin, ürünün biyoaktif bileşenleri ve biyoalınabilirliği üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmada, *in-vitro* gastrointestinal sindirim aşamaları sonrasında ürünlerin flavonoid madde miktarlarında azalış olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 4.7. Flavonoid maddelerin biyoalınabilirliği

	Sindirilmemiş Ürün	Gastrik Aşama	İntestinal Aşama
	Toplam Flavonoid (mg KE/100g KM)		
KK	15,41±0,88 ^a	17,89±0,90 ^b	5,20±0,13 ^b
TK	8,80±0,29 ^c	8,17±0,24 ^c	2,62±0,34 ^c
KÇ	12,15±0,89 ^b	19,95±0,48 ^a	6,23±0,23 ^a
SK	5,35±0,76 ^d	3,10±0,40 ^d	0,38±0,25 ^d
SKK	1,08±0,02 ^e	0,80±0,11 ^e	-
KR	0,28±0,02 ^e	0,35±0,02 ^e	0,16±0,04 ^{de}
KM	0,39±0,01 ^e	0,35±0,01 ^e	-

Aynı sütundaki farklı harflerle ifade edilen örnekler arasında istatistikî olarak fark bulunmaktadır ($p<0,05$).

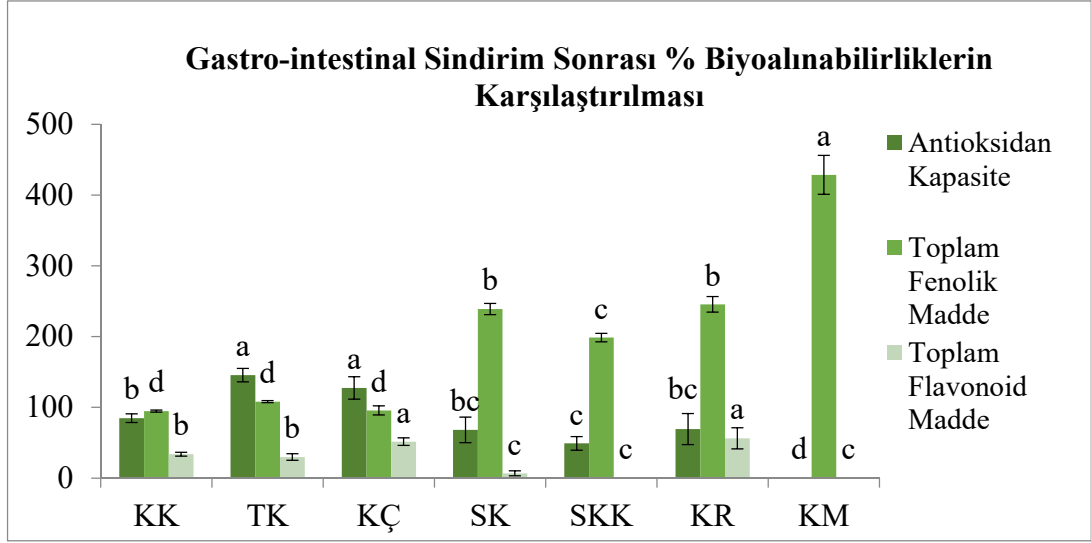


Şekil 4.8. Kapari ürünlerine ait flavonoid bileşiklerin % biyoalnabilirliği

In-vitro gastrointestinal sindirim aşamaları sonrasında elde edilen flavonoid madde miktarının, sindirilmemiş ürünün içeriği ile oranlanması sonucunda elde edilen % biyoalnabilirlik değeri en fazla kapari reçeli (%56,26) ve kapari çayında (%51,53) ait bulunmuştur (Şekil 4.8). Bu iki oran arasında istatistiksel olarak fark saptanmamıştır ($p>0,05$).

4.5.4. *In-vitro* gastro-intestinal sindirim sonrası % biyoalnabilirliklerin karşılaştırılması

In-vitro gastrointestinal sindirim sonrasında antioksidan kapasite, toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarlarının % biyoalnabilirlik değeri birbiri ile kıyaslandığında, antioksidan kapasite ve toplam flavonoid maddelerin % biyoalnabilirlik değeri büyük ölçüde birbirine paralellik gösterdiği görülmüştür (bkz. Şekil 4.9). Toplam fenolik maddelerin % biyoalnabilirliği ise bu yönelimden farklılık göstermiştir.



Şekil 4.9. Gastrointestinal sindirim sonrası % biyoalnabilirliklerin karşılaştırması

Oghbaei ve Prakash (2019), farklı işleme parametrelerine tabi tuttıkları buğday unu ile üretilen ürünlerdeki fenolik ve flavonoid maddelerin biyoalnabilirliğini değerlendirdikleri çalışmada, fenolik maddelerin biyoalnabilirlik yüzdelerinin flavonoid maddelerin biyoalnabilirlik yüzdelerinden daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bu sonuç, tez kapsamında saptanan sonuçlarla uyum göstermektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında ticari olarak satışı sunulan kurutulmuş kapari, kapari çayı, kuru tuzlama yapılmış kapari, salamura kapari, salamura kapari karpuzu, kapari reçeli ve kapari marmeladının biyoaktif bileşimi ve biyoalınabilirliği değerlendirilmiştir. Renk, toplam klorofil ve karotenoid madde, askorbik asit, antioksidan kapasite, toplam fenolik ve flavonoid madde ile biyoalınabilirlik analizleri sonucunda elde edilen verilerde ısıl işlem, tuzlama, kurutma gibi farklı işleme parametrelerinin ürünlerin biyokimyasal bileşiminde de farklılıklara neden olabildiği tespit edilmiştir. Genel olarak tüm analiz sonuçları, en az işleme maruz kalan kurutulmuş kaparinin en yüksek değerlere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte reçel ve marmelada işleme sırasında ısıl işlem gören kaparilerin biyoaktif bileşenlerinde büyük ölçüde azalış olduğu belirlenmiştir. Biyoalınabilirlik açısından değerlendiren kapari ürünlerinin *in-vitro* gastrointestinal sindirim sonrasında, antioksidan kapasite ve toplam flavonoid madde içeriğinin azalış gösterdiği ortaya konmuştur. Toplam fenolik maddelerin biyoalınabilirliği ise gastrointestinal sindirim sonrasında artış göstermiştir. Özellikle bitkisel fenoliklerin analizinde toplam miktarın saptanması amacıyla kullanılan spektroskopik metodun, ayırıcın diğer bileşenlerle de reaksiyon vermesi nedeniyle modifiye edilerek uygulanması veya bu bileşenlerin tespitine yönelik yeni bir metodun geliştirilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, işleme parametrelerinin optimizasyonu, biyoaktif bileşim açısından zengin olan kaparinin bileşimindeki değişiklikleri önlemek açısından esastır. Bu veriler ışığında, ileride yapılacak çalışmaların, endüstriyel üretime uyum sağlayan yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesine odaklanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, J., Kaur, A., Shivhare, U. 2002.** Color Degradation Kinetics of Spinach , Mustard Leaves , and Mixed Puree. *Food Engineering and Physical Properties*, 67(3): 1088–1091.
- Aichi-Yousfi, H., Meddeb, E., Rouissi, W., Hamrouni, L., Rouz, S., Rejeb, M. N., Ghrabi-Gammar, Z. 2016.** Phenolic composition and antioxidant activity of aqueous and ethanolic leaf extracts of six Tunisian species of genus *Capparis* – *Capparaceae*. *Industrial Crops and Products*, 92: 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.07.051>
- Akkari, H., B'chir, F., Hajaji, S., Rekik, M., Sebai, E., Hamza, H., Darghouth, M. A., Gharbi, M. 2016.** Potential anthelmintic effect of *Capparis spinosa* (*Capparidaceae*) as related to its polyphenolic content and antioxidant activity. *Veterinarni Medicina*, 61(6): 308–316. <https://doi.org/10.17221/169/2015-VETMED>
- Al-Dabbas, M., Saleh, M., Hamad, H., Hamadeh, W. 2017.** Chlorophyll Color Retention in Green Pepper Preserved in Natural Lemon Juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4): 3–8. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13055>
- Allaith, A. A. A. 2016.** Assessment of the antioxidant properties of the caper fruit (*Capparis spinosa* L.) from Bahrain. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, 19: 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jaubas.2014.07.001>
- Anonim, 2005.** Determination of substances characteristic of green and black tea Part 1: Content of total polyphenols in tea-colorimetric method using Folin Ciocalteu reagent. International Standart, ISO 14502-1:2005(E).
- Anwar, F., Anwar, F., Muhammad, G., Ajaz Hussain, M., Zengin, G., Alkharfy, K. M., Alkharfy, K. M., Ashraf, M., Gilani, A. H., Gilani, A. H. 2016.** *Capparis spinosa* L.: A plant with high potential for development of functional foods and nutraceuticals/pharmaceuticals. *International Journal of Pharmacology*, 12(3): 201–219. <https://doi.org/10.3923/ijp.2016.201.219>
- Ara, K. M., Karami, M., Raofie, F. 2014.** Application of response surface methodology for the optimization of supercritical carbon dioxide extraction and ultrasound-assisted extraction of *Capparis spinosa* seed oil. *Journal of Supercritical Fluids*, 85: 173–182. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2013.10.016>

- Argentieri, M., Macchia, F., Papadia, P., Fanizzi, F. P., Avato, P. 2012.** Bioactive compounds from *Capparis spinosa subsp. rupestris*. *Industrial Crops and Products*, 36(1): 65–69. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.08.007>
- Başoğlu, F. 2014.** Gıda Kalite Kontrolünün Esasları ve Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri. Dora Yayıncılık, Bursa, 251 pp.
- Belviranlı, B. 2008.** Kontrollü Şartlarda Kapari (*Capparis ovata Desf. var. canescens* (Coss.)) Meyvelerinin Salamuraya İşlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Sel. Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Bhoyar, M. S., Mishra, G. P., Naik, P. K., Srivastava, R. B. 2011.** Estimation of antioxidant activity and total phenolics among natural populations of Caper (*Capparis spinosa*) leaves collected from cold arid desert of trans-Himalayas. *Australian Journal of Crop Science*, 5(7): 912–919.
- Bouayed, J., Deußer, H., Hoffmann, L., Bohn, T. 2012.** Bioaccessible and dialysable polyphenols in selected apple varieties following in vitro digestion vs. their native patterns. *Food Chemistry*, 131(4): 1466–1472. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.030>
- Bouayed, J., Hoffmann, L., Bohn, T. 2011.** Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastro-intestinal digestion and dialysis of apple varieties: Bioaccessibility and potential uptake. *Food Chemistry*, 128(1): 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.052>
- Boudries, H., Nabet, N., Chougui, N., Souagui, S., Loupassaki, S., Madani, K., Dimitrov, K. 2019.** Optimization of ultrasound - assisted extraction of antioxidant phenolics from *Capparis spinosa* flower buds and LC – MS analysis. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13: 2241–2252.
- Capanoglu, E., Kamiloglu, S., Ozkan, G., Apak, R. 2018.** Evaluation of antioxidant activity/capacity measurement methods for food products. In: *Measurement of Antioxidant Activity and Capacity: Recent Trends and Applications*, Apak, R., Capanoglu, E., Shahidi, F. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 273–286.
- Chedraoui, S., Abi-Rizk, A., Marc, E.-B., Chalak, L., Naim, O., Rajjou, L. 2017.** *Capparis spinosa* L . in A Systematic Review : A Xerophilous Species of Multi Values and Promising Potentialities for Agrosystems under the Threat of Global Warming. *Frontiers in Plant Science*, 8: 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01845>

- Choi, S., Seo, H. S., Lee, K. R., Lee, S., Lee, J. 2018.** Effect of cultivars and milling degrees on free and bound phenolic profiles and antioxidant activity of black rice. *Applied Biological Chemistry*, 61(1): 49–60. <https://doi.org/10.1007/s13765-017-0335-3>
- Çil, Y. M. 2006.** Oltu (Erzurum) Yöresinde Yetişen Kapari (*Capparis ovata* var. *herbacea*) Tomurcuklarının Bileşimi ve Salamuraya İşlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Douieb, H., Benlemlih, M., Errachidi, F. 2010.** Improvement of the lactic acid fermentation of capers through an experimental factorial design (*Capparis spinosa* L). *Grasas y Aceites*, 61(4): 398–403. <https://doi.org/10.3989/gya.010510>
- Duman, E., Özcan, M. M. 2014.** Mineral contents of seed and seed oils of *Capparis* species growing wild in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186: 239–245. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3369-y>
- Duman, E., Özcan, M. M. 2015.** Physicochemical properties of caper species seed oils collected from two different harvest years. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95: 2965–2972. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7040>
- Duman, H., Canatan, D., Alanoglu, G., Sutçu, R., Nayır, T. 2013.** The Antioxidant Effects of *Capparis ovata* and Deferasirox in Patients with Thalassemia Major. *Journal of Blood Disorders & Transfusion*, 4(3): 3–6. <https://doi.org/10.4172/2155-9864.1000>
- Durmaz, E., Sumnu, G., Sahin, S. 2015.** Microwave-Assisted Extraction of Phenolic Compounds from Caper. *Separation Science and Technology*, 50: 1986–1992. <https://doi.org/10.1080/01496395.2014.995189>
- Eddouks, M., Lemhadri, A., Michel, J. B. 2004.** Caraway and caper: Potential anti-hyperglycaemic plants in diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 94(1): 143–148. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.05.006>
- Eddouks, Mohamed, Lemhadri, A., Hebi, M., El Hidani, A., Zeggwagh, N. A., El Bouhali, B., Hajji, L., Burcelin, R. 2017.** *Capparis spinosa* L. aqueous extract evokes antidiabetic effect in streptozotocin-induced diabetic mice. *Avicenna journal of phytomedicine*, 7(2): 191–198.
- Ekbatan, S. S., Sleno, L., Sabally, K., Khairallah, J., Azadi, B., Rodes, L., Prakas, S., Donnelly, D., Kubow, S. 2016.** Biotransformation of polyphenols in a dynamic multistage gastrointestinal model. *Food Chemistry*, 204: 453–462.
- El-Ghorab, A., Shibamoto, T., Özcan, M. M. 2007.** Chemical Composition and

Antioxidant Activities of Buds and Leaves of Capers (*Capparis ovata* Desf. var. *canescens*) Cultivated in Turkey). *Journal of Essential Oil Research*, 19(1): 72–77. <https://doi.org/10.1080/10412905.2007.9699233>

El amri, N., Errachidi, F., Bour, A., Chabir, R. 2019. Characterization of Moroccan raw and processed caper berries. *Materials Today: Proceedings*, 13: 841–849. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.04.047>

Eyarkai Nambi, V., Gupta, R. K., Kumar, S., Sharma, P. C. 2016. Degradation kinetics of bioactive components, antioxidant activity, colour and textural properties of selected vegetables during blanching. *Journal of Food Science and Technology*, 53(7): 3073–3082. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2280-2>

Fattahi, M., Nazeri, V., Torras-Claveria, L., Sefidkon, F., Cusido, R. M., Zamani, Z., Palazon, J. 2013. Identification and quantification of leaf surface flavonoids in wild-growing populations of *Dracocephalum kotschyi* by LC-DAD-ESI-MS. *Food Chemistry*, 141(1): 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.019>

Fattahi, M., Rahimi, R. 2016. Optimization of Extraction Parameters of Phenolic Antioxidants from Leaves of *Capparis spinosa* Using Response Surface Methodology. *Food Analytical Methods*, 9: 2321–2334. <https://doi.org/10.1007/s12161-016-0414-9>

Francesca, N., Barbera, M., Martorana, A., Saiano, F., Gaglio, R., Aponte, M., Moschetti, G., Settanni, L. 2016. Optimised method for the analysis of phenolic compounds from caper (*Capparis spinosa* L.) berries and monitoring of their changes during fermentation. *Food Chemistry*, 196: 1172–1179. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.045>

Gan, L., Zhang, C., Yin, Y., Lin, Z., Huang, Y., Xiang, J., Fu, C., Li, M. 2013. Anatomical Adaptations of the Xerophilous Medicinal Plant, *Capparis spinosa*, to Drought Conditions. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 54(2): 156–161. <https://doi.org/10.1007/s13580-013-0162-3>

Gilani, A. H., Atta-ur-Rahman 2005. Trends in ethnopharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 100(1–2): 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.06.001>

Grimalt, M., Hernández, F., Legua, P., Almansa, M. S., Amorós, A. 2018. Physicochemical composition and antioxidant activity of three Spanish caper (*Capparis spinosa* L.) fruit cultivars in three stages of development. *Scientia Horticulturae*, 240: 509–515. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.061>

- Grimalt, M., Legua, P., Hernández, F., Amorós, A., Almansa, M. S. 2019.** Antioxidant Activity and Bioactive Compounds Contents in Different Stages of Flower Bud Development from Three Spanish Caper (*Capparis spinosa*) Cultivars. *The Horticulture Journal*, 88(3): 410–419. <https://doi.org/10.2503/hortj.UTD-060>
- Guijarro-Fuertes, M., Andrade-Cuvi, M.J., Bravo-Vásquez, J., Ramos-Guerrero, L., Vernaza, M.G. 2019.** Andean blueberry (*Vaccinium floribundum*) bread: physicochemical properties and bioaccessibility of antioxidants. *Food Science and Technology*, 39(1): 56-62. <https://doi.org/10.1590/fst.30317>
- Guldiken, B., Toydemir, G., Memis, K.N., Okur, S., Boyacıoğlu, D., Capanoğlu, E. 2016.** Home-Processed Red Beetroot (*Beta vulgaris* L.) Products: Changes in Antioxidant Properties and Bioaccessibility. *International Journal of Molecular Sciences*. 17: 858. doi:10.3390/ijms17060858
- Gull, T., Anwar, F., Sultana, B., Alcayde, M. A. C., Nouman, W. 2015.** Capparis species: A potential source of bioactives and high-value components: A review. *Industrial Crops and Products*, 67: 81–96. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.12.059>
- Hansen, J. M. 1991.** The Paleoethnobotany of Franchthi Cave, University of Minnesota. Greece, 902 pp.
- Ignat, I., Volf, I., Popa, V. I. 2011.** A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 126(4): 1821–1835. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.026>
- Jamali, B., Bjørnsdottir, I., Nordfang, O., Hansen, S.H. 2008.** Investigation of racemisation of the enantiomers of glitazone drug compounds at different pH using chiral HPLC and chiral CE. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 46: 82–87.
- Jiménez-López, J., Ruiz-Medina, A., Ortega-Barrales, P., Llorent-Martínez, E. J. 2018.** Phytochemical profile and antioxidant activity of caper berries (*Capparis spinosa* L.): Evaluation of the influence of the fermentation process. *Food Chemistry*, 250(December 2017): 54–59. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.010>
- Jiménez-Monreal, A. M., García-Diz, L., Martínez-Tomé, M., Mariscal, M., Murcia, M. A. 2009.** Influence of cooking methods on antioxidant activity of vegetables. *Journal of Food Science*, 74(3): 97–103. <https://doi.org/10.1111/j.1750->

3841.2009.01091.x

Kalantari, H., Foruozandeh, H., Khodayar, M. J., Siahpoosh, A., Saki, N., Kheradmand, P. 2018. Antioxidant and hepatoprotective effects of *Capparis spinosa* L. fractions and Quercetin on tert-butyl hydroperoxide- induced acute liver damage in mice. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8(1): 120–127. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.04.010>

Karakurt, Y., Unlu, H., Unlu, H., Padem, H. 2009. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 59(3): 233–237. <https://doi.org/10.1080/09064710802022952>

Kereša, S., Stankovi, D., Lodeta, K. B., Jerčić, I. H., Bolaric, S., Barić, M., Mihovilovi, A. B. 2019. Efficient Protocol for the In Vitro Plantlet Production of Caper (*Capparis orientalis* Veill.) from the East Adriatic Coast. *Agronomy*, 303(9): 1–11. <https://doi.org/doi:10.3390/agronomy9060303>

Khatib, M., Pieraccini, G., Innocenti, M., Melani, F., Mulinacci, N. 2016. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis An insight on the alkaloid content of *Capparis spinosa* L. root by HPLC-DAD-MS , MS / MS and ¹ H qNMR. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 123: 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2016.01.063>

Kulusic-Bilusic, T., Blažević, I., Dejanović, B., Miloš, M., Pifat, G. 2010. Evaluation of the antioxidant activity of essential oils from caper (*Capparis spinosa*) and sea fennel (*Crithmum maritimum*) by different methods. *Journal of Food Biochemistry*, 34: 286–302. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2009.00330.x>

Kürşat, E., Ozan, F., Özan, Ü., Oktay, E., Toptas, O., Özdemir, H. 2015. Dynamic assessment of *Capparis spinosa* buds on survival of periodontal ligament cells using a real-time cell analysis method. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 18(3): 395. <https://doi.org/10.4103/1119-3077.151766>

Lafarga, T., Ruiz-Aguirre, I., Abadias, M., Viñas, I., Bobo, G., Aguilo-Aguayo, I. 2019. Effect of Thermosonication on the Bioaccessibility of Antioxidant Compounds and the Microbiological, Physicochemical, and Nutritional Quality of an Anthocyanin-Enriched Tomato Juice. *Food and Bioprocess Technology*, 12: 147–157.

Lightbourn, G. J., Griesbach, R. J., Stommel, J. R. 2006. Black Pigmentation in

Capsicum—A Biochemical and Molecular Account. *HortScience*, 41(4): 1013–1084. <https://doi.org/10.21273/hortsci.41.4.1015c>

Limmongkon, A., Janhom, P., Amthong, A., Kawpanuk, M., Nopprang, P., Poohadsuan, J., Somboon, T., Saijeen, S., Surangkul, D., Srikummool, M., Boonsong, T. 2017. Antioxidant activity, total phenolic, and resveratrol content in five cultivars of peanut sprouts. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(4): 332–338. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2017.01.002>

Mansour, R. Ben, Jilani, I. B. H., Bouaziz, M., Gargouri, B., Elloumi, N., Attia, H., Ghrabi-Gammar, Z., Lassoued, S. 2016. Phenolic contents and antioxidant activity of ethanolic extract of *Capparis spinosa*. *Cytotechnology*, 68:, 135–142. <https://doi.org/10.1007/s10616-014-9764-6>

Matthäus, B., Özcan, M. 2005. Glucosinolates and fatty acid, sterol, and tocopherol composition of seed oils from *Capparis spinosa* var. *spinosa* and *Capparis ovata* Desf. var. *canescens* (Coss.) Heywood. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(18): 7136–7141. <https://doi.org/10.1021/jf051019u>

Mazarei, F., Jooyandeh, H., Noshad, M., Hojjati, M. 2017. Polysaccharide of caper (*Capparis spinosa* L.) Leaf: Extraction optimization, antioxidant potential and antimicrobial activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 95: 224–231. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.11.049>

Meot-Duros, L., Magné, C. 2009. Antioxidant activity and phenol content of *Crithmum maritimum* L. leaves. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47(1): 37–41. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2008.09.006>

Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carrière, F., Boutrou, R., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Egger, L., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., MacIerzanka, A., MacKie, A., Marze, S., McClements, D. J., Ménard, O., Recio, I., Santos, C. N., Singh, R. P., Vegarud, G. E., Wickham, M. S. J., Weitschies, W., Brodtkorb, A. 2014. A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus. *Food and Function*, 5(6): 1113–1124. <https://doi.org/10.1039/c3fo60702j>

Mollica, A., Stefanucci, A., Macedonio, G., Locatelli, M., Luisi, G., Novellino, E., Zengin, G. 2018. Chemical composition and biological activity of *Capparis spinosa* L.

from Lipari Island. *South African Journal of Botany*, 120: 135–140.
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.02.397>

Moutia, M., El Azhary, K., Elouaddari, A., Al Jahid, A., Jamal Eddine, J., Seghrouchni, F., Habti, N., Badou, A. 2016. *Capparis spinosa* L. promotes anti-inflammatory response in vitro through the control of cytokine gene expression in human peripheral blood mononuclear cells. *BMC Immunology*, 17(1): 1–12.
<https://doi.org/10.1186/s12865-016-0164-x>

Muhaidat, R., Al-qudah, M. A., Al-Shayeb, A., Jacob, J., Al-Jaber, H., Hussein, E. 2013. Chemical profile and antibacterial activity of crude fractions and essential oils of *Capparis ovata* Desf . and *Capparis spinosa* L. (Capparaceae). *International Journal of Integrative Biology*, 14: 39–47.

Musallam, I., Duwayri, M., Shibli, R. A. 2011. Micropropagation of Caper (*Capparis spinosa* L .) from Wild Plants. *Functional Plant Science and Biotechnology*, 5: 17–21.

Nabavi, S. F., Maggi, F., Daglia, M., Habtemariam, S., Rastrelli, L., Nabavi, S. M. 2016. Pharmacological Effects of *Capparis spinosa* L . *Phytotherapy Research*, 30: 1733–1744. <https://doi.org/10.1002/ptr.5684>

Oghbaei, M., Prakash, J. 2019. Bioaccessible phenolics and flavonoids from wheat flour products subjected to different processing variables. *Cereal Chemistry*, 96 :1068–1078.

Okur, M. E., Özbek, H., Polat, D. Ç., Yılmaz, S., Arslan, R. 2018. Hypoglycemic activity of *Capparis ovata* desf. var. palaestina zoh. methanol extract. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 54(3): e18031.

Olsen, C. S., Larsen, H. O. 2003. Alpine medicinal plant trade and Himalayan mountain livelihood strategies. *Geographical Journal*, 169(3): 243–254.
<https://doi.org/10.1111/1475-4959.00088>

Ordoñez, A. A. L., Gomez, J. D., Vattuone, M. A., Isla, M. I. 2006. Antioxidant activities of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz extracts. *Food Chemistry*, 97(3): 452–458.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.024>

Özcan, M. 1996. Kapari (*Capparis* spp.) çiçek tomurcuklarının bileşimi ve salamura ürüne işlenmesi. *Doktora Tezi*, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği anabilim Dalı. Konya.

Özcan, M. 2005. Mineral Composition of Different Parts of *Capparis ovata* Desf. var.

canescens (Coss.) Heywood Growing Wild in Turkey. *Journal of Medicinal Food*, 8(3): 405–407.

Özçelik, H., Koca, A. 2011. Caper (*Capparis* L./ Capparaceae) Genus and Economic Importance in Turkey. 2nd International Non-Wood Forest Products Symposium, , 32–40. 8-10 Eylül 2011, Isparta.

Özdal, T., Ceylan, F. D., Eroglu, N., Kaplan, M., Olgun, E. O., Capanoglu, E. 2019. Investigation of antioxidant capacity, bioaccessibility and LC-MS/MS phenolic profile of Turkish propolis. *Food Research International*, 122: 528–536. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.05.028>

Palomino, J. M., Toledo del Árbol, J., Benomar, N., Abriouel, H., Martínez Cañamero, M., Gálvez, A., Pérez Pulido, R. 2015. Application of *Lactobacillus plantarum* Lb9 as starter culture in caper berry fermentation. *LWT - Food Science and Technology*, 60(2): 788–794. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.061>

Panico, A. M., Cardile, V., Garufi, F., Puglia, C., Bonina, F., Ronsisvalle, G. 2005. Protective effect of *Capparis spinosa* on chondrocytes. *Life Sciences*, 77(20): 2479–2488. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2004.12.051>

Pepi, S., Sardella, A., Bonazza, A., Vaccaro, C. 2018. Geochemical caper fingerprints as a tool for geographical origin identification. *Environmental Geochemistry and Health*, 40: 1385–1403. <https://doi.org/10.1007/s10653-017-0063-y>

Pérez Pulido, R., Omar, N. Ben, Abriouel, H., Lo'pez, L., Canamero, M. M., Galvez, A. 2005. Microbiological Study of Lactic Acid Fermentation of Caper Berries by Molecular and Culture-Dependent Methods. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(12): 7872–7879. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.12.7872>

Prakash, D., Suri, S., Upadhyay, G., Singh, B. N. 2007. Total phenol, antioxidant and free radical scavenging activities of some medicinal plants. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(1): 18–28. <https://doi.org/10.1080/09637480601093269>

Quan, W., Qie, X., Chen, Y., Zeng, M., Qin, F., Chen, J., Zhiyong, H. 2020. Effect of milk addition and processing on the antioxidant capacity and phenolic bioaccessibility of coffee by using an *in vitro* gastrointestinal digestion model. *Food Chemistry*, 308, 125598. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125598>

Rezzan, A., Ozan, E. E., Huseyin, S., Oktay, Y., Nimet, B. 2013. Phenolic

- components, antioxidant activity, and mineral analysis of *Capparis spinosa* L. *African Journal of Biotechnology*, 12(47): 6643–6649. <https://doi.org/10.5897/AJB2013.13241>
- Romeo, V., Ziino, M., Giuffrida, D., Condurso, C., Verzera, A. 2007.** Flavour profile of capers (*Capparis spinosa* L.) from the Eolian Archipelago by HS-SPME/GC-MS. *Food Chemistry*, 101(3): 1272–1278. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.029>
- Sánchez, C., Baranda, A. B., De Marañón, I. M. 2014.** The effect of High Pressure and High Temperature processing on carotenoids and chlorophylls content in some vegetables. *Food Chemistry*, 163: 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.041>
- Schmalko, M. E., Alzamora, S. M. 2001.** Color, chlorophyll, caffeine, and water content variation during yerba maté processing. *Drying Technology*, 19(3–4): 599–610. <https://doi.org/10.1081/DRT-100103937>
- Schoefs, B. 2002.** Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. *Trends in Food Science and Technology*, 13: 361–371.
- Seifert, B., Zude-Sasse, M. 2016.** High hydrostatic pressure effects on spectral-optical variables of the chlorophyll pool in climacteric fruit. *LWT - Food Science and Technology*, 73: 303–310. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.011>
- Simona, B., Alexandrina, F., Mirela, T. D., Ildiko, S. 2011.** Studies on Citrus Species Fruits Ascorbic Acid. *Fascicula Protecția Mediului*, 16: 212–217.
- Sonmezdag, A. S., Kelebek, H., Selli, S. 2019.** Characterization of Aroma-Active Compounds, Phenolics, and Antioxidant Properties in Fresh and Fermented Capers (*Capparis spinosa*) by GC-MS-Olfactometry and LC-DAD-ESI-MS / MS. *Journal of Food Science*, 84(9): 2449–2457. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14777>
- Soufi, O., Romero, C., Motilva, M. J., Borrás Gaya, X., Louaileche, H. 2016.** Effect of dry salting on flavonoid profile and antioxidant capacity of Algerian olive cultivars. *Grasas y Aceites*, 67(2): e132. <https://doi.org/10.3989/gya.0641152>
- Soufi, Ouahiba, Romero, C., Louaileche, H. 2014.** Ortho-diphenol profile and antioxidant activity of Algerian black olive cultivars: Effect of dry salting process. *Food Chemistry*, 157: 504–510. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.075>
- Stefanucci, A., Zengin, G., Locatelli, M., Macedonio, G., Wang, C. K., Novellino, E., Mahomoodally, M. F., Mollica, A. 2018.** Impact of different geographical

locations on varying profile of bioactives and associated functionalities of caper (*Capparis spinosa* L.). *Food and Chemical Toxicology*, 118: 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.05.003>

Taghavi, M. M., Nazari, M., Rahmani, R., Sayadi, A., Hajizadeh, M. R., Mirzaei, M. R., Ziaaddini, H., Hosseini-Zijoud, S. M., Mahmoodi, M. 2014. Outcome of *Capparis spinosa* Fruit Extracts Treatment on Liver, Kidney, Pancreas and Stomach Tissues in Normal and Diabetic Rats. *Medicinal Chemistry*, 4(10): 717–721. <https://doi.org/10.4172/2161-0444.1000218>

Tlili, N., Elfalleh, W., Saadaoui, E., Khaldi, A., Triki, S., Nasri, N. 2011. The caper (*Capparis* L.): Ethnopharmacology, phytochemical and pharmacological properties. *Fitoterapia*, 82(2): 93–101. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.09.006>

Tlili, N., Khaldi, A., Triki, S., Munne-Bosch, S. 2010. Phenolic Compounds and Vitamin Antioxidants of Caper (*Capparis spinosa*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 65: 260–265. <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0180-6>

Tlili, N., Mejri, H., Anouer, F., Saadaoui, E., Khaldi, A., Nasri, N. 2015. Phenolic profile and antioxidant activity of *Capparis spinosa* seeds harvested from different wild habitats. *Industrial Crops and Products*, 76: 930–935. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.040>

Tlili, N., Nasri, N., Saadaoui, E., Khaldi, A., Triki, S. 2009. Carotenoid and tocopherol composition of leaves, buds, and flowers of *Capparis spinosa* grown wild in Tunisia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(12): 5381–5385. <https://doi.org/10.1021/jf900457p>

Trombetta, D., Occhiuto, F., Perri, D., Puglia, C., Santagati, N. A., De Pasquale, A., Saija, A., Bonina, F. 2005. Antiallergic and antihistaminic effect of two extracts of *Capparis spinosa* L. flowering buds. *Phytotherapy Research*, 19(1): 29–33. <https://doi.org/10.1002/ptr.1591>

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

Turkmen, N., Sari, F., Velioglu, Y. S. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*, 93(4): 713–718. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.038>

Vahid, H., Rakhshandeh, H., Ghorbani, A. 2017. Antidiabetic properties of *Capparis*

spinosa L . and its components. *Biomedicine et Pharmacotherapy*, 92: 293–302. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.05.082>

Wellburn, A. R., Lichtenthaler, H. 1984. Formulae and program to determine total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents: Advances in photosynthesis research, Sybema, C., Springer Netherlands, The Netherlands, 9–12.

Yang, T., Wang, C. hong, Chou, G. xin, Wu, T., Cheng, X. mei, Wang, Z. tao 2010. New alkaloids from *Capparis spinosa*: Structure and X-ray crystallographic analysis. *Food Chemistry*, 123(3): 705–710. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.039>

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

Yen, G. C., Duh, P.D. 1994. Scavenging Effect of Methanolic Extracts of Peanut Hulls on Free-Radical and Active-Oxygen Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(3): 629–632. <https://doi.org/10.1021/jf00039a005>

Yerlikaya, O., Karagozlu, C. 2014. Effects of added caper on some physicochemical properties of White Cheese. *Mljekarstvo*, 64(1): 34–48.

Yildirim, A., Sekeroglu, A., Koç, H., Eleroglu, H., Duman, M., Tahtali, Y., Elmastas, M., Mutlu, M. I. Sen 2018. Egg production and quality characteristics of laying hens fed diets supplemented with dry caper (*Capparis spinosa*) leaf powder. *Indian Journal Of Animal Research*, 52(1): 72–78. <https://doi.org/10.18805/ijar.B-556>

Yıldırım, A., Sekeroglu, A., Koc, H., Eleroglu, H., Tahtali, Y., Sen, M. I., Duman, M., Genc, N. 2014. The effect of dry caper (*Capparis spinosa*) fruit on egg production and quality characteristics of laying hens. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51(1): 217–224.

Yu, L. E. I., Yang, J., Wang, X. I. N., Jiang, B. O., Sun, Y., Ji, Y. 2017. Antioxidant and antitumor activities of *Capparis spinosa* L . and the related mechanisms. *Oncology Reports*, 37: 357–367. <https://doi.org/10.3892/or.2016.5249>

Yu, L., Yang, J., Wang, X., Jiang, B., Sun, Y., Ji, Y. 2017. Antioxidant and antitumor activities of *Capparis spinosa* L. and the related mechanisms. *Oncology Reports*, 37(1): 357–367. <https://doi.org/10.3892/or.2016.5249>

Yu, Y., Zhang, B., Xia, Y., Li, H., Shi, X., Wang, J., Deng, Z. 2019. Bioaccessibility and transformation pathways of phenolic compounds in processed mulberry (*Morus*

alba L.) leaves after in vitro gastrointestinal digestion and faecal fermentation. *Journal of Functional Foods*, 60: 103406. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.06.008>

Zhou, H., Jian, R., Kang, J., Huang, X., Li, Y., Zhuang, C., Yang, F., Zhang, L., Fan, X., Wu, T., Wu, X. 2010. Anti-inflammatory effects of caper (*Capparis spinosa* L.) fruit aqueous extract and the isolation of main phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(24): 12717–12721.

Zoubiri, L., Bakir, S., Barkat, M., Carrillo, C., Capanoglu, E. 2019. Changes in the phenolic profile, antioxidant capacity and *in vitro* bioaccessibility of two Algerian grape varieties, Cardinal and Dabouki (Sabel), during the production of traditional sun-dried raisins and homemade jam. *Journal of Berry Research*, 9: 709–724.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Buket TAYİROĞLU
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa / 03.02.1994
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Ali Karasu Lisesi (2008-2012)
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2012-2017)
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2017-2020)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Şahinkaya Eğitim Kurumları/Gıda Mühendisi
05/18-08/18

İletişim (e-posta) : buketseyhan.bkt@gmail.com

Yayımları

Dağdelen, C., Seyhan, B., İncedayı, B. 2019. Dondurulmuş Bazı Meyve ve Sebzelerin Toplam Fenolik Madde, Antioksidan Kapasite ve Mikrobiyal Yük Açısından Değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2): 273-292.

İncedayı, B., Seyhan, B., Çopur, Ö.U. 2019. Ohmik Destekli İşlemlerin Gıdalarda Kullanımı ve Kalite Üzerine Etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2): 341-354.

Seyhan, B., İncedayı, B. 2019. Nutritional potential characterization and bioactive properties of caper products. International Conference on Agronomy and Food Science and Technology (AgroFood), 20-21 June 2019, İstanbul.