

Kırmızı Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) ve Beyaz Pitaya (*Hylocereus undatus*) Türlerinin Fenolik Bileşenlerinin Belirlenmesi

Civan ÇELİK^{*1}, Ayşe Vildan PEPE², Adnan Nurhan YILDIRIM², Fatma YILDIRIM²

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 19, Sayı 1,
Sayfa 48-54, 2024

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 19, Issue 1,
Page 48-54, 2024

Öz: Araştırmada, Muğla ilinin Seydikemer ilçesinde örtü altı yetiştiriciliği yapılan Vietnamsese White (et rengi beyaz) ve Siam Red pitaya (et rengi kırmızı) meyvelerinin fenolik bileşenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada çeşitlerin gallik asit, kateşin, klorojenik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, rutin ve kamferol gibi fenolik bileşenleri incelenmiştir. Çalışmada Siam Red çeşidinin gallik asit, klorojenik asit ve kafeik asit içeriklerinin Vietnamsese White çeşidinden sırasıyla %142.85, %332.50 ve %62.50 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır. P-kumarik asit ve rutin bileşenlerinde ise çeşitler arasında istatistiksel olarak bir fark saptanmamıştır. Araştırmada Vietnamsese White çeşidinde kateşin bileşeni tespit edilmezken, Siam Red çeşidinde bu bileşen 0.90 µg/g olarak saptanmıştır. Araştırmada Vietnamsese White çeşidinin Kamferol içeriğinin Siam Red çeşidinden %75 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada Muğla ilinin Seydikemer ilçesinde yetiştirilen kırmızı ve beyaz meyve etine sahip pitaya türlerinin fenolik bileşenleri ilk kez araştırılmış ve sonuçlar sunulmuştur. Araştırma sonucunda kırmızı meyve etine sahip pitaya türünün daha yüksek fenolik bileşen içerdiği saptanmıştır. Sonuç olarak tüketim açısından değerlendirildiğinde kırmızı meyve etine sahip pitaya türlerinin daha uygun olacağı ve araştırmada kullanılan pitaya türleri ile ilgili gelecekte yapılacak olan çalışmalar için bir kaynak niteliği taşıyacağını söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, ejder meyvesi, fenolik bileşikler, hylocereus, pitaya

Determination of the Effect of Disc Harrow Disc Angle Change on Draft Power Requirement and Some Soil Physical Properties

Abstract: The aim of the research was to determine the phenolic components of Vietnamsese White (flesh white) and Siam Red pitaya (flesh color red) fruits grown under greenhouse cultivation in Seydikemer district of Muğla province. In the research, phenolic components of the varieties such as gallic acid, catechin, chlorogenic acid, caffeic acid, p-coumaric acid, routine and camperol were examined. In the study, it was determined that the Siam Red variety had higher gallic acid (142.85%), chlorogenic acid (332.50%) and caffeic acid (62.50%) contents than the Vietnamsese White variety. No statistical difference was detected in p-coumaric acid and routine components of varieties. In the research, while the catechin component was not detected in the Vietnamsese White variety, it was detected as 0.90 µg/g in the Siam Red variety. In the research, it was determined that the Kamferol content of the Vietnamsese White variety was 75% higher than the Siam Red variety. In this study, the phenolic components of pitaya species with red and white flesh grown in the Seydikemer district of Muğla province were investigated for the first time, and the results are presented. The research revealed that the pitaya species with red flesh contained higher phenolic components. Consequently, it can be said that pitaya species with red flesh would be more suitable for consumption, and this study could serve as a resource for future research on the pitaya species used in the study.

Keywords: Antioxidant, dragon fruit, phenolic compounds, hylocereus, pitaya

***Sorumlu yazar (Corresponding author)**
civancelik@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 25/04/2024
Kabul (Accepted): 05/05/2024

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji
Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye.

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,
32260, Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Pitaya, Caryophyllales takımının *Hylocereus* veya *Seleniurus* (*Cactaceae*) cinsine ait tropikal ve çok yıllık bir meyve türüdür. Meyve kabuğunun deriye benzer dokusu nedeniyle Pitaya, Orta Amerika'da pitaya roja, Meksika'da pitahaya ve Vietnam'da ejder meyvesi olarak bilinmektedir (Verona-Ruiz vd., 2020). *Hylocereus*'un dünyanın subtropik ve tropik bölgelerinde besin içeriği, iklim istekleri, adaptasyonu ve tüketici taleplerine bağlı olarak yetiştirilen çeşitli türleri bulunmaktadır. *H. Undatus*'un Kolombiya, Meksika ve Güney Amerika, (Jorge & Ferro, 1989), *H. megalanthus*'un Bolivya, Peru, Ekvador, Kolombiya ve Venezuela (Lim, 2012) son olarak *H. Polyrhizus*'ın ise Meksika orijinli olduğu bilinmektedir (Fouque, 1972; Perez-Arbelaez, 1990). Pitaya meyvesinin betalainler, yağ asitleri, terpenler ve steroller gibi besin içeriklerinin tür, yetiştirme koşulları ve iklime göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca B1, B2, B3, C vitamini, potasyum, sodyum, kalsiyum, fosfor ve demir gibi mineraller ve protein, yağ, karbonhidratlar, lif ve karotenler açısından da zengin olduğu bilinmektedir (Le Bellec vd., 2006). Buna ek olarak pitaya kabuklarının da toksinleri absorbe etme kapasitesinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Nurmahani vd., 2012; Ismail vd., 2017). Bunun yanı sıra pitaya meyvesinin fenolik bileşenler açısından zengin olduğu farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Gomez-Maqueo vd., 2020; Shen vd., 2020; Tang vd., 2021; Attar vd., 2022; Nishikito vd., 2023; Shah vd., 2023; Silva e Souza vd., 2023). Ayrıca araştırmalarda, fenolik bileşiklerin oksidatif streslere karşı koruma sağladığı (Kalt, 2005; Abang Zaidel vd., 2017) ve antimutagenik, antitümör ve antioksidan ajanlar olarak görev yaptığı da rapor edilmiştir (Nagai vd., 2003). Fenolikler, ağırlıklı olarak fenilpropanoid yoluyla fenilalanin'den türetilen bitki bileşenleridir (Booker & Miller, 1998). Önceki çalışmalar *H. undatus* ve *H. polyrhizus* türlerinin meyve etinde, kabuğuna kıyasla daha yüksek askorbik asit ve serbest radikalleri süpürücü etkiye sahip toplam fenolik asit içerdiği, ayrıca pitaya türlerinin antioksidan kapasitesinin, betalain, ve betalain türevlerinin ve fenolik bileşiklerin, asetil kumarin ve gallik asit düzeyiyle bağlantılı olduğu bildirilmiştir (Esquivel vd., 2007; Choo & Yong, 2011).

Pitaya birçok kullanım alanına sahip, ekonomik açıdan önemli bir bitkidir. Meyvesi çiğ olarak tüketilebilmekte veya işlenerek meyve suyu, şarap, krem veya tatlılara dönüştürülebilmektedir (Sofowora vd., 2013). Pitayada, son yıllarda iltihap (Zhao vd., 2018), kanser (Youn vd., 2019) ve diyabet (Swarup vd., 2010) tedavisinde araştırmalar yapılmıştır. Tüketiciler tarafından çok fazla bilinmeyen bu meyve türünün fenolik bileşik içeriklerinin belirlenmesi bu alanda eksik olan literatüre büyük katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla çalışmamızda farklı meyve et renklerine sahip Vietnamese White (*H. undatus*)

ve Siam Red (*H. polyrhizus*) pitaya türlerine ait meyvelerin fenolik bileşenleri incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

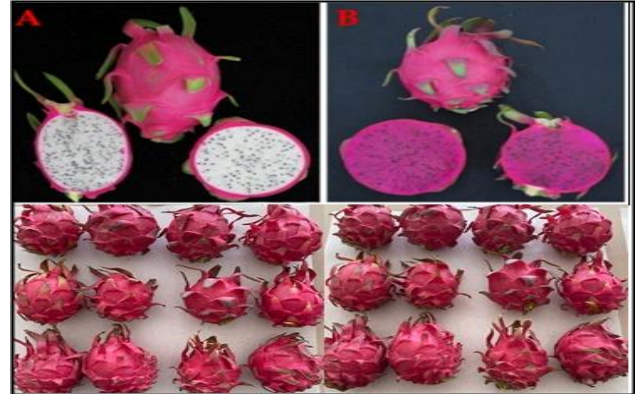
2. 1. Materyal

2.1.1. Bitkisel materyal ve özellikleri

Bu çalışmada, Türkiye'nin Muğla ili Seydikemer ilçesinde örtü altında yetiştirilen Vietnamese White ve Siam Red çeşitlerine ait meyveler kullanılmıştır (Şekil 1). Meyveler ticari hasat zamanına göre toplanmış ve analizler üç tekerrürlü ve her tekerrürde 4 meyve olacak şekilde yürütülmüştür.

Siam Red (*H. polyrhizus*): Tayland güzeli olarak da bilinir. Çok hızlı gelişim göstermektedir. Meyve kabuk rengi kırmızı olup, dış kısmı kırmızı pullarla kaplıdır. Meyve eti de koyu kırmızıdır. Meyveleri genellikle 230-340 g ağırlığındadır (Anonim, 2024).

Vietnamese White (*H. undatus*): İlkbaharın sonlarında erken dönemde ortaya çıkan büyük ve kokulu çiçekleri vardır. Diğer türlere göre daha çabuk gelişip ve daha erken meyve verir. Bu özelliğinden dolayı üreticiler tarafından en çok tercih edilen türlerdendir. Meyve kabuk rengi pembemsi, dış kısmı kırmızı ve yeşil pullarla kaplıdır. Meyve eti beyazdır (Anonim, 2024).



Şekil 1. A) Vietnamese white; B) Siam Red

Meyvelerin fenolik bileşen içeriklerinin belirlenmesinde Artık vd. (1998)'nin belirlediği ekstraksiyon yöntemi kullanılmış ve okumalar HPLC aracılığıyla yapılmıştır. Çalışmada meyvelerde gallik asit, kateşin, klorojenik asit, cafeic asit, p-cumaric asit, rutin ve kamferol bileşenleri incelenmiştir. Sonuçlar µg/g olarak ifade edilmiştir. Çalışmada kullanılan Shimadzu Marka HPLC cihazının özellikleri Tablo 1'de, Gradient programı ise Şekil 2' de sunulmuştur. Elde edilen veriler MİNİTAB paket programı kullanılarak analiz edilmiş olup, önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testine (p≤0.05) göre belirlenmiş ve farklı harfler ile gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan Shimadzu Marka HPLC cihazının özellikleri

Dedektör	SPD-M 10A vp DAD dedektör ($\lambda_{max}=278nm$)
Auto sampler	SIL-10AD vp
System controller	SCL-10Avp
Pump	LC-10ADvp
Degasser	DGU- 14A
Column oven	CTO-10Avp
Kolon	Agilent Eclipse XDB-C18 (250x4,60 mm) 5 mikron
Mobil faz	A: %3 asetik asit, B: Metanol
Akış Hızı	0.8 mL dakika ⁻¹
Kolon sıcaklığı	30°C
Enjeksiyon hacmi	20 mikrolitre

Time	Module	Action	Value
1	0.01	Controller	Start
2	0.10	Pumps	Pump B Conc. 7
3	20.00	Pumps	Pump B Conc. 28
4	28.00	Pumps	Pump B Conc. 25
5	35.00	Pumps	Pump B Conc. 30
6	50.00	Pumps	Pump B Conc. 30
7	60.00	Pumps	Pump B Conc. 33
8	62.00	Pumps	Pump B Conc. 42
9	70.00	Pumps	Pump B Conc. 50
10	73.00	Pumps	Pump B Conc. 70
11	75.00	Pumps	Pump B Conc. 80
12	80.00	Pumps	Pump B Conc. 100
13	81.00	Pumps	Pump B Conc. 7
14	90.00	Controller	Stop

Şekil 2. Çalışmada kullanılan Gradient programı

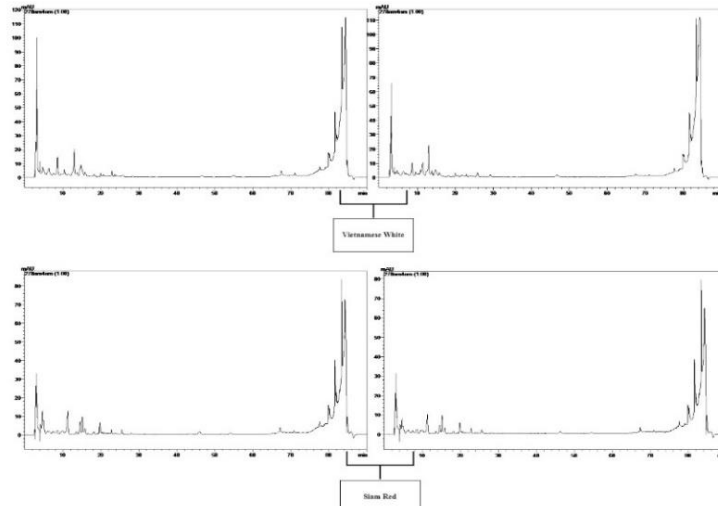
2. 2. Yöntem

2.2.1. İstatistik analizler ve değerlendirme

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrür ve her tekerrürde 3 ağaç olacak şekilde planlanmıştır. Elde edilen veriler MİNİTAB paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş olup, önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testine ($p \leq 0.05$) göre belirlenmiş ve farklı harfler ile gösterilmiştir.

Tablo 2. Vietnamese White ve Siam Red pitaya meyvelerinin fenolik bileşen içerikleri ($\mu g/g$)

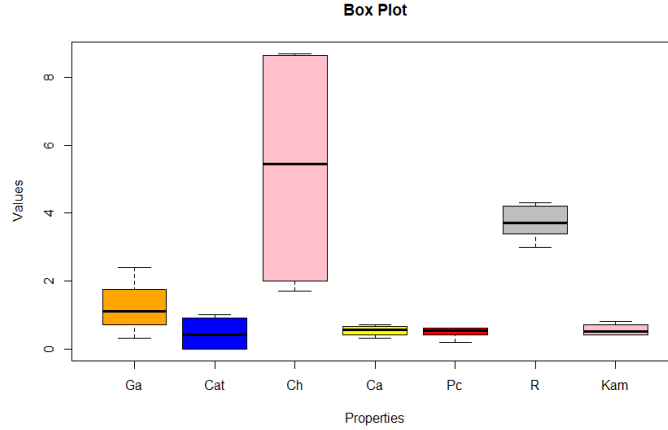
	Gallik asit	Kateşin	Klorojenik asit	Kafeik asit	p-kumarik asit	Rutin	Kamferol
Siam Red	1.70a*	0.90	8.65a	0.65a	0.55	3.80	0.40b
Vietnamese White	0.70b	**TE	2.00b	0.40b	0.40	3.65	0.70a

**Şekil 3.** Çalışmada incelenen fenolik bileşenlerin HPLC'de elde edilen kromatogram görüntüleri

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada Vietnamese White ve Siam Red pitaya meyvelerinde yürütülen fenolik bileşen analiz sonuçları Tablo 2'de, HPLC'de elde edilen kromatogram görüntüleri ise Şekil 3'te sunulmuştur. Kırmızı meyve etine sahip Siam Red'in beyaz meyve etine sahip Vietnamese White'ten daha yüksek gallik asit (%142.85 oranında), klorojenik asit (%332.50 oranında) ve kafeik asit (%62.50 oranında) içerdiği ve çeşitler arasında ortaya çıkan farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p \leq 0.05$) belirlenmiştir. P-kumarik asit ve rutin bileşenlerinde ortaya çıkan fark istatistiksel olarak önemli olmasa da yine kırmızı meyve etine sahip Siam Red çeşidinin değerlerinin daha yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Araştırmada beyaz meyve etine sahip Vietnamese White çeşidinde kateşin bileşeni tespit edilmezken, kırmızı meyve etine sahip Siam Red çeşidinde ise kateşin içeriği $0.90 \mu g/g$ olarak saptanmıştır. Araştırmada kamferol içeriğinin beyaz meyve etine sahip Vietnamese White çeşidinin ($0.70 \mu g/g$) kırmızı meyve etine sahip Siam Red çeşidinden ($0.40 \mu g/g$) %75 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Pitaya meyvelerinde yürütülen fenolik bileşen analiz sonuçlarının gruplara göre dağılımı Şekil 4'te sunulmuştur. Kırmızı ve beyaz meyve etine sahip pitaya çeşitlerinde en geniş fenolik bileşen dağılımı klorojenik asit'te tespit edilmiştir. En dar aralıklar ise kafeik asit, p-kumarik asit ve kamferol bileşenlerinde saptanmıştır. Medyan çizgilerine göre değerlendirildiğinde iki pitaya çeşidine ait kateşin, kafeik asit, p-kumarik asit ve kamferol bileşenlerinin medyanlarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Gallik asit, klorojenik asit ve rutin bileşenlerinde ise çeşitler arasında farklılıkların olduğu saptanmıştır.



Şekil 4. Vietnamese White ve Siam Red pitaya meyvelerinin fenolik bileşen içeriklerine ait Box Plot dağılımı

Polifenoller bitki dünyasında, özellikle meyve ve sebzelerde sekonder metabolitler olarak yer almaktadır. Polifenoller, en az iki fenil halkası ve bir veya daha fazla hidroksil grubu ile karakterize edilen ve iyi bilinen bir fenolik sistem grubudur. Bitki dünyasında yaygın olarak bulunan 10.000'e yakın farklı fenolik yapı olduğu bilinmektedir (Crozier vd., 2009; Coppo & Marchese, 2014). Önceki çalışmalarda pitaya meyvesinin farklı sağlık sorunlarına fayda sağlayabileceğini ve analjezik, antioksidan, anti-diyabetik, anti-kanser, kardiyokoruyucu, karaciğer koruyucu ve nöroprotektif olarak çalışabileceği rapor edilmiştir (Shafie, 2012; Akhiruddin, 2013; Fadlilah, 2020). Pitaya meyvesinin fenolik bileşenler bakımından zengin olduğu bilinmektedir. Nitekim Tang vd. (2021) pitaya meyvesinde 37 adet fenolik bileşen tanımladıklarını ve klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit ve rutin bileşenlerinin ana bileşenler olduklarını saptamışlardır. Araştırmacılar klorojenik asitin 19.14–19.45 mg/kg, ferulik asitin 10.72–25.04 mg/kg, p-kumarik asitin 8.62–16.29 mg/kg ve kafeik asitin 5.44–57.03 mg/kg ve rutin 11.58–11.93 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Attar vd. (2022) kırmızı ve beyaz pitaya türlerinde yapmış oldukları fenolik bileşen analizi sonucunda gallik asit miktarlarının sırasıyla 0.17 ve 0.16 mg/100 g, kafeik asit miktarının 0.13 ve 0.12 mg/100 g, p-kumarik asit miktarının 0.16 ve 0.16 mg/100 g ve kamferol miktarının ise 0.21 ve 0.26 mg/100 g olduğunu belirlemişlerdir. Jamilah vd. (2011) *Hylocereus* türlerinde 100 g kuru ağırlık başına 150.46 mg fenolik bileşik (betalainler, gallik asit ve betasiyaninler) olduğunu bildirmişlerdir. Esquivel vd. (2007), gallik asidin araştırmada inceledikleri tüm pitaya türlerinde yer aldığını, 'Rosa' çeşidinde daha yüksek, 'Orejona' çeşidinde ise en düşük miktarda bulunduğunu belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, gallik asidin ilk kez pitaya meyvelerinde tanımlandığını ve fenolik profillerin genellikle türler arasında farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Adnan vd. (2011) tarafından pitaya tohumlarında kateşin, epikateşin, kuarsetin, mirisetin, kaempferol ve rutin gibi çeşitli flavonoidler tespit edilmiş ve miktarları belirlenmiştir.

Araştırmacılar sırasıyla kateşin (3.60 mg/g), kuarsetin (1.31 mg/g) ve mirisetinin (0.63 mg/g) başlıca flavonoidler olduğunu bildirmişlerdir. Tenore vd. (2012), kırmızı pitaya meyvelerinin gallik asit, pirokateünik, vanilik asit, kafeik asit ve p-kumarik asit içerdiğini saptamışlardır. Başka bir çalışmada Lim vd. (2010), kırmızı pitaya meyvelerinin et ve kabuklarındaki p-kumarik asit, siringik asit, kafeik asit, vanilik asit, pirokateünik ve gallik asidin sırasıyla, 0.78 mg/100 g, 0.08 mg/100 g, 0.08 mg/100 g, 0.64 mg/100 g, 0.93 mg/100 g ve 0.25 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Berk vd. (2022) beyaz meyve etine sahip pitaya türünün rutin içeriğinin 1.28 mg/kg, kırmızı meyve etine sahip pitaya türünün ise 2.99 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Hua vd. (2018), kırmızı meyve etine sahip pitaya türlerinin, beyaz meyve etine sahip pitaya türlerinden daha yüksek fenolik madde içerdiğini belirlemişlerdir. Benzer şekilde birçok çalışmada, kırmızı meyve etine sahip pitaya türlerinin, beyaz meyve etine sahip türlerden daha yüksek fenolik bileşen (kuarsetin, gallik asit, vanilik asit, rutin, siringik asit vs.) içerdiği rapor edilmiştir (Kim vd., 2011; Moo-Huckin vd., 2014; Fernandes vd., 2016; Bento-Silva vd., 2018; Morais vd., 2019; Abirami vd., 2021; Arivalagan vd., 2021; Chen vd., 2021; Muksin vd., 2021; Saenjum vd., 2021; Zitha vd., 2022; Sahu vd., 2022). Araştırmamızda da kırmızı pitaya türünün beyaz pitaya türü ile karşılaştırıldığında nispeten daha yüksek fenolik bileşen içerdiği ancak önceki çalışmalar ile miktarsal farklılıkların olduğu saptanmıştır. Franke vd. (2004) ve Wall (2006) fenolik bileşenlerin bitki türüne, yetiştirme tekniğine, ekolojik faktörlere, muhafaza koşullarına, kültürel işlemlere göre değişebildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kırmızı meyve etine sahip pitaya türlerinin, beyaz meyve etine sahip türlerden daha fazla fenolik bileşen içermesini, betasiyanin içeren betalain bileşeninden kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir (Esquivel vd., 2007). Nitekim Muğla ili Seydikemer ilçesinde örtü altında yetiştirilen kırmızı meyve etine sahip Siam Red çeşidinin daha yüksek fenolik bileşen içerdiği ve araştırmamızın bulgularının önceki çalışmalar ile uyum sağladığı sonucuna varılmıştır.

4. Sonuç

Pitaya görünümü, şekli ve rengiyle oldukça ilgi çekici bir meyve türüdür. Son yıllarda artan tüketiminin yanı sıra kozmetik, farmakoloji ve gıda sanayisi gibi alanlarda kullanımının arttığı dikkati çekmektedir. Pitaya meyvesine yönelik artan talep göz önüne alındığında, besin açısından zengin, tüketici beğenisi yüksek ve subtropik iklim koşullarına iyi adapte olabileme yeteneğinden dolayı ülkemizin uygun iklim koşullarına sahip bölgelerinde yetiştiriciliğinin arttığı bilinmektedir. Farklı kabuk ve meyve et renklerine sahip pitaya türlerinin (kırmızı, beyaz ve sarı) farklı çeşitlerini içeren yeteri kadar araştırmanın olmadığı açıkça görülmektedir. Pitaya türünde tüketici taleplerini karşılamak için, tropik bölgeler dışında diğer bölgelere de adapte olabilecek ve özellikle besin içeriği ve verim açısından zengin yeni çeşitlerin yetiştiriciliğinin yapılabilmesi ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada Muğla ilinin Seydikemer ilçesinde yetiştirilen kırmızı ve beyaz meyve etine sahip pitaya türlerinin fenolik bileşenleri ilk kez araştırılmış ve sonuçlar sunulmuştur. Araştırma sonucunda kırmızı meyve etine sahip pitaya türünün daha yüksek fenolik bileşen içerdiği saptanmıştır. Sonuç olarak tüketim açısından değerlendirildiğinde kırmızı meyve etine sahip pitaya türlerinin daha uygun olacağı ve araştırmada kullanılan pitaya türleri ile ilgili gelecekte yapılacak olan çalışmalar için bir kaynak niteliği taşıyacağını söylemek mümkündür.

Yazar Katkı Oranları

Yazarlar bu çalışmanın hazırlanmasında eşit derecede katkı sunmuşlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Kaynakça

Abang Zaidel, D. N., Md Rashid, J., Hamidon, N. H., Md Salleh, L. & Mohd Kassim, A. S. (2017). Extraction and characterisation of pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels. *Chemical Engineering Transactions*, 56, 805-810. <https://doi.org/10.3303/CET1756135>

Abirami, K., Swain, S., Baskaran, V., Venkatesan, K., Sakthivel, K. & Bommayasamy, N. (2021). Distinguishing three Dragon fruit (*Hylocereus* spp.) species grown in Andaman and Nicobar Islands of India using morphological, biochemical and molecular traits. *Scientific Reports*, 11, 1-14.

Adnan, L., Osman, A. & Abdul Hamid, A. (2011). Antioxidant activity of different extracts of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) seed. *International Journal of Food Properties*, 14(6), 1171-1181. <https://doi.org/10.1080/10942911003592787>

Akhiruddin, M. A. S. (2013). Nutritional Composition, Antioxidant Properties of *Hylocereus Polyrhizus* Powder and Their Effects on Plasma Glucose Level and Lipid Profiles in Diabetic Rats and Prediabeti Subjects (Doctoral dissertation, Universiti Putra Malaysia).

Anonim, 2024. <http://www.tropicalfruitnursery.com/dragon/>. (Erişim tarihi: 19.02.2024)

Arivalagan, M., Karunakaran, G., Roy, T.K, Dinsha, M., Sindhu, B.C., Shilpashree, V.M., Satisha, G.C. & Shivashankara, K.S. (2021). Biochemical and nutritional characterization of dragon fruit (*Hylocereus species*). *Food Chemistry*, 353, 607-607. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129426>

Artik, N., Murakami, H. & Mori, T. (1998). Determination of phenolic compounds in pomegranate juice by using HPLC.

Attar, Ş. H., Gündeşli, M. A., Urün, I., Kafkas, S., Kafkas, N. E., Ercisli, S. & Adamkova, A. (2022). Nutritional analysis of red-purple and white-fleshed pitaya (*Hylocereus*) species. *Molecules*, 27(3), 808. <https://doi.org/10.3390/molecules27030808>

Bento-Silva, A., Patto, M. C. V. & do Rosário Bronze, M. (2018). Relevance, structure and analysis of ferulic acid in maize cell walls. *Food Chemistry*, 246, 360-378. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.012>

Berk, S. K., Tas, A. & Gündoğdu, M. (2022). Determination of the biochemical contents of white and red fruit pitaya (*Hylocereus* sp.) fruit species. *Agribalkan*, 489.

Booker, F. L. & Miller, J. E. (1998). Phenylpropanoid metabolism and phenolic composition of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] leaves following exposure to ozone. *Journal of Experimental Botany*, 49(324), 1191-1202. <https://doi.org/10.1093/jxb/49.324.1191>

Chen, R., Luo, S., Wang, C., Bai, H., Lu, J., Tian, L. & Sun, H. (2021). Effects of ultra-high pressure enzyme extraction on characteristics and functional properties of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel pectic polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 121, 107016. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107016>

Choo, W. S. & Yong, W. K. (2011). Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. *Advances in Applied Science Research*, 2(3), 418-425.

Coppo, E. & Marchese, A. (2014). Antibacterial activity of polyphenols. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 15(4), 380-390.

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

Esquivel, P., Stintzing, F. C. & Carle, R. (2007). Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant

- capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 62(9-10), 636-644. <https://doi.org/10.1515/znc-2007-9-1003>
- Fadlilah, S. I. T. I., Sucipto, A., Khasanah, F., Setiawan, D. & Rahil, N. H. (2020). Dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) effectively reduces fasting blood sugar levels and blood pressure on excessive nutritional status. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*, 14, 1405-1412.
- Fernandes, F. H. A. & Salgado, H. R. N. (2016). Gallic acid: review of the methods of determination and quantification. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 46(3), 257-265. <https://doi.org/10.1080/10408347.2015.1095064>
- Fouqué, A. (1972). Espèces fruitières d'Amérique tropicale. *Fruits*, 27(3), 200-218.
- Franke, A. A., Custer, L. J., Arakaki, C. & Murphy, S. P. (2004). Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17(1), 1-35. [https://doi.org/10.1016/S0889-1575\(03\)00066-8](https://doi.org/10.1016/S0889-1575(03)00066-8)
- Gómez-Maqueo, A., Escobedo-Avellaneda, Z. & Welte-Chanes, J. (2020). Phenolic compounds in mesoamerican fruits—Characterization, health potential and processing with innovative technologies. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(21), 8357. <https://doi.org/10.3390/ijms21218357>
- Hua, Q., Chen, C., Zur, N. T., Wang, H., Wu, J., Chen, J. & Qin, Y. (2018). Metabolomic characterization of pitaya fruit from three red-skinned cultivars with different pulp colors. *Plant Physiology and Biochemistry*, 126, 117-125. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.02.027>
- Ismail, O. M., Abdel-Aziz, M. S., Ghareeb, M. A. & Hassan, R. Y. (2017). Exploring the biological activities of the *Hylocereus polyrhizus* extract. *Journal of Innovations in Pharmaceutical and Biological Sciences*, 4(1), 1-6.
- Jamilah, B., Shu, C. E., Kharidah, M., Dzulkily, M. A. & Noranizan, A. (2011). Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *International Food Research Journal*, 18(1).
- Jorge, L. I. F. & Ferro, V. D. O. (1989). Aspectos anatomicos e fitoquímicos de *Hylocereus undatus* (haworth) britton e rose. *Revista de Farmacia e Bioquímica da Universidade de Sao Paulo*, 25(2), 123-36.
- Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 70(1), R11-R19. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09053.x>
- Kim, H., Choi, H. K., Moon, J. Y., Kim, Y. S., Mosaddik, A. & Cho, S. K. (2011). Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. *Journal of Food Science*, 76(1), C38-C45. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01908.x>
- Le Bellec, F., Vaillant, F. & Imbert, E. (2006). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, 61(4), 237-250. <https://doi.org/10.1051/fruits:2006021>
- Lim, H. K., Tan, C. P., Karim, R., Ariffin, A. A. & Bakar, J. (2010). Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus cacti* seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. *Food Chemistry*, 119(4), 1326-1331. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.002>
- Lim, T. K. (2012). Edible medicinal and non-medicinal plants (Vol. 1, pp. 656-687). Dordrecht, The Netherlands Springer.
- Moo-Huchin, V. M., Estrada-Mota, I., Estrada-León, R., Cuevas-Glory, L., Ortiz-Vázquez, E., y Vargas, M. D. L. V. & Sauri-Duch, E. (2014). Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food Chemistry*, 152, 508-515. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.013>
- Morais, S. G. G., Borges, G. D. S. C., dos Santos Lima, M., Martín-Belloso, O. & Magnani, M. (2019). Effects of probiotics on the content and bioaccessibility of phenolic compounds in red pitaya pulp. *Food Research International*, 126, 108681. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108681>
- Muksin, Y.D. & Bahri, S. (2021). Exploring the phytochemical and antioxidant potential of *hylocereus polyrhizus* peel extract using biochemical approach. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 913, No. 1, p. 012076). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/913/1/012076>
- Nagai, T., Inoue, R., Inoue, H. & Suzuki, N. (2003). Preparation and antioxidant properties of water extract of propolis. *Food Chemistry*, 80(1), 29-33. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00231-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00231-5)
- Nishikito, D. F., Borges, A. C. A., Laurindo, L. F., Otoboni, A. M. B., Direito, R., Goulart, R. D. A. & Barbalho, S. M. (2023). Anti-inflammatory, antioxidant, and other health effects of dragon fruit and potential delivery systems for its bioactive compounds. *Pharmaceutics*, 15(1), 159. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010159>
- Nurmahani, M. M., Osman, A., Hamid, A. A., Ghazali, F. M. & Dek, M. S. (2012). Antibacterial property of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* peel extracts. *International Food Research Journal*, 19(1).
- Pérez-Arbeláez, E. (1990). *Plantas Útiles de Colombia*; Hugo, V., Ed.; Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis: Medellín, Colombia, p. 184. <https://doi.org/10.3390/ijms241813986>
- Saenjum, C., Pattananandecha, T. & Nakagawa, K. (2021). Antioxidative and anti-inflammatory phytochemicals and related stable paramagnetic species in different parts of dragon fruit. *Molecules*, 26(12), 3565. <https://doi.org/10.3390/molecules26123565>
- Sahu, A., Kishore, K., Dash, S. N., Sahoo, S. C., Nayak, R. K. & Barik, S. (2022). Calcium nutrition influencing yield and fruit quality of dragon fruit. *Indian Journal of Horticulture*, 79(3), 317-322. <http://dx.doi.org/10.5958/0974-0112.2022.00043.3>
- Shafie, S. R. (2012). *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Spray Pitaya Powder (Hylocereus Polyrhizus)*

[Weber] Briton & Rose) and Its Supplementation Effects on Selected Biomarkers in Normocholesterolemic Subjects (Doctoral dissertation, Universiti Putra Malaysia).

- Shah, K., Chen, J., Chen, J. & Qin, Y. (2023). Pitaya nutrition, biology, and biotechnology: a review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(18), 13986. <https://doi.org/10.3390/ijms241813986>
- Shen, Y., Zheng, L., Gou, M., Xia, T., Li, W., Song, X. & Jiang, H. (2020). Characteristics of pitaya after radio frequency treating: Structure, phenolic compounds, antioxidant, and antiproliferative activity. *Food and Bioprocess Technology*, 13, 180-186.
- Silva e Souza, C., Anunciação, P. C., Della Lucia, C. M., Rodrigues das Dôres, R. G., de M. Milagres, R. C. R. & Pinheiro Sant'Ana, H. M. (2023). A comparison of the biometric characteristics, physicochemical composition, mineral elements, nutrients, and bioactive compounds of *Hylocereus undatus* and *H. polyrhizus*. In *Biology and Life Sciences Forum* (Vol. 26, No. 1, p. 114). MDPI. <https://doi.org/10.3390/Foods2023-15151>
- Sofowora, A., Ogunbodede, E. & Onayade, A. (2013). The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 10(5), 210-229. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v10i5.2>
- Swarup, K. R. A., Sattar, M. A., Abdullah, N. A., Abdulla, M. H., Salman, I. M., Rathore, H. A. & Johns, E. J. (2010). Effect of dragon fruit extract on oxidative stress and aortic stiffness in streptozotocin-induced diabetes in rats. *Pharmacognosy Research*, 2(1), 31. <https://doi.org/10.4103%2F0974-8490.60582>
- Tang, W., Li, W., Yang, Y., Lin, X., Wang, L., Li, C. & Yang, R. (2021). Phenolic compounds profile and antioxidant capacity of pitahaya fruit peel from two red-skinned species (*Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus*). *Foods*, 10(6), 1183. <https://doi.org/10.3390/foods10061183>
- Tenore, G. C., Novellino, E. & Basile, A. (2012). Nutraceutical potential and antioxidant benefits of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) extracts. *Journal of Functional Foods*, 4(1), 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.09.003>
- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J. & Paucar-Menacho, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>,
- Wall, M. M. (2006). Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* sp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(5), 434-445. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.002>
- Youn, J., Cho, E. & Lee, J. E. (2019). Association of choline and betaine levels with cancer incidence and survival: A meta-analysis. *Clinical Nutrition*, 38(1), 100-109. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.01.042>
- Zhao, G., He, F., Wu, C., Li, P., Li, N., Deng, J. & Peng, Y. (2018). Betaine in inflammation: mechanistic aspects and applications. *Frontiers in Immunology*, 9, 1070. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01070>
- Zitha, E. Z. M., Magalhaes, D. S., do Lago, R. C., Carvalho, E. E. N., Pasqual, M. & Boas, E. V. D. B. V. (2022). Changes in the bioactive compounds and antioxidant activity in red-fleshed dragon fruit during its development. *Scientia Horticulturae*, 291, 110611. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110611>