



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SALÇALIK ACI BİBERDEN KAPSAİSİN ELDESİNDE FARKLI
LOKASYONLARIN KARŞILAŞTIRILMASI**

ASLIHAN CEYLAN

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY
EYLÜL - 2023**



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SALÇALIK ACI BİBERDEN KAPSAİSİN ELDESİNDE FARKLI
LOKASYONLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

ASLIHAN CEYLAN
ORCID:0000-0003-2990-9659

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa DİDİN
ORCID: 0000-0001-8444-5725

HATAY
EYLÜL - 2023

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SALÇALIK ACI BİBERDEN KAPSAİSİN ELDESİNDE FARKLI
LOKASYONLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

ASLIHAN CEYLAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa DİDİN danışmanlığında hazırlanan bu tez 27/09/2023 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa DİDİN
Başkan

Doç. Dr. Dilşat BOZDOĞAN
KONUŞKAN
Üye

Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN
Üye

Kod No:1459

Doç. Dr. Cengiz KARACA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 22.YL.001

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

27/09/2023

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmzası

ASLIHAN CEYLAN

ÖZET

SALÇALIK ACI BİBERDEN KAPSAİSİN ELDESİNDE FARKLI LOKASYONLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Türkiye’de üretim miktarı bakımından ekonomik olarak önemli bir yere sahip olan kırmızıbiber, baharat ve gıdalarda doğal renklendirici olarak da kullanılmaktadır. Biber meyvelerinin keskin aromasından sorumlu olan en önemli bileşikler kapsaisinoidlerdir. Biberlerde en çok bulunan kapsaisinoidler ise, kapsaisin ve dihidrokapsaisindir. Bu nedenle biberlerdeki acılık bileşenini veren kapsaisin miktarının belirlenmesi ile farklı bölgelerde yetişen biberlerin karşılaştırmaları yapılarak literatürde bu konudaki boşluğu tamamlamak amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda farklı bölgelerden alınan biber salçası atıklarından ekstrakte edilecek olan sıvı kapsaisinde; kapsaisin miktarı, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinin belirlenmesi için gerekli analizler yapılacaktır.

2023, 20 sayfa

Anahtar kelimeler: Kapsaisin, kırmızıbiber, biber salçası, sıvı kapsaisin.

ABSTRACT

COMPARISON of DIFFERENT LOCATIONS in OBTAINING CAPSAICIN from HOT PEPPER

Red pepper, which has an economically important place in terms of production amount in Turkey, is also used as a natural colorant in spices and foods. The most important compounds responsible for the pungent aroma of pepper fruits are capsaicinoids. The most abundant capsaicinoids in peppers are capsaicin and dihydrocapsaicin. Therefore, it is aimed to fill the gap in the literature by determining the amount of capsaicin, which gives the bitterness component in peppers, and by comparing the peppers grown in different regions. For this purpose, in the liquid capsaicin to be extracted from the pepper paste wastes taken from different regions; capsaicin amount, total phenolic content, and antioxidant activity will be determined.

2023, 20 pages

Key Words: Capsaicin, red pepper, pepper paste, liquid capsaicin.

TEŞEKKÜR

Mesleki ve akademik hayatımda önemli kararlar almam gerektiğinde sürekli yanımda olan ve varlığı ile benim için önemli bir rol model oluşturan, gerek yüksek lisans tez konumunun belirlenmesinde gerek araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmalarımı ışık tutan ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa DİDİN'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez konusunun belirlenmesi ve çalışmaların takibinde profesyonel yaklaşımları ve öngörülerini ile yüksek lisans çalışmalarımı zenginleştiren ve yardımlarını esirgemeyen Tez İzleme Komitesi üyeleri Doç. Dr. Dilşat BOZDOĞAN KONUŞKAN ve Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN'a, tez çalışmalarım sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (HMKÜ) Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na ve HMKÜ FBE Enstitüsü Müdürlüğü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım süresince, tüm laboratuvar çalışmalarımdaya yapmış oldukları katkı ve yardımları nedeniyle Arř. Gör. Dr. Sercan DEDE ve Özgür KESEN'e çok teşekkür ederim.

Eđitim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, güvenen ve daima yanımda olan canım aileme sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	9
3. 1. Materyal.....	9
3. 2. Yöntem	10
3. 2. 1. Toplam Fenolik Madde Tayini	10
3. 2. 2. Toplam Antioksidan Madde Tayini.....	11
3. 2. 3. İstatistiksel Değerlendirmeler.....	11
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	13
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	16
KAYNAKLAR	17
ÖZGEÇMİŞ	20

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. İki farklı kırmızıbiber çeşidinden elde edilen ekstraktların antioksidan ve kapsaisin aktiviteleri.....	14
--	----



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Kırmızıbiberlerin etüvde kurutulması.....	9
Şekil 3.2. Kurutulmuş kırmızıbiberlerin öğütülme işlemi	9
Şekil 3.3. Öğütülmüş kırmızıbiberden soğuk pres yöntemi ile yağ elde edilmesi.....	10
Şekil 3.4. Scoville Acılık Birimleri (SHU) (Anonim, 2023)	12
Şekil 4.1. Osmaniye’den alınan kırmızıbiberden elde edilen fenolik madde tayini sonuçları	13
Şekil 4.2. Hatay’dan alınan kırmızıbiberlerden elde edilen fenolik madde tayini sonuçları	14



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C	: Derece Celsius
µmol	: mikromol
mg	: miligram
dk	: dakika
kHz	: kilohertz
W	: Watt
g	: gram
kg	: kilogram
cm	: santimetre
ml	: mililitre

KISALTMALAR

GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
AOAC	: Resmi Analitik Kimyagerler Derneği
DPPH	: 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil radikali
TEAC	: Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasite
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
SCU	: Scoville Acılık Birimi
ANOVA	: Tek Yönlü Varyans Analizi

1. GİRİŞ

Biber olarak da anılan Capsicum (Capsicum spp.), anavatanı olan Amerika tropiklerinde yetişmiş ve bugün taze, kurutulmuş ve işlenmiş ürünler için tüm dünyada yetiştirilen ana sebze ve baharat mahsulüdür (Hunziker, 2001). Avrupa’da acı biber ilk zamanlarda sadece baharat için kullanılırken daha sonra bir sebze olarak kabul görmeye başlanmıştır (Luján, 1988).

Kırmızıbiberlerin daha kolay tüketilebilir hale gelmesi ve tüketim zamanına gelene kadar bozulmadan saklanabilmesi için salça üretimi yapılmaktadır. Dünya genelinde ve Türkiye’de artan ihtiyaçtan dolayı salça üretimi her yıl daha da artmaktadır. Buna bağlı olarak da salça atığı artış göstermektedir.

Ülkemizde, 2020 yılında salçalık kırmızıbiber üretimi için 370.031 dekar alan kullanılmış ve 1.219.091 ton biber üretim yapıldığı bildirilmişken; bu rakam 2021 yılında 377.905 dekar alanda 1.445.275 ton gibi bir rakama ulaşmıştır. Hatay ilinde ise 2021 yılında 60.769 ton üretim yapıldığı bildirilirmiş ve bu miktar Türkiye’deki kırmızıbiber üretiminin % 4,2’lik bir kısmını oluşturmaktadır (TÜİK, 2022).

Biber meyvesinde yüksek miktarda kapsaisinoid (kapsaisin ve dihidrokapsaisin) bulunmaktadır. Kırmızıbiberde acılığı bu kapsaisinoidler verir. (Aslan ve ark., 2010). Biberlerde acılık kalıtsal nitelikte olmakla birlikte; C lokuslarında bulunan bir gen, kapsaisinoid depolamakla görevlidir. Bu gen, acılığın varlığını veya yokluğunu belirler. Acılığın değeri çevresel faktörlere göre değişiklik gösterebilmektedir (Zewdie ve ark., 2000). Biberde acılık, Scoville Acılık Birimleri (SHU) veya $mg L^{-1}$ kapsaisin olarak türlere ayrılmaktadır (Kraikruan ve ark., 2008).

Acı kırmızıbiberler A, C ve E vitaminlerini içermektedir. Bununla birlikte sebzelerde ender olarak görülen P vitaminine ancak biberde rastlanmaktadır (Duke, 1986).

Acı biberdeki esas bileşikler, kapsaisinoid bileşikleridir (Othman ve ark., 2011; Dias, 2012). Kapsaisinoidler biberin plasentasında oluşur ve yaklaşık %90 oranında meyve çeperinde, %10 oranında ise biberin tohumunda bulunur. Kapsaisinoidlere en çok acılık veren madde %69 ile kapsaisinlerdir. Diğer acılık veren kapsaisinoidler ise %22 oranında dihidrokapsaisin, %7 oranında nordihidro-kapsaisin, homodihidro-kapsaisin ve %2 oranında homokapsaisindir (Kadalkal ve ark., 2001).

Kapsaisin ve dihidrokapaisinler biberde bulunan kapsaisinoidlerin %80-90'ını oluşturmaktadır. Acı biberlere bakıldığında kuru ağırlık olarak içeriğinde %0.3 ile %1 kapsaisinoid bulundururken, orta acılığa sahip biberler %0.3-0.01 oranında acılık bulundurlar. Bununla birlikte az acı biberler %0.01-0.003 oranında acılık içermektedir (Barbero ve ark., 2006).

Kapsaisinoidlerin insanlar üzerinde birçok olumlu etkisi vardır. Yapılan araştırmalar sonucunda kapsaisin çok güçlü antioksidan olmasının yanı sıra genlerde meydana gelebilecek mutasyonu önleme ve tümör oluşumunu engelleme etkisinin olduğu bulunmuştur. Bunun ile birlikte iltihabı ve ödemi azaltması ile anti-inflamatuar bir etkiye sahiptir. Ayrıca kapsaisin ağrı kesici olarak fayda gösterir ve kalp, kan damarları ve solunum yollarında uyarıcı etkileri vardır. Ek olarak antimikrobiyal özelliği sayesinde bakterilerin oluşumunu engelleme gücü olduğu gözlemlenmiştir (Muchena, 2009; Luo ve ark., 2011).

Yapılan çalışmalarda kapsaisin kolesterolü düzenleyici bir etkisinin olduğunu gösterirken, kapsikumin kolesterolü ve trigliseriti azaltması sayesinde damar hastalığı riskini azalttığı belirtilmiştir (Srinivasan ve ark., 1991; Kawada ve ark., 1986).

Salça ve benzeri gıda malzemelerin yapımında kapsaisin kullanılırken; anti kanser, antioksidan ve ağrı kesici özelliği nedeniyle tıp alanında kullanılmaktadır. Ayrıca saçın seyreldiğini engellediği için kozmetik sektöründe kullanımları da mevcuttur (Gonzalez ve ark., 2011; Dias, 2012).

Kapsaisin ağrı kesici özelliği ile romatizmal ağrısı olan bireylerde ve kireçlenme rahatsızlığı yaşayan bireylerde %0.025 oranında kapsaisin içeren merhemlerle deriye uygulamalar yapılmaktadır. Uygulama sonunda kullanılan bu merhem ile ağrıların azaldığı belirtilmiştir (Deal, 1991).

Satyanarayana ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, kırmızıbiberin çok tüketildiği Malezya ve Hindistan bölgesinde Çin' e göre üç kat daha az gastrik ülserle rastlandığı belirtilmiştir.

Kapsaisin glioma, lösemi, gastrik ve hepatik kanserler gibi çeşitli tümörlerde antikanserojenik etkiye sahip olduğu ve anti kanserojen etkisini değişik mekanizmalarla ortaya çıkardığı gösterilmiştir (Kim ve ark. 2010).

Tavuk yemlerine ilave edilen kırmızı acı biberin (kapsaisin) metabolizmayı uyararak hızlandırdığı, karaciğerin enzim etkinliğini arttırdığı ve bununla birlikte yağların

yakımını hızlandırarak yumurta ve döl üretiminde artış yaşandığı gözlemlenmiştir (Özfiliz ve ark., 2002).

Bu çalışmadaki amacımız kırmızıbiber ve biber işleme artıklarından kapsaisin üretimi üzerinde araştırma yaparak ülkemizdeki kapsaisin üretim potansiyelini harekete geçirmektir. Ülkemiz kapsaisin konusunda önemli bir tüketici olmakla birlikte aynı zamanda da dışa bağımlıdır. Yapacağımız çalışma ile bu alanda ülkemiz potansiyeline dikkat çekilerek kapsaisin üretiminin yerli kaynaklardan daha çok kullanılmasına katkı sağlanacaktır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Pordesimo ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada jalapeno biberleri kullanılarak hasat zamanının, meyve renginin ve kurutma parametrelerinin kapsaisin miktarı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. İlk hasat 1 Ağustos'ta başlamış, 10 günlük aralıklarla hasat yapılmış ve son hasat 5 Ekim'de yapıldığı belirtilmiştir. Hem yeşil hem kırmızı biber örnekleri hasat edilmiş, havalandırılmalı plastik torbalara konulmuş ve kurutma deneyine kadar buzdolabında 4°C'de muhafaza edildiği belirtilmiştir. Isıtılmış hava kurutmasında laboratuvar tipi konveksiyon fırın kullanılırken; ortam havası ile kurutmada yaklaşık 27°C'de biberler serilerek kurutma işleminin gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Deneysel işlem faktörlerinin etkisini belirlemek için İstatiksel Analiz Sistemi (SAS, 1999) kullanıldığı ifade edilmiştir. Kapsaisin içeriği AOAC Yöntemi (1995) izlenerek ters fazlı sıvı kromatografisi ile belirlenmiştir. Taze biberlerdeki kapsaisin miktarı hasatlara göre önemli ölçüde değişmemiş olup yeşil ve kırmızı biberlerin kapsaisin miktarı arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Kurutulmuş ürünlerdeki konsantrasyonun taze biberdeki kapsaisin miktarından 15 kat fazla olduğu ifade edilmiştir. Kesilmiş veya tüm biberlere bakıldığında test edilen sıcaklık aralığında kapsaisinoidlerin konsantrasyonunda değişiklik olmadığı gözlemlenmiştir. Kurutmada 85 °C'ye kadar yüksek sıcaklıklar kullanılarak daha yüksek nem transfer oranı elde edildiği; biberlerin dilimlenmesi ve maliyeti azaltmak için hızlı kurutma gerçekleştirildiği ifade edilmiştir.

Othman ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada Riyad'daki pazarlardan toplanan acı biber, kırmızıbiber, yeşilbiber, dolmalık sarı biber ve dolmalık yeşil biber örneklerinden kapsaisin ve dihidrokapsaisin tayin etmeyi ve bu biberlerin keskinliğini hesaplamayı amaçlamışlardır. Kapsaisin ekstraksiyonunda numunelerin önce kurutulduğu, ardından çözücü olarak etanol kullanıldığı; bileşenlerin ayrılması, tanımlanması, nicelendirilmesi için yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanıldığı ve Scoville acılık biriminde değerlendirildiği belirtilmiştir. Scoville biriminde kırmızıbiberin acılığının 4949,08 olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak acı biberlerin en yüksek kapsaisin konsantrasyonunu gösterdiği; yeşilbiberlerin tespit edilen en düşük kapsaisin konsantrasyonuna sahip olduğu gözlemlenmiştir. Scoville acılık biriminde (SHU) değerlendirilen biberlerin keskinlik düzeyinin sırasıyla: acı biber (çok keskin) > kırmızıbiber (orta derecede keskin) > yeşilbiber (hafif keskin) > dolmalık yeşil ve sarı biber (keskin değil) olduğu ifade edilmiştir.

Chuichulcherm ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada kapsaisinoidleri kurutulmuş biberlerden çıkararak optimum kapsaisinoid ekstraksiyonu üzerine çalışmışlardır. Teknik olarak mikrodalga destekli ekstraksiyon (MAE), soxhlet yöntemi ile ekstraksiyon ve ultrasonik destekli ekstraksiyon (UAE) kullanmışlardır. Optimum koşulların hareketli faz olarak %40 etanol, 25 cm tabaka yüksekliği ve hareketli fazın akış hızınının 2,5 ml/dk olduğu belirtilmiştir. Kapsaisin ayrımında hareketli faz oranının en önemli etken olduğu ifade edilmiştir. Soxhlet işleminde, 93°C’de 5 saat boyunca kapsaisinoid ekstraksiyonu yapıldığı; MAE için, 200 ml etanol içinde 90W, 320W, 360W, 600W elektrik güçleri ve 5-20 dakika ekstraksiyon süresi ile 2 g kurutulmuş örnek ekstrakte edildiği; UAE tekniğinde 2 g kurutulmuş numunenin farklı ekstraksiyon süreleri (5-30 dakika) kullanılarak 40kHz ultrasonik temizleyicide 200 ml etanol ile ekstrakte edildiği ifade edilmiştir. Kapsaisin ve dihidrokapsaisin konsantrasyonlarının HPLC sistemi kullanılarak değerlendirildiği belirtilmiştir. Etanol hacmi arttığında (%50) kapsaisinoid miktarının arttığı ve bunun nedeninin yüksek etanol hacminde iyi sirkülasyon elde edilmesi olarak ifade edilmiştir. Sonuçlarda 300 ml’deki etanol hacmi ile 200 ml’deki etanol hacmindeki kapsaisinoidlerin istatistiksel olarak farklı olmadığı (%6’dan az) tespit edilmiştir. Bu nedenle 200 ml’deki etanol hacmi, ekstraksiyon işleminde çözücü hacmi azaltmak için optimum hacim olarak ifade edilmiştir. Mikrodalga destekli ekstraksiyonda kapsaisinoidlerin bozulması olmadan maksimum elektrik gücü, 20 dakikalık ekstraksiyon süresi içinde 320W olması gerektiği ifade edilmiştir. Ultrasonik destekli ekstraksiyonda en yüksek miktarda kapsaisinoid, 30 dakikada elde edilmesine rağmen bu miktarın 20 dakikada elde edilen kapsaisinoidlerden az miktarda (%5,6) yüksek olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak kapsaisinoid ekstraksiyonu için optimum yöntemin, kapsaisinoid miktarının fazla olması ve enerji tüketiminin minimum olması nedeni ile ultrasonik destekli ekstraksiyon olduğu belirtilmiştir.

Sayin ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada çiğ kırmızıbiber, tatlı biber salçası ve acı biber salçasının toplam fenolik, askorbik asit, toplam karotenoid ve antioksidan içeriklerini araştırmışlardır. Ekstraksiyon işleminin metanol ile gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Karotenoid içeriğinin spektrofotometre ile, toplam fenolik içeriğinin Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntem ile, antioksidanın ise DPPH yöntemi ile belirlendiği ifade edilmiştir. Toplam fenol içeriğinin en yüksek acı biber salçasında görüldüğü belirtilmiştir. Acı biber salçasının tatlı biber salçasına oranla daha yüksek antioksidan aktivite

gösterdiği ifade edilmiştir. Acı biber salçasında ve tatlı biber salçasında askorbik asit içerikleri benzerlik gösterdiği belirtilmiştir. Acı biber salçası tatlı biber salçası ve taze kırmızıbiber arasında karotenoid içeriğinde önemli farklar olmadığı belirtilmiştir. Sonuç olarak kırmızıbiberin işlenmesinin çiğ bibere göre besin maddelerini arttırdığı ifade edilmiştir.

Aguiar ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada dört türe ait yirmi farklı biber çeşidinin kapsaisinoid ve toplam fenolik içeriklerini araştırmışlardır. Kapsaisinoid ekstraksiyonu için metanol kullanıldığı, tayininin Ultra Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi ile, toplam fenolik içeriklerinin Folin Ciocalteu reaktifi ile spektrofotometrik olarak belirlendiği ifade edilmiştir. kapsaisinler arasında geniş varyasyon gözlemlendiği, en çok piklerin kapsaisin ve dihidrokapsaisin verdiği belirtilmiştir. Biberlerin sadece perikarp ve plesantasının kullanıldığı bunların da ev tipi öğütücü yardımı ile öğütüldüğü ifade edilmiştir. Sonuç olarak kapsaisin ve dihidrokapsaisin çoğunda baskın kapsaisinoidler olarak bulunmuştur. Sonuçlarda yirmi biber çeşidinde de farklı oranlarda kapsaisinoid olduğu bildirilmiştir. Yüksek kapsaisin ve dihidrokapsaisin içeren biberlerin SHU değerlerinin de daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Fenolik içerikler 0,35 mg GAE/g - 3.06 mg GAE/g oranında değiştiği belirtilmiştir.

Yang ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada Juctoma Biberi, Cennet Biberi, Tayland Acı Biberi, Kuşgözü Biberi ve kırmızı dolmalık biber kullanarak hazırladıkları Gochujang'ı fizikokimyasal özelliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Kapsaisinin asetonitril içinde su banyosunda ısıtma yapılarak özümlendiği belirtilmiştir. Toplam polifenol içeriği Folin- Ciocalteu kullanılarak, antioksidan aktivite DPPH ile kapsaisin miktarının Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi kullanılarak belirlendiği ifade edilmiştir. Kapsaisin içeriğinin cennet biberinde en yüksek (318,85mg/100g) olduğu belirtilmiştir. Antioksidan aktivite en fazla kırmızı dolmalık biberde görülmüştür.

Günel (2019) yaptığı çalışmada kapsaisinin ağızda ve midede yakıcılık hissini en aza indirmeyi amaçlayan mikrokapsüllerin üretimi üzerine bir araştırma yapmıştır. Çalışmada püskürtme ile soğutma yöntemi kullanıldığı, kapsaisinin palm yağı yardımı ile atomizerden geçirilerek mikroenkapsüle edildiği ifade edilmiştir. Mikroenkapsüle edilen kapsaisini düşük sıcaklıkta dondurarak toz haline getirmiştir. Mikroenkapsüle kapsaisin tozlarının nem oranları gravimetrik yöntemle belirlenirken; su aktivitesinin, su aktivitesi tayin cihazı kullanılarak 25°C sıcaklıkta ölçüldüğü belirtilmiştir. Toplam ve serbest

kapsaisin miktarının kromatografik olarak HPLC cihazı ile belirlendiği ifade edilmiştir. Mikrokapsüllerin Scoville acılık indeksinin ANOVA analizi ile gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Su aktivitesinin (a_w), 0,3843 - 0,3888 oran aralığında değişiklik gösterdiği; nem değerinin ise %5.27 ile %5.73 değeri arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Partikül boyutunun oldukça büyük olmasının sebebi palm yağının yapışkanlığı özelliğinden dolayı örneklerin topaklanması ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Toplam kapsaisin miktarı ortalama %0.24 kayıpla geri kazanılırken, Scoville acılık indeksi analizlerinin sonuçlarına göre yakıcılık indeksi değerinin 4500 kat azaltılabileceği ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda püskürtme soğutma ile kapsaisin kapsüllenebildiği ve yakıcılık hissinin baskılanabildiği belirtilmiştir. Sağlık problemleri ve hassasiyet sebebi ile kapsaisin tüketemeyen tüketiciler için alternatif gıda katkı maddesi olabileceği ifade edilmiştir.

Civan ve ark.(2019) yaptıkları çalışma ile acı biber salçası atığından karotenoid elde etmişlerdir. Karotenoid elde edilmesi için yeşil ekstraksiyon yöntemi kullanarak daha az enerji ile daha çok verim alarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirmeyi amaçlamışlardır. Biber salçası atığı olan posa çekirdekleri ayrılarak kurutulduğu ve öğütme işlemi ile toz haline getirildiği belirtilmiştir. Katı çözücü miktarının 0.4 g/ml olarak tespit edildiği ifade edilirken; çözücü özellik göstermesi için rafine zeytinyağı kullanıldığı belirtilmiştir. 80W gücüne sahip ultrason desteği bulunan ekstraksiyon yöntemi ile ekstrakte edildiği ifade edilmiştir. Farklı sıcaklık ve işlem sürelerinde prob tipi ultrasonik ekstraksiyon cihazı kullanılarak ekstraksiyon işleminin gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Yaş ve kuru posanın nem miktarı 105°C'de etüvde yaş baza göre hesaplandığı, kurutulmuş posanın su aktivitesinin Testo 400 cihazı ile ölçüldüğü ve renk özelliklerinin de Hunterlab Colorflex renk ölçüm cihazı ile tespit edildiği belirtilmiştir. 100 kat seyreltilen ekstraktların absorbansları spektrofotometrede 460 nm'de yağ kör numunesine karşı okunduğu belirtilirken; sonuçların β -karoten standart eğrisi ile toplam karotenoid miktarının β -karoten türünden ($\mu\text{g/ml}$) hesaplandığı ifade edilmiştir. Kapsaisin miktarı HPLC cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasite (TEAC) yöntemi ile antioksidan aktivitenin belirlendiği ifade edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarının ortalama farklılıkları ANOVA ve Tukey karşılaştırma testi sonucunda %95 güven seviyesinde yorumlandığı ifade edilmiştir. Sonuç olarak tüm sıcaklık değerlerinde en çok β -karoten miktarına 50-60 °C'de, 10 dakikalık ekstraksiyon süresinde, en yüksek fenolik madde

miktarına 50 °C’de 20 dakikalık ekstraksiyon süresinde ulaşıldığı gözlemlenmiştir. En çok kapsaisin miktarına 40 °C’de 15 dakikada yapılan ekstraksiyon süresinde ulaşılırken ve en çok antioksidan aktivitenin 60 °C’de 15 dakikalık ekstraksiyon ile sağlandığı tespit edilmiştir.

Ahmad ve ark.(2020) yaptıkları çalışmada keskinliği bilimsel olarak belli olmayan Sambal Terasi’nin keskinliğini Scoville Ölçeği ile derecelendirmeyi amaçlamışlardır. Kapsaisin ekstraksiyonu için metanol kullanıldığı, konsantrasyon ölçümü için Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi kullanıldığı, istatistiksel analiz için Microsoft Excel kullanarak t-testi analizi yapıldığı ifade edilmiştir. Acı biber örneğinin baharatlılığını gram kapsaisin/gram acı biber şeklinde, scoville acılık ünitesini ise “kapsaisin konsantrasyonu (g/g)*(1.6*10⁷)” şeklinde hesapladıkları belirtilmiştir. Yapılan çalışmada Sambal Terasi 1. seviyeden 5. seviye şeklinde her seviyede acı ilavesi yapılarak analizlerin yapıldığı belirtilmiştir. SHU aralıklarının fazla geniş olması nedeniyle acı ilavesi yapılmasına karşın 3, 4, 5 seviyelerindeki acılığın orta derecede keskin olarak aynı sınıflandırmada yer aldığı belirtilmiştir. Scoville ölçeğindeki artış istatistiksel olarak hesaplanıp her seviyede önemli ölçüde fark olduğu belirtilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Materyal olarak kapsaisin elde edilmesinde biber salçası atıkları kullanılacaktır. Biber salçası atıkları, Hatay'da salça üretimi yapan Madenboyu Mahallesi'nden ve Osmaniye'den temin edilmiştir. Her bölgeden en az 1,5 kg salça atığı etüve alınarak 80 °C'de 24 saat süreyle tutularak kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Kırmızıbiberlerin etüve kurutulması

Kurutma işlemi sonrasında örnek *Lavion HC-1500Y* markalı öğütücüye alınarak, ürün homojen bir şekilde toz haline gelene kadar öğütülmüştür.



Şekil 3.2. Kurutulmuş kırmızıbiberlerin öğütülme işlemi

Kapsaisin analizinin yapılabilmesi için örneğin yağının elde edilmesi gerekmektedir. Homojen hale getirilen ürün *Koçmaksan MKS10* markalı soğuk pres tohum sıkma makinesi ile preslenerek yağı elde edilmiştir.



Şekil 3.3. Öğütülmüş kırmızıbiberden soğuk pres yöntemi ile yağ elde edilmesi

3. 2. Yöntem

3. 2. 1. Toplam Fenolik Madde Tayini

Yapılan ekstraksiyon işleminde; yaklaşık 5 g numune üzerine 15 mL metanol veya etanol eklendikten sonra ekstraksiyon işlemi, çalkalayıcıda 20 dk. süreyle yapılmıştır. Süre sonuna gelindiğinde, berrak olana kadar adi süzgeç kâğıdında süzme işlemi yapılır. İstenilen berraklığa ulaşılmadıysa ikincil olarak mavi bant süzgeç kâğıdından süzme işlemi gerçekleştirilir. Süzülen örneğin son hacmi belirlenerek, toplam antioksidan tayininde kullanılması için buzdolabında (4°C) depolanmıştır.

Toplam fenolik madde analizinin ilkesi; fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu reaktifi ile tepkimeye girip, kendilerinin oksitlenmiş yapıya dönüşmesine dayanmaktadır. Folin-Ciocalteu reaktifi bu tepkimede oksitleyici bir bileşik olarak görev yapmaktadır. Tepkime tamamlandığında indirgenmiş reaktifin meydana getirdiği mavi rengin absorbans değerinin ölçülmesiyle, analizi yapılan numunedeki toplam fenolik bileşiklerin miktarları hesaplanabilmektedir. Fenolik maddelerin yoğunluğunun artışı, oluşan yapının renk şiddetini de arttırmaktadır.

Pipetleme işlemi için standart olarak 20 µL gallik asit kullanılmıştır. 20 µL numune üzerine 400 µL 0,5 N folin reaktifi ve 400 µL % 10 Na₂CO₃ ilave edilmiştir. Pipetleme

işleminde 30 dakika sonrasında, 760 nm’de absorbans değeri gözlemlenir. Kapsaisin miktarını tespit etmek için de kapsaisin standardı kullanılarak okunan absorbans değeri üzerinden bileşen miktar tayini yapılmıştır (Slinkard ve ark., 1977).

3. 2. 2. Toplam Antioksidan Madde Tayini

Antioksidan tayini için TEAC (Trolox Eşdeğeri Yöntemi) kullanılmıştır. Bu TEAC yöntemi ilk olarak Miller ve arkadaşları ile geliştirilmiştir (Miller ve ark., 1993). Re ve arkadaşları tarafından geliştirilip değiştirilen Trolox Eşdeğeri Yönteminde 3 etil benzotiyazolin-6 sülfonik asitin persülfatla oksidasyonu ile ABTS⁺ radikali oluşturulur. Bu radikal, toplam radikal süpürme kapasitesini ölçmede kullanılır. 7 mM ABTS ‘nin saf sudaki çözeltisinden 50 mL ve 2.45 mM potasyum persülfatın sudaki çözeltisinden 25 mL alınıp karıştırılıp 15 saat karanlıkta bekletilerek ABTS⁺ radikali oluşmuştur. Mavi-yeşil renkli ABTS radikali 734 nm’de absorpsiyon 0.70 ± 0.02 olacak şekilde etil alkol ile 1:80 oranında seyreltilmiştir. 200 µL ekstrakt 800 µL etanol ile karıştırılıp karışımdan 10 µL alınarak 990 µL ABTS ile karşılaştırılarak 6 dakika sonra absorbans değeri spektrofotometrede absorbans değeri 734 nm dalga boyunda okunmuştur.

Elde edilen sonuçlarda acılık birimi Wilbur Scoville tarafından geliştirilmiş “Scoville Acılık Birimleri (SHU)” grafiğine göre değerlendirilecektir.

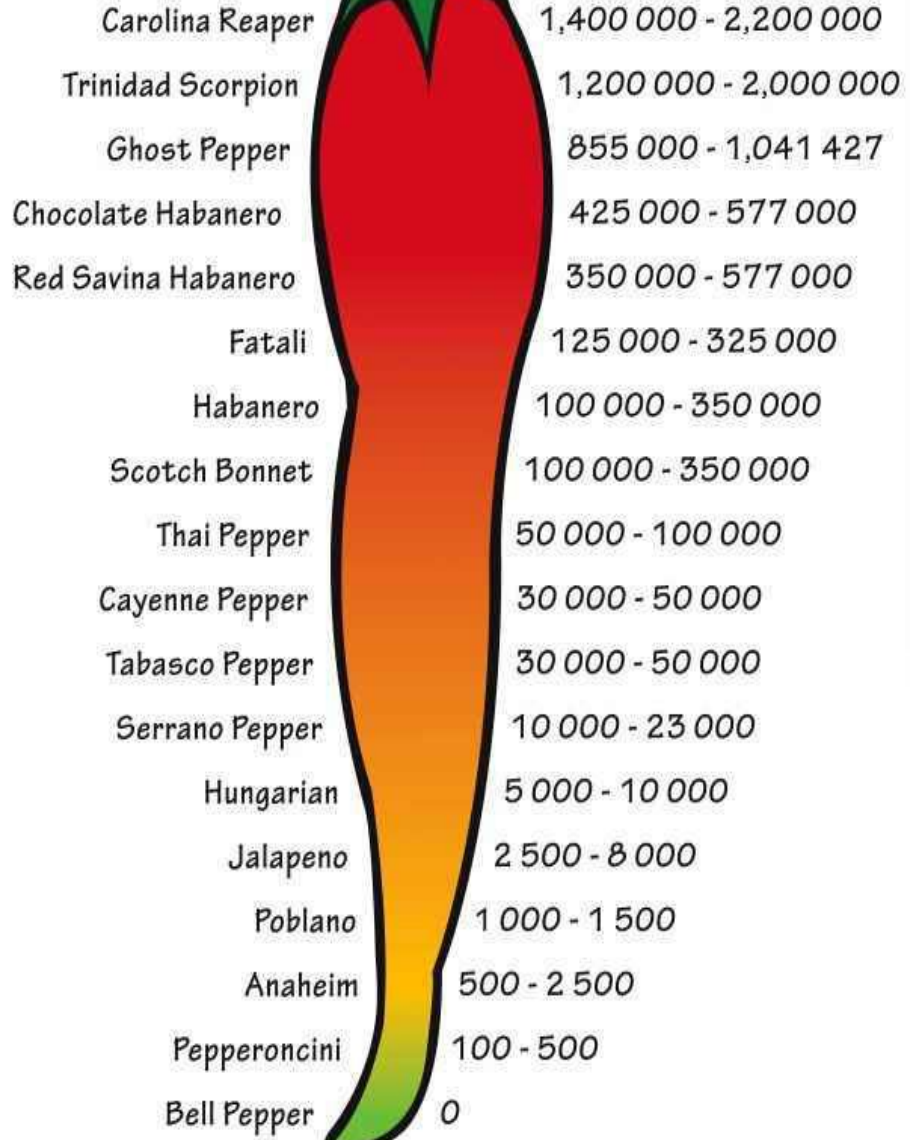
3. 2. 3. İstatistiksel Değerlendirmeler

Farklı lokasyonlardan alınan salçalık biberlerin parametreleri arasındaki farkın tespit edilebilmesi için SPSS paket programı kullanılarak ANOVA ile belirlenmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar DUNCAN Çoklu Karşılaştırma testi ile tespit edilmiştir. Tespit edilen farklılıklar değerlerin ortalamaları ve standart sapmaları olarak verilmiştir.

SKAVILLE SKALASI

BİBER ÇEŞİTLERİ

SCOVILLE DERECESESİ

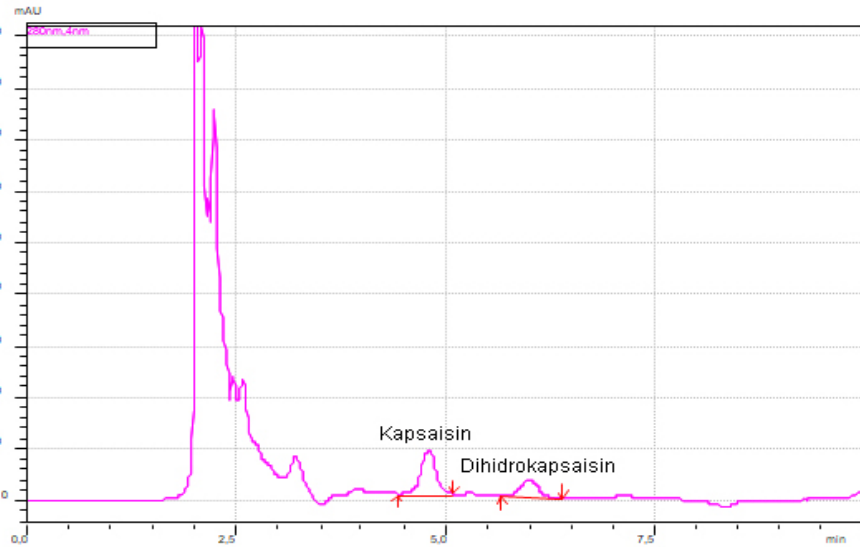


Şekil 3.4. Scoville Acılık Birimleri (SHU) (Anonim, 2023)

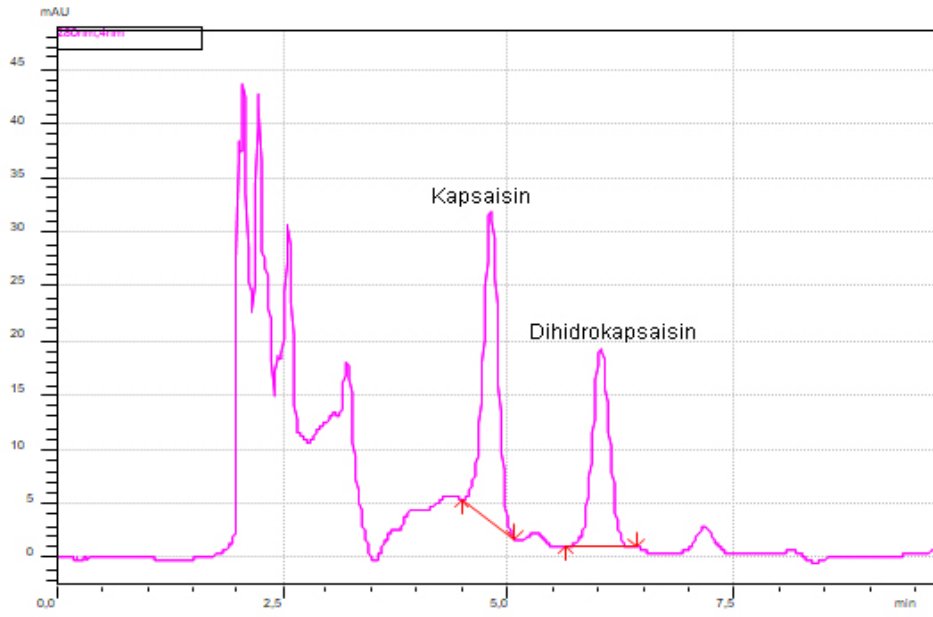
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Kırmızıbiber salça atıklarından yapılan fenolik madde analizi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Sonuçlar kırmızıbiberlerde kapsaisinin ve dihidrokapsaisinin önemli ölçüde içerdiğini göstermiştir. Buna karşılık sonuçlarımız karşılaştırıldığında Hatay’dan alınan kırmızıbiberlerde toplam fenolik madde içeriği açısından ciddi bir yükseliş gözlemlenmiştir. Bu varyasyon, suda çözünür kuru madde içeriği (°Brix) ve fenolik türlerindeki farklılıklardan kaynaklanabilir.

Osmaniye kırmızıbiberinden elde edilen acılık değeri 1564,95 SHU olarak tespit edilmişken, Hatay’dan alınan kırmızıbiberden elde edilen acılık değeri 5758,80 SHU olarak gözlemlenmiştir. Bu da Hatay’dan alınan biberin acılık seviyesinin daha keskin olduğunu göstermektedir. Ayrıca Scoville acılık birimleri (Şekil 3.4) ile bu değerler kıyaslandığında Osmaniye kırmızıbiberi Rocottilo biberi türleri ile, Hatay kırmızıbiberi ise Wax biberi türleri ile benzer acılık birimine sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 4.1. Osmaniye’den alınan kırmızıbiberden elde edilen fenolik madde tayini sonuçları



Şekil 4.2. Hatay'dan alınan kırmızıbiberlerden elde edilen fenolik madde tayini sonuçları

Biberlerde bulunan kapsaisinın bağırsak ve mide hareketlerini olumlu yönde etkilediği için hazmı kolaylaştırdığı bilinmektedir (Eşiyok, 2012). Biberlerin antimikrobiyal aktivitesinden, temel olarak kapsaisinın sorumlu olduğu ileri sürülmektedir (Koffi-Nevry ve ark., 2012).

Çizelge 4.1. İki farklı kırmızıbiber çeşidinden elde edilen ekstraktların antioksidan ve kapsaisin aktiviteleri

Biber atıkları	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g)	Toplam Antioksidan Madde ($\mu\text{mol TEAC/g}$)	Toplam Kapsaisin (SHU)
Osmaniye	1921,19 \pm 6.35 ^a	49,76 \pm 1.35 ^a	1564,95 \pm 14.35 ^a
Hatay	2758,81 \pm 9.46 ^b	71,41 \pm 1.44 ^b	5758,80 \pm 11.07 ^b

*P<0.05; a,b: Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklıdır

Yapılan çalışmaların sonucunda örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı 1921,19 \pm 6.35 mg GAE/100g ile 2758,81 \pm 9.46 mg GAE/100g aralığında tespit edilmiştir. El (2008)'de yapmış olduğu çalışmada kırmızıbiberde 2039 \pm 332 mg/kg, kırmızıbiber salçasında 1476 \pm 408 mg/kg değerinde toplam fenolik madde olduğunu ifade etmiştir. Chouaibi ve ark. (2019), yaptığı çalışmada soğuk pres, sokslet, süperkritik-CO₂ ve

mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemleri ile kırmızıbiberlerden yağ elde etmiştir. Yapmış olduğu çalışmada soğuk pres yönteminin diğer yöntemlere göre daha ulaşılabilir olduğu ifade edilirken, diğer yöntemlere kıyasla daha az fenolik bileşen elde ettiğini verilerle sunmuştur. Genel olarak kırmızıbiberlerde bulunan fenolik bileşikler, fenolik asitler, yani gallik, kafeik, ferulik, sinapik ve klorojenik asitler ve flavonoidlerdir. Bu fenolik bileşenler çeşitli uygulamaların yanı sıra kozmetik, eczacılık ve tıp alanındaki uygulamalardan dolayı ekonomik olarak büyük bir ilgi görmektedir.

Analiz sonuçlarında toplam antioksidan madde miktarı $49,76 \pm 1.35$ $\mu\text{mol TEAC/g}$ ile $71,41 \pm 1.44$ $\mu\text{mol TEAC/g}$ aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Biberin acılık değeri arttıkça antioksidan potansiyelinin de arttığı söylenebilir. Kapsaisinoidlerin önemli bir antioksidan aktivitesi olduğu bilinmektedir. Kırmızıbiber antioksidanlarının (flavanoidler, fenolik asitler, askorbik asit, A vitamini, karotenoidler ve tokoferoller) ve kapsaisinoidlerin en önemli kaynaklarından biridir (Çiçek ve ark., 2005). Kanseri, anemi ve şeker hastalığı gibi hastalıklara karşı önemli koruyucu olduğu için antioksidanlar sağlığımız açısından önemli bir rol oynamaktadır (Kaur ve Kapoor, 2001).

Kırmızıbiberlerin acılık bileşeni olan kapsaisin miktarları üzerinden bakılacak olursa 1500-6000 SHU birimi ile orta/az acı olarak nitelendirilebileceği tespit edilmiştir (Weiss, 2002).

Osmaniye ve Hatay'dan alınan örnekler istatistiksel olarak incelendiğinde toplam fenolik madde miktarları, toplam antioksidan madde miktarları ve kapsaisin aktivite değerleri bakımından önemli derecede ($P < 0.05$) farklılıklar göstermiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Hatay ve Osmaniye illerinde üretimi yapılan acı kırmızıbiber salçası atıklarının sahip olduğu yüksek oranda kapsaisin miktarını belirlemek ve ülkemizdeki kapsaisin üretim potansiyelini harekete geçirmek için gerekli altveriyi oluşturmak amaçlanmıştır. Bu amaçla her iki kırmızıbiber salçası atığı temin edilerek kurutulmuş, öğütülmüş ve soğuk pres yardımıyla sıvı biber ekstraktı elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar daha sonra metanol ile bir kez daha ekstrakte edilerek fenolik ve antioksidan madde miktarı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Hatay kırmızıbiberinin sahip olduğu acılık miktarı, Osmaniye kırmızıbiberine göre ve SHU birimi olarak yaklaşık 4 kat daha acı olarak tespit edilmiştir. Kırmızıbiberlerin acılık bileşeni olan kapsaisin miktarları üzerinden bakılacak olursa 1500-6000 SHU birimi ile orta/az acı olarak nitelendirilebileceği tespit edilmiştir. Ülkemizde var olan acı kırmızıbiber üretim potansiyeli göz önüne alındığında, elde edilebilecek ve birçok alanda kendine yer bulabilecek kapsaisin bileşeni açısından bir hazine olduğumuz aşikar olup bu bileşenin bu atıklardan eldesinin ekonomik anlamda değerlendirilmesinin önemli derecede maddi kazanımlar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, A., Kastaman, R., Mardawati, E., 2019. Standard Level Determination of Pungency in Sambal Terasi (case of study: Warung Makan Betawi micro small medium enterprises). **IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.** 443 012040.
- Aguiar, A. C., Coutinho, J., P., Barbero, G. F., Godoy, H. T. and Martínez, J., 2016. Comparative Study of Capsaicinoid Composition in Capsicum Peppers Grown in Brazil. **International Journal of Food Properties**, 19:1292–1302.
- Anonim, 2023. <https://www.gidahatti.com/haber/11543174/iste-aci-biber-cesitleri-ve-scoville-skalasi> (Erişim Tarihi: 21.08.2023)
- Aslan, M, Orhan, N., 2010. Obezite Tedavisinde Yardımcı Olarak Kullanılan Doğal Ürünler. **Mised**, 23, 91-105.
- Barbero, G. F., Palma, M., Barroso, C. G., 2006. Pressurized liquid extraction of capsaicinoids from peppers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 54(9): 3231-3236.
- Chouaibi, M., Rezig, L., Hamdi, S., Ferrari, G., 2019. Chemical Characteristics And Compositions Of Red Pepper Seed Oils Extracted By Different Methods. **Industrial Crops and Products**, 128, 363-370.
- Chuichulcherm, S., Prommakort, S., Srinophakun, P., Thanapimmetha, A. 2013. Optimization of capsaicin purification from *Capsicum frutescens* Linn. with column chromatography using Taguchi design. **Industrial Crops and Products**, 44, 473-479.
- Civan, M., Kumcuoğlu S., Tavman Ş., 2019. Acı Biber Salçası Atıklarından Ultrason Destekli Ekstraksiyon İşlemiyle Karotenoid Ekstraksiyonu. **Akademik Gıda** 17(3), 351-361.
- Çiçek, H., Yılmaz, N., Çelik, A., Ceylan, N.Ö., Meram, İ., 2005. Kapsaisinin (kırmızı biber) insan sağlığı üzerine etkileri. **Anadolu Tıp Dergisi**. 31.
- Deal, C.L., 1991. Effect of topical capsaicin: A double blind trial. **Clin Therap**, 13: 383-395.
- Dias, J. S., 2012. Nutritional quality and health benefits of vegetables. **Food and Nutrition Sciences**, 3, 1354-1374.
- Duke, J. A., 1986. Handbook of Medicinal Herbs. 3rd ed., **CRC Press**, p.98-99.
- El, N. S., 2008. Türkiye’de Sıklıkla Tüketilen Bazı Gıdaların Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antioksidan Aktiviteleri. **Türkiye 10. Gıda Kongresi**, Erzurum. S.: 45-48.
- Eşiyok, D., 2010. Bazı Yerli Biber Genotiplerinin Karakterizasyonu ve Sanayiye Uygunluklarının Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. **Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi**, İzmir.
- Gonzalez, A. G., Palenius, H. G. N., Alejo, N. A., 2011. Molecular biology of capsaicinoid biosynthesis in chili pepper (*Capsicum* spp.). **Plant Cell Reports**, 30, 695-706.
- Günel, Z., 2019 Yakıcılık hissi baskılanmış kapsaisin mikrokapsüllerinin üretimi ve ürün stabilitesinin belirlenmesi Akdeniz Üniversitesi, **Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi**, Antalya.

- Hunziker, A. T., 2001. Genera Solanacearum: the genera of Solanaceae illustrated, arranged according to a new system. Gantner, Rugge
- Luján, N., 1988. Historia de la gastronomía, Barcelona: Plaza&Janés.
- Kadalkal, Ç., Poyrazoğlu, E., Yemiş, O., Artık, N., 2001. Kırmızı biberlerde acılık ve renk bileşikleri. **Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 7, 359-366.
- Kaur, C. H., Kapoor, H. C., 2001. Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health. **Int. J. Food Sci. Tech.** 36,703-725.
- Kawada, T., Hagihara, K., Iwai, K., 1986. Effects of kapsaisin on lipid metabolism in rats fed with high fat diet. **J Nutr.**, 116, 1272-1278.
- Kim, J. Y., Kim, E. H., Kim, S. U., Kwon, T. K., Choi, K. S., 2010. Capsaicin sensitizes malignant glioma cells to TRAIL-mediated apoptosis via DR5 upregulation and survivin downregulation. **Carcinogenesis** 2010; 31(3): 367- 375.
- Koffi-Nevry, R., Kouassi, K. C., Nanga Z. Y., Koussémon, M., Loukou, G.Y., 2012. Antibacterial activity of two bell pepper extracts: Capsicum annum L. and Capsicum frutescens. **Int J Food Prop.**15(5):961-71.
- Kraikruan, W., Sangchote, S., Sukprakarn, S., 2008. Effect of capsaicin of Colletotrichum capsici conidia. **Kasetsart Journal (Natural Science)**, 42, 417-422.
- Luo, X. J., Peng, J., Li, Y. J., 2011. Recent advances in the study on capsaicinoids and capsinoids. **European Journal of Pharmacology**, 650, 1-7.
- Miller, N.J., Diplock, A.T., Rice-evans, C., Davies, M.J., Gopinathan, V., ve Milner, A., 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates, **Clin. Sci.**, 84, 407-412.
- Othman, Z. A., Ahmed, Y. B. H., Habila, M. A., Ghafar, A. A., 2011. Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in Capsicum fruit samples using high performance liquid chromatography. **Molecules**, 16, 8919-8929.
- Özfiliz, N., Zık, B., Altunbaş, K., 2002. Tavuklarda kırmızı acı biberli rasyonla beslemenin karaciğer ve safra kesesi üzerine etkisinin histolojik yönden incelenmesi. **Gıda**, 27(3): 157-163.
- Pordesimo, L. O., Li, H., Lee, J.H., Reddick, B.B., 2004. Effects Of Drying Procedure, Cultivar And Harvest Number On Capsaicin Levels In Dried Jalapeno Peppers. **Applied Engineering in Agriculture**, 20(1), 35-38.
- Re, R., Pellegrini, N., Protrgente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, **Free Radical Biology and Medicine**, 26, 1231-1237.
- Satyanarayana, M. N., 2006. Capsaicin and gastric ulcers. **Crit Rev Food Sci Nutr** 2006; 46(4): 275- 328.
- Sayin, K., Arslan, D., 2015. Antioxidant Properties, Ascorbic Acid And Total Carotenoid Values of Sweet And Hot Red Pepper Paste: A Traditional Food In Turkish Diet. World Academy Of Science, Engineering And Technology **International Journal Of Nutrition And Food Engineering** Vol:9, No:7.
- Srinivasan, K., Sambaiah, K., 1991. The effect of spices on cholesterol 7 alpha-hydroxylase activity and on serum and hepatic cholesterol levels in the rat. **Int J Vitam.Nutr.Res.**,61 (4), 364-369.

- TÜİK, 2022. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (Erişim tarihi: 09.10.2022).
- Weiss, E. A., 2002. Spice crops. CABI Publishing International: New York, NY, USA, 2002; p. 411.
- Yang, H.J., Lee, Y.S., Choi, S., 2018. Comparison Of Physicochemical Properties And Antioxidant Activities Of Fermented Soybean-Based Red Pepper Paste, Gochujang, Prepared With Five Different Red Pepper (*Capsicum Annuum* L.) Varieties. **J Food Sci Technol** (February 2018) 55(2):792–801.
- Zewdie, Y., Bosland, P. W., 2000. Pungency of Chile *Capsicum annum* L. fruits as affected by node position. **Hort Science**, 35, 137-139

