

Kırmızı Biberde Kapsaisin Uv-Vis Spektrofotometrik Yöntemle Tayini

Uv-Vis Spectrophotometric Determination of Capsaicin in Red Pepper

Özet

Biber, Solanaceae familyasının *Capsicum* cinsine ait bitkilerin meyveleridir. Literatür verilerinde *Capsicum* cinsine ait otuzu aşkın tür olduğu bildirilmekle birlikte, bu türlerden kültür bitkisi olarak yetiştirilen ve sıklıkla tüketilen beş tür biber bilinmektedir. Bu türler içerisinde yüksek yakıcılıkta olan *Capsicum frutescens* olup, orta ve düşük yakıcılıkta olan ve en çok tüketilen tür ise *Capsicum annuum* olarak bilinmektedir. Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de en çok yetiştirilen *Capsicum* türü *Capsicum annuum*'dur.

Yapılan bu araştırmada biberin acılık hissiyatını oluşturan ana aktifi; "Kapsaisin" farmakolojik etkileri incelenmiştir. Bu etkiler, analjezik, anti-inflamatuar antioksidan, anti-kanser ve antibakteriyel etki olmakla birlikte; gaz giderici özelliği, santral sinir sistemi uyarıcı, metabolizmada veri akışını hızlandırıcı, vücut ısısını artırıcı ve sindirimi kolaylaştırıcı, metabolizmayı hızlandırarak enerji üretimini ve sindirim sistemini koruyucu yönlerine de yer verilmiştir. Bu farmakolojik etkiler göz önünde tutularak kapsaisin bulunduran piyasadaki formlarına bakılmış olup; krem, yakı formu ve tablet formu incelenmiştir.

Piyasada satılmakta olan pul biber içindeki kapsaisin miktarıyla Güneydoğu Anadolu bölgesi, Urfa şehrinin Viranşehir ilçesinde ev yapımı pul biberinin kapsaisin miktarını belirlemek için UV-VIS ile kapsaisin miktarı hesaplanmıştır. Deneysel sonuçlardan bulunan kapsaisin madde miktarı, ev yapımı pul biber bileşiminde 64,48 mg/L, piyasadaki temin edilenin bileşiminde 59,44 mg/L bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: *Capsicum annuum*, Kapsaisin, UV-VIS spektrofotometri

Elif Özdemir¹

EÖ: [0009-0007-4889-0363](tel:0009-0007-4889-0363)

Ayşegül Kırıbrahim²

AK: [0009-0007-4837-6225](tel:0009-0007-4837-6225)

Tuğçe Aydın²

TA: [0009-0005-0265-5398](tel:0009-0005-0265-5398)

Mahmut Direk²

MD: [0009-0005-2553-7087](tel:0009-0005-2553-7087)

Gönül Kandemir¹

GK: [0000-0002-4089-4139](tel:0000-0002-4089-4139)

¹Department of Analytical Chemistry, Faculty of Pharmacy, İstanbul Yeni Yüzyıl University, İstanbul, Türkiye

²School of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, İstanbul Yeni Yüzyıl University, İstanbul, Türkiye

Received/Geliş Tarihi:

31/03/2026

Accepted/Kabul Tarihi:

23/04/2026

Çıkar Çatışması

Çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Elif Özdemir

E-posta: elif.ozdemir@yeniuyuzuil.edu.tr

Abstract

Peppers are the fruits of plants belonging to the genus *Capsicum* within the family Solanaceae. Although more than thirty species of the genus *Capsicum* have been reported in the literature, only five species are commonly cultivated and widely consumed. Among these, *Capsicum frutescens* is known for its high pungency, whereas *Capsicum annuum*, which has moderate to low pungency, is the most frequently consumed species. Similar to global trends, *Capsicum annuum* is also the most widely cultivated *Capsicum* species in Türkiye.

In this study, the pharmacological effects of capsaicin, the main active compound responsible for the pungent sensation of peppers, were examined. These effects include analgesic, anti-inflammatory, antioxidant, anticancer, and antibacterial activities. In addition, capsaicin has been reported to have carminative properties, stimulate the central nervous system, enhance metabolic activity, increase body temperature, facilitate digestion, support energy production, and contribute to the protection of the digestive system. Based on these effects, commercially available capsaicin-containing products, creams, topical plasters, tablet formulations were evaluated. Furthermore, the capsaicin content of commercially available crushed red pepper was compared with that of homemade crushed red pepper produced in the Viranşehir district of Şanlıurfa province in the Southeastern Anatolia of Türkiye. The capsaicin content was determined using UV-VIS spectrophotometry. The amount of capsaicin determined from the experimental results was found to be 64.48 mg/L in the composition of homemade red pepper flakes and 59.44 mg/L in the composition of commercially obtained samples.

Keywords: *Capsicum annuum*, Capsicum, UV-VIS spectrophotometry

1.Giriş

Kırmızıbiber (*Capsicum annuum* L.), Solanaceae familyasının *Capsicum* cinsine ait bir bitkidir. Ilık iklimlerde tek yıllık, tropik iklimlerde ise çok yıllık olarak yetiştirilen bir kültür bitkisidir. Çok dallı ve otsu bir gövdeye sahip olup 0,5–2 metre uzunluğa kadar büyüyebilir. Türkiye, bu bitkinin üretiminde Dünya üçüncüsü konumundadır[1].

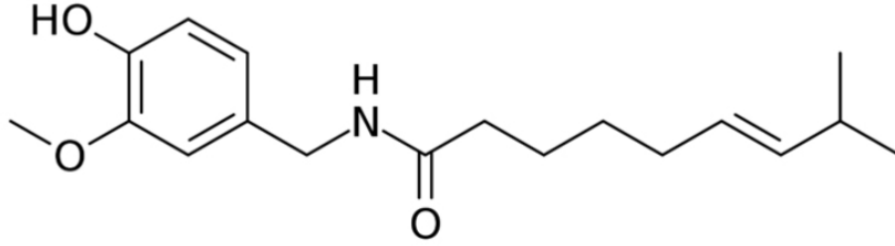
Acı biber olarak bilinen bitkinin anavatanı Meksika'dır. 1492 yılında Amerika'nın keşfiyle Avrupa'ya getirilmiştir. Kırmızıbiber kullanımının Aztekler'e kadar uzandığına dair kanıtlar bulunmuştur. Aztek yazıtlarında kırmızıbiberi antimikrobiyal ve antihemolitik bir madde olarak kullandıkları belirtilmiştir. Bitkinin Latince adı *Capsicum*, Fransız botanikçi Turneyfort tarafından verilmiştir. Biberin acı tadını veren kapsaisin olarak bilinen madde ilk kez 1846 yılında Tresh tarafından izole edilmiş ve

isimlendirilmiştir. Nelson ise 1919 yılında yaptığı çalışmada kapsaisinin kimyasal yapısının vanilloid olduğunu tespit ederek Tresh'in bulgularını teyit etmiştir [2]. Ülkemizde Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yetiştirilen türler genellikle *Capsicum annuum* L. olarak sınıflandırılmaktadır. Bu tür, Türkiye'deki ilaç sanayisinde kullanılmaktadır [3].

Kırmızıbiberin rengi, kapsantin, karoten, kapsorubin, kriptoksantin, kapsaisinoid, zeaksantin ve lutein gibi karotenoidlerden kaynaklanır. Acılığı ve yakıcılığı sağlayan kapsaisinoidler; dihidrokapsaisin, nordihidrokapsaisin ve diğer türevleri (homohidrokapsaisin, homokapsaisin, nanilik asit vanililamid ve desilik asit vanililamid) içerir [3].

Kapsaisin (8-metil-N-vanilil-6-nonenamide), acı kırmızıbiberden elde edilen ve homovalinik asit türevi olan yağda çözünebilen bir fenoldür. Alkaloid yapısı

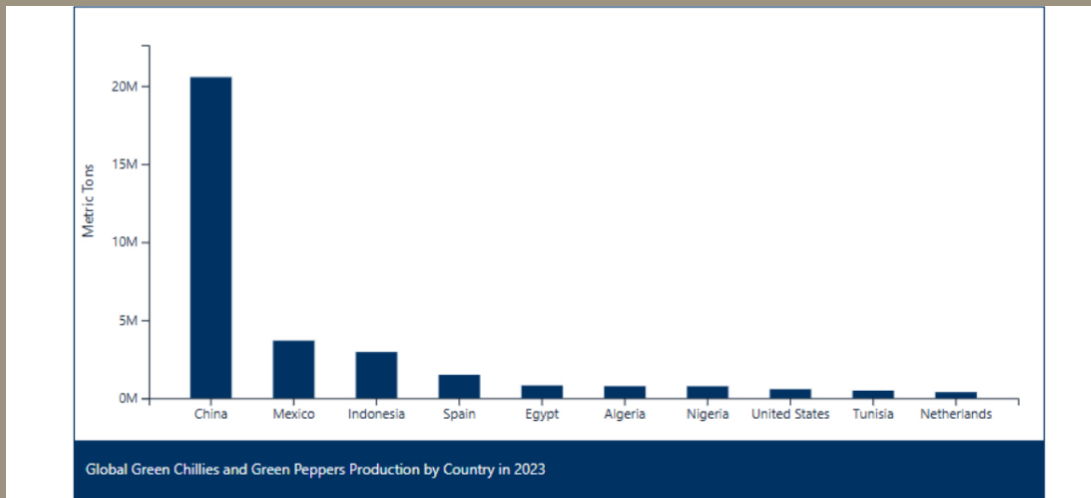
$C_{18}H_{17}NO_3$ olup oldukça kuvvetli, kararlı, acı, yakıcı ve aromatik özelliklere sahiptir. Erime derecesi 57–66 °C arasındadır; alkol, kloroform ve benzende çözünür, soğuk suda ise çok az çözünür (25 °C’de 10,3 mg/L). Dihidro kapsaisin ($C_{18}H_{29}NO_3$) ise kapsaisinin doğal bir türevidir ve acı biberin baharatlı tadından sorumludur [4].



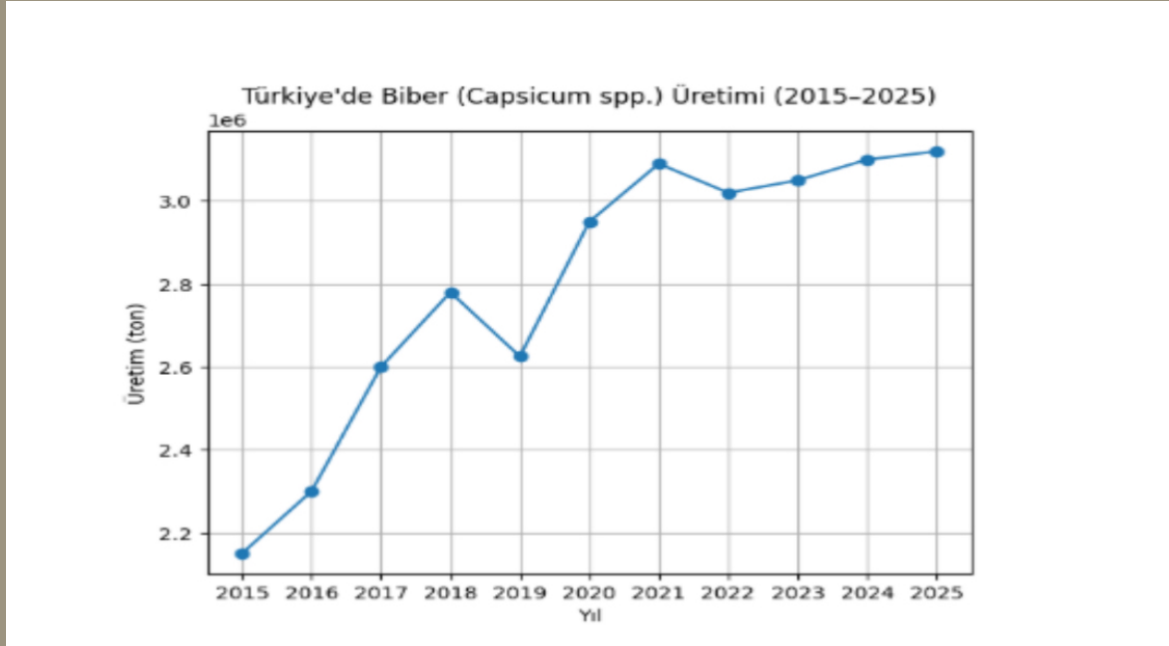
Şekil 1. Kapsaisin Molekül Yapısı [3]

Biber, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yetiştiriciliği yapılan önemli sebze türlerinden bir tanesidir. 2023 yılı gelen verilerine göre dünya çapında 31 milyon tonun üzerinde biber üretilmiştir [5].

2023 yılı verilerine göre Çin, 20 milyon ton üretimle Dünya biber üretiminde en büyük biber üreticisi konumundadır (Şekil 2). Ülkemizde biber üretimi görüldüğü üzere yıllara bağlı olarak değişmekle birlikte son yıllarda artış göstermektedir (Şekil 3) [5].



Şekil 2. Şekil 2. 2023 yılı Dünya biber üreticisi ilk 10 ülke biber üretim miktarları (FAO 2023) [5]



Şekil 3. Türkiye 10 yıllık toplam biber üretim miktarları (TÜİK 2025) [5]

1.2. Kapsaisinin Farmakolojik Özellikleri

1.2.1. Kapsaisinin Analjezik ve Anti-İnflamatuar Etkisi

Kapsaisin, merkezi sinir sisteminde ağrı iletimi ve inflamasyonda rol oynayan P maddesini azaltarak etki gösterir. Duyusal C-liflerinden salınan P maddesinin antagonisti olan kapsaisin, özellikle sinir zedelenmesi ve zona gibi durumlarda lokal olarak ağrıyı azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Romatoid artrit, osteoartrit, fibromiyalji, diyabetik nöropati ve kronik ağrı tedavisinde de etkilidir. Tekrarlayan kullanımla P maddesinin sentez ve taşınması baskılanarak ağrı eşiği yükselir ve uzun süreli analjezi sağlanır. Bu desensitizasyon etkisi geri dönüşümlüdür.

Klinik çalışmalar, lokalkapsikum preparatlarının inflamatuvar ve nöropatik ağrılarda etkili olduğunu göstermiştir [3].

1.2.2. Kapsaisinin Anti-Kanserojenik Etkisi

Epidemiyolojik çalışmalar, karotenoid içeren meyve ve sebzelerin kanserden koruyucu etkiye sahip olduğunu göstermektedir. β -karotenin yanı

sıra α -karoten, likopen, lutein ve bazı ksantofillerin de anti-kanserojen etkileri bulunmaktadır. Kırmızıbiberde bulunan kapsantin, kapsorubin ve kapsantin-3,6-epoksid gibi karotenoidler anti-tümör özellik göstermektedir [3].

1.2.3. Kapsaisinin Anti-Lipemik Etkisi

Kırmızıbiberden elde edilen β -karoten, kapsantin ve kapsorubinin birleşimi LDL oksidasyonunu azaltır ve kolesterolün oto-oksidize ürünlere dönüşmesini engeller. Kapsaisinoleorezini karaciğer ve aortta kolesterol ve trigliserit birikimini önler. Ayrıca yağ dokusundan lipit mobilizasyonunu uyararak kan trigliserit düzeylerinde ve peri-renal yağ dokusu kütlelerinde azalma sağlar [3].

1.2.4. Kapsaisinin Antioksidan Etkisi

Kırmızıbiber; flavonoidler, fenolik asitler, karotenoidler, A vitamini, askorbik asit, tokoferoller ve kapsaisinoidler açısından zengin bir kaynaktır. Kapsaisin ve analogları, oto-oksidasyonu ve metal bağlı oksidasyonu önleyerek serbest radikal hasarına karşı koruyucu etki gösterir. Ayrıca kapsantin ve kapsorubinin lipid peroksidasyonunun, süperoksit ve nitrik oksit oluşumunu inhibe ettiği belirlenmiştir [3].

1.2.5. Kapsaisin Enerji Dengesi Üzerine Etkisi
Kırmızıbiber ve kafein tüketiminin toplam enerji alımını azalttığı ve enerji harcamasını artırdığı gösterilmiştir. Bu etkinin sempatik/parasempatik sinir sistemi aktivite oranındaki artışla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Birlikte tüketildiklerinde enerji dengesinde belirgin değişiklikler meydana gelmektedir [3].

1.2.6. Kapsaisin Anti-Dispeptik Etkisi

Kapsaisin, mide proksimalinin tonusunu azaltarak fazik kontraktileteyi baskılar ve gastrik gerilime duyarlılığı artırır. Yapılan çalışmalarda kapsaisin alımının mide proksimalinde gevşemeye neden olduğu, aynı distansiyon basınçlarında algı eşliğini yükselttiği ve rahatsızlık hissini azalttığı gösterilmiştir [3].

1.2.7. Kapsaisin Anti-Bakteriyel Etkisi

Kırmızıbiber ekstrelerinin *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomona saeruginosa*, *Bacillus cereus* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde inhibitör etki gösterdiği agardifüzyon yöntemiyle belirlenmiştir. Bu nedenle kırmızıbiber özleri doğal antibakteriyel ajan olarak kullanılmaktadır [3].

1.2.8. Kapsaisin İmmunsupresif Etkisi

Kapsaisin, antikor üretimi ve lenfosit proliferasyonunu baskılayarak immün modülasyon sağlar. Monositlerde P maddesi düzenlenmesi ve sitoplazmik kalsiyum artışının inhibisyonu ile etki gösterir. Ayrıca NF- κ B aktivasyonunu engelleyerek proinflamatuvar genlerin ekspresyonunu baskılar. Bu mekanizma, inflamatuvar hastalıkların tedavisinde potansiyel bir hedef olarak değerlendirilmektedir [3].

1.2.9. Kapsaisin Safra Taşlarına Etkisi

Farelerde yapılan çalışmalarda kapsaisin ilavesinin safra ve kolesterol konsantrasyonunu düşürdüğü, kolesterol/fosfolipid oranını azalttığı ve safra taşı oluşumunu engelleyebileceği bildirilmiştir [6].

1.2.10. Kapsaisin Kalp Ameliyatlarına Etkisi

Kalp ameliyatları sırasında uygulanan deri altı kapsaisin, CGRP salınımını artırarak doku korunmasını desteklediği gösterilmiştir. Sıçan modellerinde kapsaisin uygulaması ile miyokard hücrelerinde hasarın azaldığı ve hücrel korunmanın arttığı saptanmıştır [6].

1.2.11. Kapsaisin İnsülin Üzerine Etkisi

Kapsaisin uygulanan köpeklerde serum insülin düzeyleri artmış, buna bağlı olarak kan glukoz seviyelerinde düşüş gözlenmiştir. Bu durum kapsaisin insülin salınımını uyarıcı etkiye sahip olduğunu göstermektedir [6].

1.2.12. Kapsaisin Genital Organ Üzerine Etkisi

Kırmızı acı biber içeren diyetle beslenen tavuklarda iç organ yağlanmasının azaldığı, ovaryumlarda foliküler gelişmenin hızlandığı ve yumurtlamanın daha erken gerçekleştiği belirlenmiştir. Horozlarda ise testis ağırlığı ve seminifer tübül gelişiminde artış gözlenmiştir [6].

Kapsaisin çeşitli farmasötik formlarda kullanılır. Bunlar arasında kas ve eklem ağrılarında kullanılan transdermal tedavi sistemi (TTS) krem formu ve termal flaster, kronik bel ağrısı ve bel fitiğinde kullanılan yaki formu, analjezik ve antiinflamatuvar etkili liniment formu, el ve ayak ısınmasında kullanılan tablet formu ile böcek ve akarlar karşı kovucu sprey formu bulunmaktadır. Bu preparatlar kapsaisin farmakolojik etkilerini hedeflenen bölgelerde etkin bir şekilde kullanmayı sağlar [7-9].

2. Yöntem

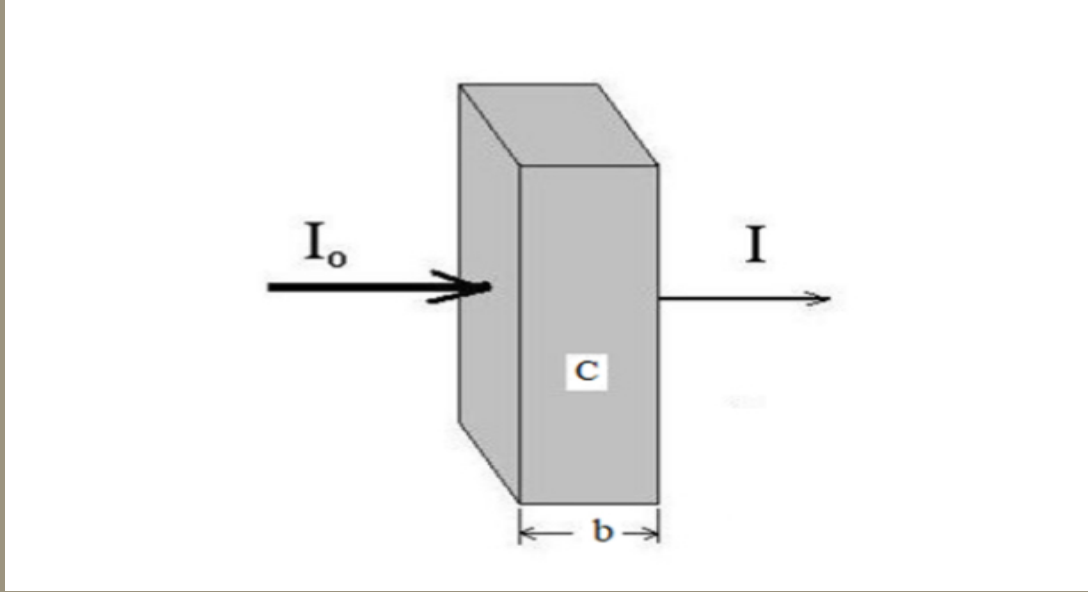
Kapsaisin miktar tayini için Avrupa Farmakopesi 32' de(USP32) kromatografik yöntem bulunmaktadır. Ayrıca çeşitli literatürlerde UV yöntemi, HPLC yöntemi ve LC/MS yöntemleri bulunmaktadır. Bunun yanında kapsaisine ait kimyasal analiz için yapılan bir çalışmada katı faz mikroekstraksiyon-gaz kromatografisi (GC)- kütle spektrometresi (MS) kullanılmıştır [10-13].

Bu araştırma kapsamında piyasada satılan pul biberden ve doğal olarak yetiştirilen kırmızıbiberden elde edilen pul biber örneklerinden kapsaisin miktar tayini UV-VIS yöntemle kalitatif ve kantitatif (tek standartla karşılaştırma yöntemi) olarak belirlenmiştir. Ultra Viyole-Görünür Bölge (UV-GB) Spektroskopisi, analiz edilen maddenin ışın ile etkileşimini ölçen moleküler ve atomik spektroskopi yöntemlerinden oluşur. Işın, boşlukta yayılan enerji olup klasik dalga ve tanecik modelleri ile açıklanır. Elektromagnetik spektrum, γ ışınlarından radyo dalgalarına kadar uzanır ve dalga boyu ile enerji değişir. UV-VIS

spektroskopisi, moleküller veya çok atomlu iyonların UV-VIS ışınlarını absorplamasına dayanır. Lambert-Beer Yasası'na göre ışın şiddeti, çözelti derişimi ve tabaka kalınlığı ile orantılıdır; molar absorptivite ϵ , maddeye özgüdür ve absorbans ile derişim doğrusal ilişkilidir. Kantitatif analizde standartlar serisi veya tek standartla karşılaştırma yöntemleri kullanılarak örnek çözeltisinin derişimi belirlenir.

Lambert – Beer Yasası

Şiddeti I_0 olan monokromatik (tek dalga boyulu) paralel bir ışın demedi absorplayıcı bir maddenin C derişimindeki çözeltisinin b kalınlığındaki bir tabakasından geçtiğinde şiddetinde (I) azalma olur. Bu azalma, gelen ışının I_0 şiddeti, absorplayıcı maddenin C derişimi, çözelti tabakasının b kalınlığı ile orantılıdır.



Şekil 4. Işın absorpsiyonu

Molar absorptivite, ϵ , ölçümün yapıldığı dalga boyu ve çözücünün cinsine bağlı olmak koşulu ile absorplayıcı maddenin karakteristiğidir. Derişim g.L-1 alındığı takdirde molar absorptivite, ϵ 'un yerini, absorptivite, a alır. Absorplayıcı maddenin molar kütlesi M olmak üzere, $\epsilon = M.a$ 'dır. Lambert-Beer eşitliğine göre derişim ile absorbans arasındaki ilişki doğrusaldır ve denklemin orijinden geçen bir doğrudur. UV-VIS spektrofotometrisi ile kantitatif analiz buna dayanır.

Kantitatif Analiz

Kalibrasyon yöntemi olarak standartlar serisi ile kalibrasyon eğrisi yöntemi ya da tek standartla karşılaştırma yöntemi kullanılabilir.

Standartlar serisi ile kalibrasyon eğrisi yöntemi için derişim aralığı analiz çözeltisinin derişimini içine alan, aynı çözücüdeki bir seri standart çözelti hazırlanır. Standart çözelti sayısı için en uygun sayı 5'tir. Standart çözeltilerin ve analiz çözeltisinin λ_{max} 'daki absorbansları ölçülür. Kalibrasyon için x eksenine standart çözeltilerin derişimleri, y eksenine absorbansları konarak doğrusal kalibrasyon eğrisi oluşturulur ve buna ait doğru denklemin belirlenir [8].

$$y = bx + a$$

Bu denklem kullanılarak örnek çözeltisinin derişimi bulunur.

Tek standartla karşılaştırma yönteminde derişimi analiz çözeltisinininkine yakın olan, aynı çözücüdeki bir standart çözelti hazırlanır. Standart çözeltinin ve analiz çözeltisinin λ_{max} 'daki

absorbansları ölçülür. C_ö ve A_ö örnek çözeltisinin derişimi ve absorbansı, C_s ve A_s standart çözeltisinin derişimi ve absorbansı olmak üzere

$$\frac{C_{\text{ö}}}{C_s} = \frac{A_{\text{ö}}}{A_s}$$

Eşitliği kullanılarak örnek çözeltisinin derişimi bulunur [8].

2.1. Kapsaisin Çözeltilerinin Hazırlanması

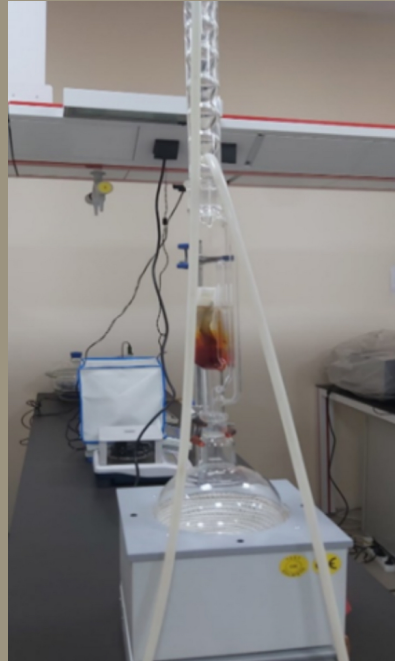
10 mL'lik balon jöjeye 2 mg kapsaisin alınıp metanol ile 200 ppm'lik stok çözelti hazırlanmış, daha sonra bu çözeltiden UV çalışmaları için 20ppmkonsantrasyonda aynı çözücüyle kapsaisin çözeltisi hazırlanmıştır. Bu hem doğal pul biberden elde edilen hem de piyasada satılan pul biberden elde edilen kapsaisin için hazırlanmıştır.

2.2. Standart Çözeltilerin Hazırlanışı

Kapsaisin standart stok çözeltisi, kapsaisin standardından hassas bir şekilde 0,020 g tartılarak 10 mL distile suda çözümlenerek 1000 ppm hazırlanmıştır. Hazırlanan stok çözelti metanolle seyreltme yapılarak sırasıyla 20 ppm derişimlerine sahip standart çözelti elde edilmiştir. Kapsaisin metanoldeki çözeltisinin maksimum absorbans dalga boyu 280 nm olarak belirlenmiştir.

2.3. Pul Biber Örneklerinin Hazırlanışı

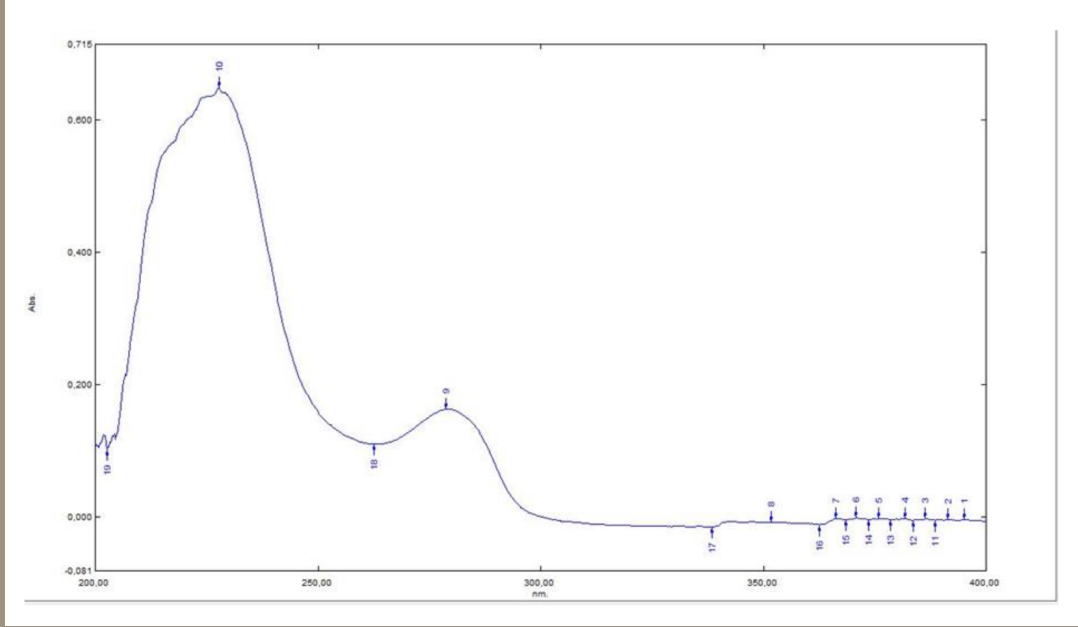
Analizi yapılacak pul biber örneklerinden 100'er g pul biberi tartım alınarak ve 300 mL metanolde çözümlenerek Şekil 5'te gösterilen soxhlet cihazında 8 sifon yapılarak süzüntü elde edilmiştir. Sonrasında bu süzüntü alınarak rotary evaporatörde çözücüsü uçurulmuştur. 100'er gram pul biberlerden örneklerinden ekstraktları elde edip, ekstreden 0,2'şer gram hassas olarak tartılıp metanolle çözüldükten sonra 10 mL ye aynı çözücü ile hacmine tamamlanmıştır. 30 dk boyunca ultrasonik banyoda bekletilip, bu karışım daha sonra vorteks ile 2 dk çalkalanmıştır. Hazırlanan örnek çözeltisi 280 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür.



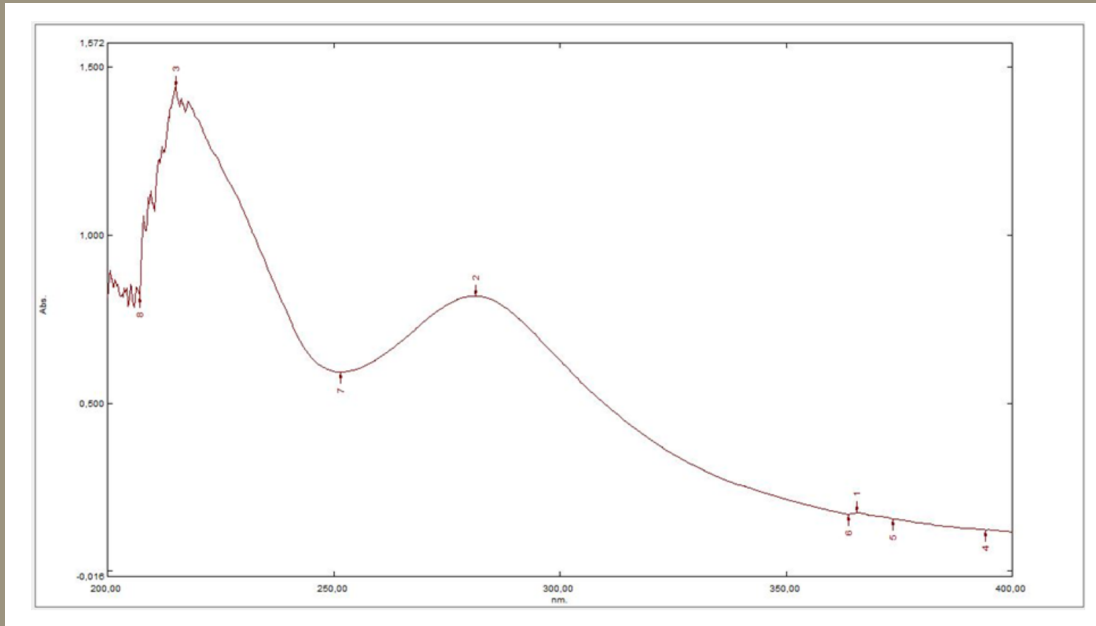
Şekil 5. Pul Biberin Metanol ile Soxhlet Ekstraksiyonu

3. Bulgular

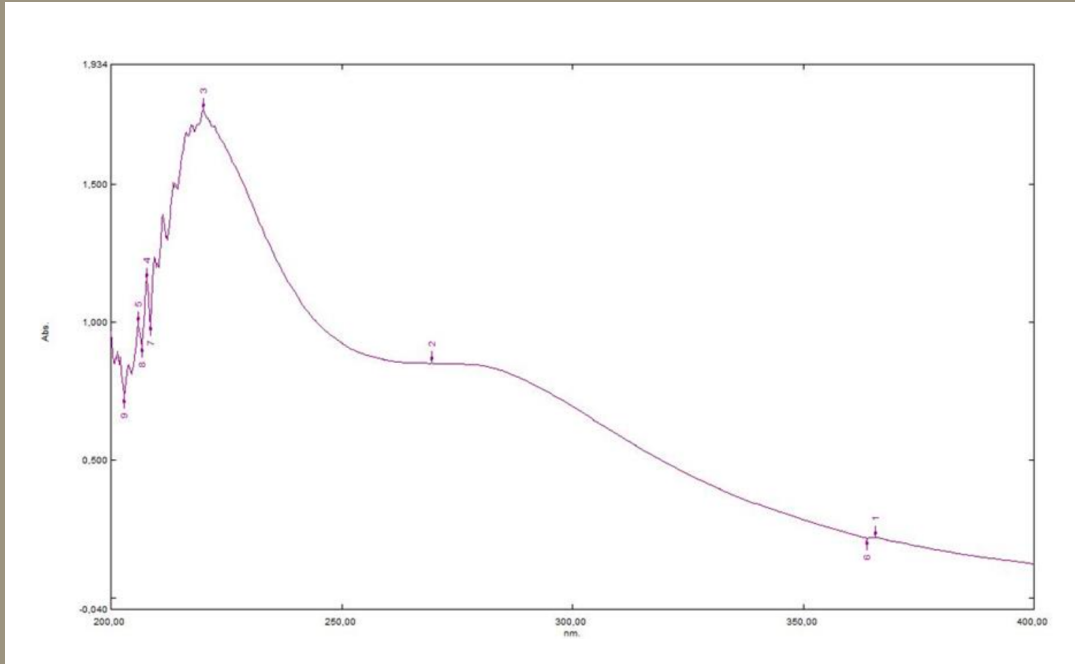
3.1 Pul Biberde Kapsaisin Miktarının UV Analiz Yöntemiyle Kantitatif Olarak Hesaplanması
Hazırlanan kapsaisin çözeltisinin spektrumu Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8’de görülmektedir.



Şekil 6. Kapsaisin metanolde hazırlanan çözeltisinin UV spektrumu



Şekil 7. Doğal pul biberinin metanolde hazırlanan çözeltisinin UV spektrumu



Şekil 8. Piyasada satılan pul biberinin metanolde hazırlanan çözeltisinin UV spektrumu

3.2 Tek Standart Yöntemiyle Kapsaisinın Pul Biber Örneklerinden Miktar Tayini

Cö ve Aö örnek çözeltisinin derişimi ve absorbanşı, Cs ve As standart çözeltisinin derişimi ve absorbanşı olmak üzere;

$$\frac{C_{\text{ö}}}{C_{\text{s}}} = \frac{A_{\text{ö}}}{A_{\text{s}}}$$

Yukardaki eşitliği kullanılarak değerler yerine konulup hesaplar aşağıdaki gibi yapılmıştır.

3.2.1 Doğal Pul Biberinde Kapsaisin Tayini

$$C_{\text{ö}} / 20 \text{ ppm} = 0,819 / 0,254$$

$$C_{\text{ö}} = 64,488 \text{ mg/L}$$

3.2.2 Piyasada Satılan Pul Biberinde Kapsaisin Tayini

$$C_{\text{ö}} / 20 \text{ ppm} = 0,755 / 0,254$$

$$C_{\text{ö}} = 59,448 \text{ mg/L}$$

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada kırmızı biberde bulunan “Kapsaisin” etken maddesinin fiziksel, kimyasal, farmakolojik özellikleri ve piyasada bulunan preparat formları incelenerek miktar tayini UV-VIS spektrofotometresiyle analiz yöntemi kullanılarak yapıldı. Ayrıca doğal pul biberin ve piyasadaki temin edilen pul biberin bileşiminde bulunan kapsaisinın miktar tayini yapılarak sonuçları kantitatif bulunmuştur. Deneysel sonuçlardan bulunan kapsaisin madde miktarı, doğal pul biberinde 64,48 mg/L bulunurken piyasadaki temin edileninde 59,44 mg/L bulunmuştur. Grafiklerden ve spektrumlarından görüldüğü gibi aynı absorbanş değerini vermediği görülmektedir. Aralarındaki bu farkın biberin yetiştirildiği coğrafyanın, depolama şekli, sıcaklığı, pH ve nem faktörleri bağlı etken maddeleri arasında farklılıklara sebep olduğu düşünülmektedir. Çalışma daha sonra farklı örneklerle uygulanarak daha fazla örnekten kapsaisin miktarının belirlenmesine olanak sağlayacaktır.

Kaynaklar

[1] Arabacı, Ç. (2015). Kapsaisinın Biberde Çimlenme, Çıkış ve Bitki Gelişimine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s:5-68, Tekirdağ.

[2] Szallasi, A., Blumberg, P.M. (1999). Vanilloid (Capsaicin) receptors and mechanisms, *Pharmacological Reviews*,; 51(2):159–212. PMID:10353985.

[3] Çiçek, H., Yılmaz, N., Ceylan, N.Ö., Çelik, A., ve ark. (2005). *Kapsaisinın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri*, Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, s:2-11, Gaziantep.

[4] Bilir, E.K. (2020). Ülkemizde Adana Yöresinde Toplanan Kırmızı Biberlerde Biber ve Çekirdeğindeki Kapsaisinın Miktarının Tespit Edilmesi ve Kolon Kanseri Hücreleri Üzerine Sitotoksik Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, s:1-82, Ankara.

[5] Capsiderm. TİTCK, 4 Nisan 2024 tarihinde https://titck.gov.tr/storage/Archive/2020/kubKtAttachments/TTCKCAPCIDERMKREMDARUYGUNKT_5ff916e4-02ae-4ff8-847b-6acbfb9fd3c.pdf adresine erişilmiştir.

[6] Kapsikumlu Liniment. Şanlı İlaç, 16 Nisan 2024 tarihinde <https://sanliilac.com.tr/urun/kapsikumlu-liniment/> adresine erişilmiştir.

[7] İnsektisitlere Karşı Öldürücü Sprey. Chrysamed, 2 Şubat 2024 tarihinde <https://chrysamedonline.com/insektisit-max-500-ml-bocek-ilaci-tahtakurusu-karinca-akrep-kene-orumcek-hamambocegi-karasinek/> adresine erişilmiştir.

[8] Çay, İ.Ç. (2019). “Kahvelerdeki kafein miktarının hazırlama yöntemine göre değişiminin kromatografik olarak incelenmesi”, Eskişehir.

[9] László, S., Bártai, I., Berkó, S., Csányi, E., ve ark. (2022). Development of Capsaicin-Containing Analgesic Silicone-Based Transdermal Patches, *Pharmaceuticals*, Basel, 15, 1279.

[10] Michael, S., Waite, A.J. (2008). “A Modular HPLC System for Routine Analysis of Capsaicin from Hot Sauces”, Waters Corporation, U.S.A.

[11] Skoog, D.A., Holler, F.J., Crouch, S.R. (2013). “Enstrümental Analiz İlkeleri”, Bilim Kitap Kırtasiye Ltd. Şti., Ankara.

[12] USP 32.

[13] Christopher, A., Dennis, J., Garold, S., Alim, A. (2001). “Determination of capsaicin, dihydrocapsaicin, and nonivamide in self-defense weapons by liquid chromatography–mass spectrometry and liquid chromatography–tandem mass spectrometry”, *Journal of Chromatography A*, U.S.A., 912