



Evaluation The Effects on Bioactive, Physicochemical and Sensory Properties of *Araujia sericifera* (Moth vine) Cooked by Different Methods: Multi-Criteria Decision-Making Analysis

Cansu Çeviker^{1,a}, Tuğba Dedebaş^{2,b,*}, Tuğba Dursun Çapar^{1,c}

¹Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Bolvadin Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 02.11.2023 Accepted : 26.01.2024</p> <p>Keywords: Araujia sericifera Cooking methods Decision techniques Bioactivity Sensory analysis</p>	<p><i>Araujia sericifera</i> (moth vine), known as tree okra in our country, is an invasive, evergreen silky plant native to South America. Many vegetables have positive effects on health with their bioactive components. Bioactive components contained in vegetables are negatively affected during the cooking process. This study aimed to determine the effect of different cooking techniques on the bioactive properties of <i>Araujia sericifera</i> plant and to determine the cooking method with the best bioactive properties and general acceptability by multi-criteria decision making method. While the total phenolic substance amounts of okra samples applied with different cooking methods varied between 4.75-15.15 mg GAE/g, it was determined that sautéed samples had higher phenolic substance content than other cooking methods. According to the results of multi-criteria decision-making techniques, it was determined that the sauté method for cooking okra was the best method in terms of bioactivity and general acceptability.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(7): 1144-1155, 2024

Farklı Yöntemlerle Pişirilen *Araujia Sericifera*'nın (Ağaç bamyası) Biyoaktif, Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi: Çok Kriterli Karar Verme Analizi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 02.11.2023 Kabul : 26.01.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Araujia sericifera Pişirme yöntemleri Karar verme teknikleri Biyoaktivite Duyusal analiz</p>	<p>Ülkemizde ağaç bamyası olarak bilinen <i>Araujia sericifera</i> Güney Amerika'ya özgü istilacı, yaprak dökmeyen ipeksi bir bitkidir. . Birçok sebze sahip olduğu biyoaktif bileşenleri ile sağlık üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Sebzelerin içermiş olduğu biyoaktif bileşenler pişirilme işlemi sırasında olumsuz etkilenmektedir. Çalışmada farklı pişirme tekniklerinin <i>Araujia sericifera</i> bitkisinin biyoaktif özellikleri üzerine etkisini belirlemek ve çok kriterli karar verme yöntemiyle en iyi biyoaktif özelliğe ve genel kabul edilebilirliğe sahip pişirme yöntemini tespit etmeyi amaçlamıştır. Farklı pişirme yöntemleri uygulanan ağaç bamyası örneklerinin toplam fenolik madde miktarları 4,75-15,15 mg GAE/g aralığında değişim gösterirken sotelemiş örneklerin diğer pişirme yöntemlerine göre daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Çok kriterli karar verme teknikleri sonuçlarına göre ağaç bamyayı pişirmek için yapılan soteleme yönteminin biyoaktivite ve genel kabul edilebilirlik açısından en iyi yöntem olduğu belirlenmiştir.</p>

^a inanircansu0@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-4748-954X>

^c tugbadedebas@gmail.com

^d <https://orcid.org/0000-0003-1663-0165>

^e tugbadursun@erciyes.edu.tr

^f <https://orcid.org/0000-0002-1075-0054>



Giriş

Araujia sericifera, sıklıkla Amerika, Brezilya, Paraguay ve Uruguay'da yetişen, *Apocynaceae* familyasına ait istilacı, çok yıllık sarmaşık formu bir bitkidir. Yaygın olarak güve bitkisi, beyaz mesane çiçeği ve zalim asma gibi isimlerle bilinen bitki Türkiye'de ağaç bamyası olarak adlandırılmaktadır. *A. sericifera*, yüzlerce kabarık beyaz tohum içeren, büyük gri-yeşil armut biçimli meyvesiyle tanınır ve meyveler açıldığında rüzgarla kolayca dağılmaktadır. Ayrıca olgun meyveler, sanat eserlerinde kullanılan ve İtalya'da "ipek bitkisi" olarak bilinen özel bir ipeksi tüye sahiptir. İtalya ve Güney Amerika'da *Araujia sericifera* dünya çapında genellikle tıpta uygulamalarda, dekorasyonda, tekstil bitkisi ve yenilebilir bitki olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde Ağaç bamyası bitkisi genellikle bitkisel yağ kullanılarak soteleme tekniği ile hazırlanarak tüketilmektedir (Bellache ve ark., 2022; Anonim, 2020; Landi ve ark., 2019; Cruz ve Cordero 2018; Gaig ve ark., 2005).

Sebzeler salatalarda çiğ olarak tüketildiği gibi genellikle çoğu sebze, tüketilmeden önce genellikle buharda pişirme, haşlama, soteleme, mikrodalgada pişirme vb. farklı yöntemlerle pişirilerek kullanılmaktadır (Danowska-Oziewicz ve ark., 2020). Bu teknikler arasından yağ ile yapılan soteleme işleminin sebzelerin renginde ve dokusunda diğer tekniklere göre birçok avantajı bulunmaktadır. Bununla birlikte yapılan bir çalışmada araştırmacılar, soteleme tekniği ile gıdanın in vitro safra asidi bağlanmasını önemli ölçüde iyileştirdiği ve karalahana, brokoli, lahanası ve yeşil biber için en sağlıklı yöntemin soteleme olduğunu bildirmiştir (Kahlon ve ark., 2012).

Sebzelerin duyuusal ve fiziksel nitelikleri pişirme işleminden büyük ölçüde etkilenmektedir (Danowska-Oziewicz ve ark., 2020). Duyusal analiz türündeki değişikliklere ilişkin insanların algısını değerlendirmek için önemli bir yöntemdir (Buratti ve ark., 2020). Son yıllarda tüketiciler biyoaktif özelliği yüksek olan gıdaları tercih etmek istemektedirler. Çok kriterli teknikler kullanılarak duyuusal analiz verileri ile en yüksek biyoaktif özellik veren en iyi örneğin seçilmesi sağlanabilmektedir. Çok kriterli karar verme teknikleri (MCDM), karar vermenin en bilinen tekniklerinden biridir. Bir problemdeki birçok seçeneğin diğerlerine göre mutlak bir önceliği olmadığından, en uygun seçeneği daha objektif bir şekilde seçmek zordur (Pohekar ve Ramachandran, 2004). MCDM, seçeneklerin performanslarına ilişkin daha nesnel matematiksel bir hesaplama kullanarak net puanlar ve sıralamalar geliştirerek öneride bulunur. MCDM teknikleri arasında birleştirilebilir uzaklık tabanlı değerlendirme (CODAS-COmbinative Distance-based ASsessment), gerçeği yansıtan eleme ve seçim (ELECTRE-ELimination Et Choix Traduisant la REalité) ve uzlaşma sıralaması yöntemi (VIKOR-VİseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) gibi farklı metotlar bulunmaktadır.

Literatürde farklı pişirme tekniklerinin kullanıldığı sebze pişirme çalışmaları bulunmaktadır (Danowska-Oziewicz ve ark., 2020; Lee ve ark., 2018; Mehmood ve Zeb, 2020; Sun ve ark., 2014; Türkmen ve ark., 2006; Türkmen ve ark., 2005). Fakat çok kriterli karar verme tekniklerinin sebze pişirmede kullanımına ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca literatürde *Araujia sericifera* ağaç bamyası için farklı pişirme yöntemlerinin

karşılaştırılması üzerine çalışılmamış ve çok kriterli karar verme yaklaşımıyla en iyi pişirme yöntemi seçilmemiştir. Bu araştırmanın amacı, farklı pişirme tekniklerinin ağaç bamyasının fiziksel, biyoaktif ve duyuusal özelliklerine etkisini araştırmaktır. Ayrıca bu çalışmada, *Araujia sericifera* ağaç bamyası için MCDM teknikleri ile en yüksek biyoaktif özelliğe ve duyuusal kabul edilebilirliğe sahip en iyi pişirme yönteminin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada kullanılan ağaç bamyalar 2020 yılı Haziran ayında Balıkesir ilinden temin edilmiştir. Analizde kullanılan tüm kimyasallar Sigma Aldrich ve Merck'ten satın alınmıştır. Analizlerde kullanılan çözücüler ve reaktifler analitik derecelerde kullanılmıştır.

Sebze Örneklerinin Hazırlanması

Ağaç bamyası örnekleri musluk suyuyla yıkandıktan sonra yenmeyen kısımları bıçakla çıkarılmış ve her bir pişirme için 150 g örnek çiğ olarak ayrılmıştır. Ön denemeler ile de örneklerin pişirme koşulları sebzelerin pişme hızına göre belirlenmiştir. Ağaç bamyası örneklerinin pişirilmesi için aşağıda verilen 5 farklı pişirme tekniği kullanılmıştır.

Kaynatma: Ağaç bamyası örnekleri kapaklı bir tencerede 1:10 oranında su ile karıştırılarak 95°C'de 12 dakika boyunca kaynatılmıştır.

Buharda pişirme: Numuneler buharda pişirme aparatı olan bir tencere içerisinde 12 dakika (son sıcaklık 95°C) pişirilmiştir.

Mikrodalga: Örnekler mikrodalga fırına konularak 6 dakika pişirilmiştir.

Sous vide: Numuneler kalın plastik torbalara (20 × 32 cm) yerleştirilerek vakumlu paketleme cihazıyla paketlenmiştir. Daha sonra içi su dolu alüminyum bir tavaya daldırılarak 12 dakika boyunca 95°C'de pişirilmiştir.

Soteleme: Ağaç bamyası örnekleri bir miktar zeytinyağı ile sotelenmiştir. Oran olarak 7,5 g örneğe 1 mL yağ konmuş olup tavada sürekli karıştırılarak pişirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Numuneler 10 dakika süreyle pişirilmiştir.

Fizikokimyasal Analizler

Taze ve pişmiş numunelerin toplam kuru madde (AACC 44-19) ve toplam kül (AACC 08-01), miktarı pişirme teknikleri uygulandıktan hemen sonra belirlenmiştir. Protein değeri ise (AACC 46-12) numuneler 45°C'lik fırında kurutulup öğütüldükten sonra ölçülmüştür. Fizikokimyasal analizler AACC'ye (2003) göre gerçekleştirilmiştir.

Klorofil İçeriğinin Belirlenmesi

Klorofil içeriği Mounir ve ark., (2020)'nin yönteminde bazı değişikliklerle sonucunda belirlenmiştir. Klorofil içeriği aşağıda verilen denkleme göre hesaplanmıştır (1).

$$\begin{aligned} \text{Klorofil a} &= \text{Abs } 663 \times 12,7 - \text{Abs } 645 \times 2,69 \\ \text{Klorofil b} &= \text{Abs } 645 \times 22,9 - \text{Abs } 663 \times 4,68 \\ \text{Toplam klorofil} &= \text{Klorofil a} + \text{Klorofil b} \end{aligned} \quad (1)$$

Askorbik Asit Tayini

Askorbik asit, Zhong ve ark., (2015) tarafından açıklanan yöntemde bazı modifikasyonlar sonucunda belirlenmiştir. 10 g pişmemiş veya pişmiş (farklı pişirme teknikleri uygulandıktan hemen sonra) ağaç bamyaya örnekleri 60 saniye boyunca 50 mL ekstraksiyon çözeltisi (%6 meta-fosforik asit, v/v) ile karıştırılarak ölçüm için hazırlanmıştır. Örneklerin sonuçları mg askorbik asit/100 g olarak ifade edilmiştir.

Renk Ölçümü

Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-300 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılarak çiğ ve pişmiş numunelerin yüzeyinde renk tespiti yapılmıştır. Örneklerin L^* (açıklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) renk parametre değerleri kaydedilmiştir (Zhong ve ark., 2015).

Tekstür Analizi

Doku profili analizi (TPA), numuneler pişirildikten hemen sonra tekstür analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (TA-TX plus, Stable Microsystems Ltd., İngiltere-land). Test, dört doku profili analiz parametresi olan sertlik (N), çiğnenebilirlik (N. mm), yapışkanlık ve yayılma değerleri hesaplanacak şekilde yapılmıştır (Rossi ve ark., 2017).

Biyoaktivite Özelliklerinin Belirlenmesi

Toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde, DPPH (1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil) radikal süpürme aktivitesi ve Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesinin (TEAC) belirlenmesi için örnek ekstraktları hazırlanmıştır (Türkmen ve ark., 2005). Hazırlanan ekstraktlar biyoaktivite analizleri için kullanılmıştır. Toplam fenolik madde Folin-Ciocalteu yöntemi ile analiz edilmiş ve Azizah ve ark., (2009) tarafından açıklanan yöntemde küçük modifikasyonlar yapılması sonucunda toplam fenolik madde analizi gerçekleştirilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g) olarak ifade edilmiştir. Pişmiş örneklerin toplam flavonoid içeriği Kim ve ark., (2003) yöntemi izlenerek ölçülmüştür. Toplam flavonoid içeriği mg kateşin/g olarak ifade edilmiştir. DPPH radikal süpürme aktivitesi bir mikropılaka okuyucu (Multiscan FC, Thermo Fisher, ABD) kullanılarak daha önce Gunenc ve ark., (2017) tarafından belirtilen yöntemde hafif modifikasyonlarla gerçekleştirilmiştir. Antioksidan aktivitede sonuçlar IC_{50} (mg/mL) değeri olarak verilmiştir. TEAC değeri mavi-yeşil ABTS+ radikal katyonunun temizlenmesine dayanan yöntemle göre belirlenmiştir. Analiz, Song ve ark., (2010) tarafından tanımlanan yöntemde küçük değişiklikler sonucunda gerçekleştirilmiştir. Örneklerin TEAC değerleri $\mu\text{mol Trolox/mg}$ olarak ifade edilmiştir.

Duyusal Analiz

Duyusal analiz 18 yarı eğitimli panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Test, Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde uygulanmıştır. Herhangi bir önyargıyı önlemek amacıyla numuneler, rastgele kodlanmış üç basamaklı kodların bulunduğu beyaz tabaklarda servis edilmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde 1-9 arası derecelendirme ölçeğine sahip hedonik duyusal analiz formu (1=beğenmedim, 5=ne beğendim ne beğenmedim, 9=çok beğendim) kullanılmıştır. Pişmiş örneklerin rengi, tadı, dokusu, lezzeti ve genel kabul edilebilirliği panelistler tarafından değerlendirilmiştir (Gutierrez ve ark., 2008).

Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımının Duyusal ve Biyoaktif Özelliklere Uygulanması

Bu çalışmada hangi pişirme yönteminin en iyi duyusal ve biyoaktif özelliklere sahip olduğunu belirlemek için 3 farklı MCDM tekniği (CODAS, ELECTRE ve VIKOR) kullanılmıştır. Çok kriterli karar verme teknikleri Wang ve ark., (2020) tarafından geliştirilen yöntemle göre uygulanmıştır.

Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımının Duyusal ve Biyoaktif Özelliklere Uygulanması

CODAS Yöntemi;

Alternatiflerin istenilirliği Öklid ve Taksikab olmak üzere iki ölçü kullanılarak belirlenir. Bir alternatifin istenilirliğini belirlemek için Öklid ve Taksikab mesafeleri negatif ideal noktaya göre ölçülür; bu, mesafe ne kadar büyükse, en yüksek istenirlik anlamına gelir.

CODAS'ın adımları şu şekilde sunulmaktadır:

1. Matrisin (X) oluşturulması:

$$X = [X_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{nm} \end{bmatrix}$$

burada, X_{ij} (≥ 0), i. alternatifin j. kritere göre performans değerini ifade etmektedir ($i \in \{1, 2, \dots, n\}$ ve $j \in \{1, 2, \dots, m\}$).

2. Normalleştirilmiş karar matrisinin hesaplanması. Doğrusal normalizasyon şu şekilde kullanıldı:

$$n_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} & \text{if } j \in N_b \\ \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} & \text{if } j \in N_c \end{cases}$$

burada N_b ve N_c sırasıyla fayda ve maliyet kriterlerini temsil eder.

3. Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin hesaplanması

$$r_{ij} = w_j n_{ij}$$

$$w_j (0 < w_j < 1), j. \text{ Kriterinin ağırlığını}$$

belirtir ve;

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1$$

4. Negatif ideal çözümü belirlenmesi

$$ns = [ns_j]_{1 \times m}$$

$$ns_j = \min_i r_{ij}$$

5. Negatif-ideal çözüme Öklid ve Taksikab uzaklıklarının hesaplanması.

$$E_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - ns_j)^2}$$

$$T_i = \sum_{j=1}^m |r_{ij} - ns_j|$$

6. Göreceli değerlendirme matrisinin oluşturulması

$$R_a = [h_{ik}]_{n \times n}$$

$$h_{ik} = (E_i - E_k) + (\psi(E_i - E_k) \times (T_i - T_k)),$$

$k \in \{1, 2, \dots, n\}$, ve ψ aşağıdaki gibi tanımlanır,
 $\psi(x)=1$ if $|x| \geq c$ and $\psi(x)=0$ if $|x| < c$. Bu

fonksiyonda c 'nin 0,01 ile 0,05 arasında ayarlanması önerilir.

7. Her alternatifin değerlendirme puanının hesaplanması

$$H_i = \sum_{k=1}^n h_{ik}$$

8. Alternatiflerin değerlendirmenin azalan değerine göre sıralanması

En yüksek H_i değeri alternatifler arasında en iyisidir.

ELECTRE Yöntemi

ELECTRE, ilk olarak Roy (1968) tarafından sunulan bir MCDM yöntemleri ailesidir. Bu yöntem, kriterlerin göreceli önemini belirlemek için ağırlıkları kullanan alternatifleri en iyiden en kötüye doğru sıralamayı amaçlamaktadır. Uyum ve uyumsuzluk endeksleri, alternatifler arasındaki üstünlük ilişkilerini analiz etmek için kullanılır.

ELECTRE'nin adımları aşağıdaki gibidir

1. Uyum endekslerinin hesaplanması

$$C(a_i, a_k) = \sum_{j=1}^n w_j c_j(a_i, a_k)$$

$$c_j(a_i, a_k) = \begin{cases} 0 & g_j(a_i) - g_j(a_k) \leq -p_j \\ 1 & g_j(a_i) - g_j(a_k) \geq -v_j \\ \text{otherwise } g_j(a_i) - g_j(a_k) + \frac{p_j}{p_j - q_j} \end{cases}$$

w_j kriterin ağırlığıdır, g_j ve $C(a_i, a_k)$ kapsamlı uyum indeksidir.

2. Uyumsuzluk indeksinin hesaplanması

$$d_j(a_i, a_k) = \begin{cases} 0 & g_j(a_k) - g_j(a_i) \leq p_j \\ 1 & g_j(a_k) - g_j(a_i) \geq v_j \\ \text{otherwise } g_j(a_k) - g_j(a_i) - \frac{p_j}{v_j - p_j} \end{cases}$$

3. Sıralama ilişkisi endeksinin hesaplanması

$$S(a_i, a_k) = C(a_i, a_k) \cdot \prod_{j=1}^n ND_j(a_i, a_k)$$

Burada,

$$ND_j(a_i, a_k) = \min\left(1, \frac{1 - d_j(a_i, a_k)}{1 - C(a_i, a_k)}\right)$$

p_j = tercihi, q_j =kayıtsızlığı, ve v_j =veto eşliğini göstermektedir; burada $j=1, 2, \dots, n$. Bir a_i alternatifinin g_j kriterine göre değerlendirilmesi $g_j(a_i)$ gösterilir.

4. Geçiş ilişkisi endeksinin eşliği $\epsilon \in [0.5, 1]$ 'dir. Geçiş ilişkisi endeksi, geçiş ilişkisi eşliğinden büyükse, " a_i a_k 'yi geride bırakır" iddiası doğrudur.

VIKOR Yöntemi

Vikor yöntemi, bir dizi alternatif arasından sıralama ve seçim yapmaya odaklanmakta ve birbiriyle çelişen kriterlerin olduğu bir problem için karar vericilerin nihai çözüme ulaşmalarına yardımcı olabilecek uzlaşık çözümü belirlemektedir. (Sayadi ve ark., 2009).

VIKOR'un ana prosedürü aşağıda açıklanmıştır:

1. Hedefi belirleyin ve ilgili değerlendirme kriterlerini belirleyin. Ayrıca herbir kriterin maksimum $(m_{ij})_{max}$ ve minimum $(m_{ij})_{min}$ değerleri belirlendi.

2. S_i ve R_i 'nin değerleri hesaplandı

$$S_i = \sum_{j=1}^M w_j [(m_{ij})_{max} - (m_{ij})] / [(m_{ij})_{max} - (m_{ij})_{min}]$$

$$R_i = \max\{w_j [(m_{ij})_{max} - (m_{ij})] / [(m_{ij})_{max} - (m_{ij})_{min}] \mid j = 1, 2, \dots, M\}$$

3. P_i 'nin değeri hesaplandı.

$$Q_i = v ((S_i - S_{i-min}) / (S_{i-max} - S_{i-min})) + (1 - v)((R_i - R_{i-min}) / (R_{i-max} - R_{i-min}))$$

burada, $S_{i-max} = S_i$ 'nin maksimum değeri ve $S_{i-min} = S_i$ 'nin minimum değeri; $R_{i-max} = R_i$ 'nin maksimum değeri ve $R_{i-min} = R_i$ 'nin minimum değeri ; v , 'kriterlerin çoğunluğu' stratejisinin ağırlığıdır ve genellikle 0'dan 1'e kadar değer alır.

4. Alternatifleri Q_i değerlerine göre artan şekilde sıralayın. Ayrıca alternatifleri S_i ve R_i değerlerine göre ayrı ayrı düzenleyiniz. Üç sıralama listesi elde edilebilir. Belirli bir v için uzlaşma sıralama listesi, Q_i ölçümleriyle sıralama yapılarak elde edilir. Q_i 'ye göre sıralanan en iyi alternatif, minimum Q_i değerine sahip olmalıdır.
5. Verilen kriter ağırlıkları için, Q ölçüsüne göre en iyi sıralanan uzlaşık çözümü önerin.

Verilerin normalliği Shapiro-Wilk kullanılarak test edilmiş ve normalliğin grafiksel olarak belirlenmesi için q-q grafikleri yayınlanmıştır. Numuneler arasındaki farklar ANOVA ile belirlendi. İkili karşılaştırmalar Tukey testi kullanılarak %95 güven düzeyi test edilmiştir. Analizler Minitab 17.0.E programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Fizikokimyasal Analizler

A. *sericifera* örneklerinin fizikokimyasal içeriğine ait veriler Çizelge 1'de gösterilmiştir. Taze ağaç bamyaya örneğinin kül içeriği %1,91 olarak belirlenirken soteleme yöntemiyle pişirilen ağaç bamyaya örneğinin kül içeriği(%4,47) diğer örneklerle göre önemli ölçüde artış göstermiştir ($p < 0,05$). Buharda (%1,19), kaynatılarak (%0,52), mikrodalgada (0,72) ve sous-vide (%1,22) yöntemiyle pişirilen ağaç bamyaya örneklerinin kül içeriği pişirmeyle azaldığı bulunmuştur.

Tablo 1. Ağaç bamyaya örneklerinin fizikokimyasal özellikleri, klorofil ve askorbik asit içerikleri
 Table 1. Physicochemical values, chlorophyll and ascorbic acid content of moth vine samples

Piştirme cinsi	Kurumadde içeriği (%)	Kül (%)	Protein (%)	Klorofil içeriği (mg/L)	Askorbik asit miktarı (mg/100 g)
Taze	18,34 ^b	1,91 ^b	17,19 ^a	2,85 ^a	7,62 ^a
Buharda	10,12 ^d	1,19 ^d	15,66 ^{bc}	1,35 ^e	1,29 ^d
Kaynatma	7,03 ^f	0,52 ^f	14,04 ^d	1,51 ^d	0,74 ^d
Mikroalgada	7,87 ^e	0,72 ^e	14,61 ^{cd}	1,91 ^c	0,94 ^d
Sous-vide	13,94 ^c	1,22 ^c	16,58 ^{ab}	0,97 ^f	2,20 ^c
Soteleme	57,45 ^a	4,47 ^a	16,67 ^{ab}	2,08 ^b	5,67 ^b

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel anlamlılığı temsil etmektedir (p<0,05).

Çizelge 1'de görüldüğü gibi buharda, kaynatarak, mikrodalgada, sous-vide ve sotelenecek pişirilen ağaç bamyaya örneklerinin % kurumadde içeriği sırasıyla %10,12, %7,03, %7,87, %13,94 ve %57,45 olarak belirlenirken en düşük % kurumadde içeriğine kaynatarak pişirilen örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Tian ve ark., (2016), mor patateslerde yapmış oldukları çalışmada kül içeriğinin, kaynatma, buharda piştirme, mikrodalgada piştirme ve tavada kızartma gibi farklı piştirme tekniklerinden sonra ya azaldığını ya da önemli ölçüde değişmediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi taze ağaç bamyaya örneklerinin protein içeriği %17,19 olarak belirlenirken sous vide ve soteleme işlemi uygulanan örneklerde protein içeriğinin azaldığı görüldüğü de bu azalma istatistiksel olarak anlamlı değildir (p>0,05). Tian ve ark., (2016) yapmış oldukları çalışma sonucunda farklı kızartma tekniklerinin mor renkli patates örneklerinin protein içeriğini önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca kaynatma, buharda piştirme ve mikrodalgada piştirme gibi diğer piştirme yöntemlerinin de protein içeriğinde önemli bir fark yaratmadığını ifade etmişlerdir.

A.sericifera örneklerinin kuru madde içeriği Çizelge 1'de verilmiştir. Taze örneğin kuru madde içeriği %18,34 iken sotelendiğinde bu oran anlamlı bir şekilde %57,45'e yükselmiştir (p<0,05). Diğer piştirme teknikleri, taze örneklerle karşılaştırıldığında kuru madde içeriğinde azalmaya yol açmıştır. Kala ve Prakash (2006) farklı piştirme yöntemlerinin fasulye, brinjal, knol-khol ve turp gibi sebzelerin nem içeriğini değiştirmedeğini bildirmişlerdir.

Klorofil İçeriği

Klorofiller, oksijen, sıcaklık ve ışığın etkisiyle kolaylıkla yapıları bozulabilen hassas bileşiklerdir. (Cubas ve ark., 2008). Farklı piştirme şekilleri uygulanan ağaç bamyaya örneklerinin klorofil içerikleri Çizelge 1'de sunulmaktadır. Taze ağaç bamyaya örneklerinin klorofil içeriği 2,85 mg/L olarak belirlenirken buharda, kaynatarak, mikrodalgada, vakum altında ve soteleme teknikleri kullanılarak pişirilen ağaç bamyaya örneklerinin klorofil içeriği sırasıyla 1,35, 1,51, 1,91, 0,97 ve 2,08 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yapılan piştirme işlemleri sonucunda tüm pişmiş örneklerin klorofil içeriği taze örneklerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde azalırken (p<0,05) klorofili en fazla korunmuş ve taze numuneye (2,85 mg/L) yakın örnek soteleme (2,08mg/L) işlemi uygulanan ağaç bamyalarda belirlenmiştir. Türkmen ve ark. (2006) farklı piştirme yöntemlerinin sebzelerde klorofil a ve b kaybına neden olduğunu bildirmişlerdir. Guillén ve ark. (2017) yaptıkları çalışma sonucunda tüm sebzelerde (brokoli, yeşil fasulye, enginar ve havuç) kaynatma ve vakumda

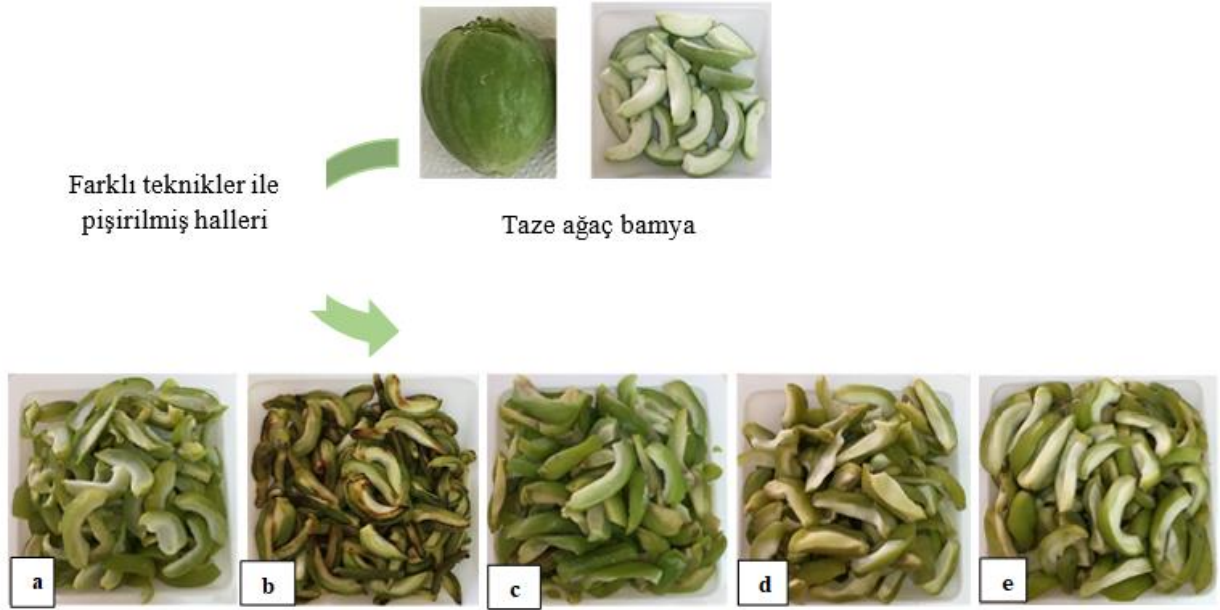
piştirme ile toplam klorofil içeriğinin azaldığını bulmuşlardır. Mitik ve ark. (2013) brokoli, beyaz lahanaya, lahanaya, pazıya, ıspanak ve bahçe sabrı gibi haşlanmış sebzelerde taze sebzelerle göre daha düşük klorofil içeriği olduğunu bildirmişlerdir.

Askorbik Asit İçeriği

Askorbik asit, biyolojik fonksiyonları nedeniyle taze sebzelerde bulunan önemli bir vitamindir. Ancak konserveleme ve piştirme gibi işlemlerde büyük ölçüde kararsız bir yapı göstermektedir (Rickman ve ark., 2007). Taze ağaç bamyaya örneğinde askorbik asit içeriği 7,62 mg/100 g iken, kaynatma tekniği ile pişirildiğinde bu değer 0,74 mg/100 g'a düşmüş ve diğer piştirme tekniklerine göre en düşük askorbik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Çizelge 1'de görüldüğü gibi askorbik asidin en fazla korunduğu ve taze numuneye yakın olan numune sotelenecek numunedir. Razzak ve ark. (2023) tarafından yapılan benzer bir çalışmada kaynatarak, buharda ve mikrodalgaya yöntemiyle kullanılarak pişirilen havuç, kabak ve ıspanak örneklerinde kaynatılarak pişirilme sonucunda askorbik asit içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışma sonucunda farklı piştirme teknikleri (buharda, kaynatma, mikrodalgada, sous-vide ve soteleme) ile pişirilen numunelerin tamamında taze numuneye göre askorbik asit içeriğinde önemli bir azalma gözlemlendi (p<0,05). Dört sebzelerin farklı yöntemlerle pişirildiği bir çalışmada, taze sebzelerle karşılaştırıldığında tüm örneklerde askorbik asit içeriğinin azaldığı görülmüştür (Kala ve Prakash, 2006). Mazzeo ve ark., (2011) her iki piştirme işleminin de (kaynatma ve buharda piştirme) karnabahar örneklerinde askorbik asit içeriğinde önemli kayıplara yol açtığını bulmuşlardır. Pelle-grini ve ark., (2010) Brassica sebzelerinin askorbik asit içeriğinin kaynatma, mikrodalgada piştirme, sepet ve fırında buharda piştirme gibi farklı piştirme yöntemleriyle azaldığını belirlemişlerdir. Askorbik asitte meydana gelen azalmanın termal işlem sırasında askorbik asidin yapısında meydana gelen polimerizasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir (Razzak ve ark., 2023).

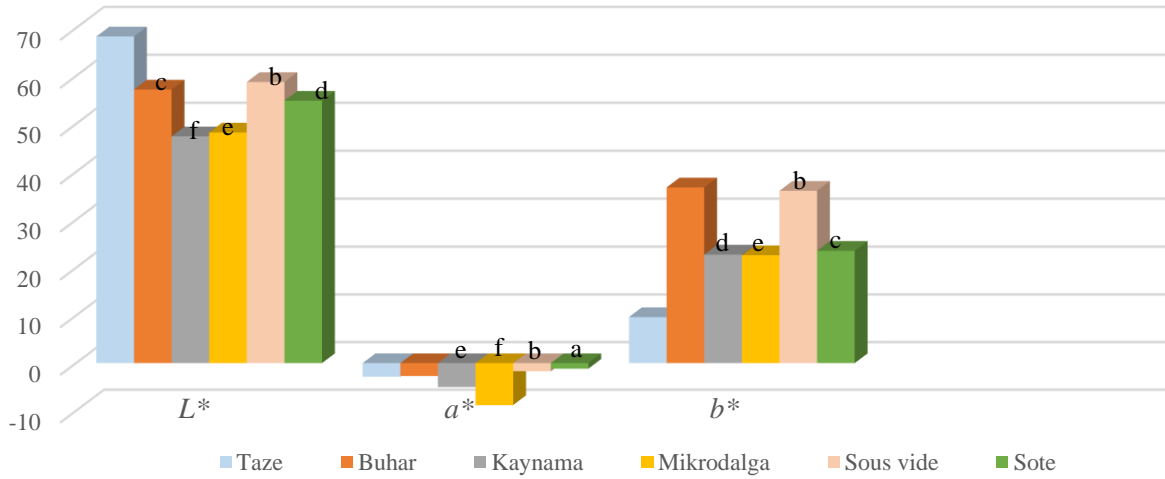
Renk

Renk, tüketicilerin taze ve pişmiş sebze meyvelerin algısını etkileyen en önemli fiziksel özelliklerden biridir. Farklı piştirme teknikleri uygulanan ağaç bamyaya örneklerinin renk değişimleri *L**, *a** ve *b** renk değeri ile ifade edilmiş ve piştirme işlemiyle birlikte örneklerde gözle görülür bir değişiklik gözlemlenmiştir (Şekil 1). Şekil 2'de taze ve pişmiş numunelerin farklı yöntemlerle resimleri de gösterilmektedir.



Şekil 1. Pişmiş numunelerin renkleri (a:kaynama, b:sote, c:mikrodalga, d:sous vide ve e:buhar)
Figure 1. Colors of cooked samples (a: boiling, b: sautéed, c: microwave, d: sous vide and e: steam)

Ağaç bamyası örneklerinin renk değerleri



Şekil 2. Örneklerin renk değerleri
Figure 2. Color values of the samples

Örneklerin açıklık ve koyuluğunu ifade eden L^* değeri taze ağaç bamyası örneğinde en yüksek bulunurken (68,24), pişirildikten sonra tüm örneklerde anlamlı düzeyde azalma meydana gelmiştir ($p < 0,05$). Ağaç bamyası numunelerine uygulanan buharda, sous-vide ve soteleme işlemlerinden sonra örneklerin L^* değerleri taze örneğe en yakın bulunurken buharda ve mikrodalga pişirme işlemi uygulanan örneklerde L^* değeri azalarak bir koyulaşma meydana gelmiştir. Razzak ve ark., Bangadeşte bulunan 6 farklı sebzenin kaynatılarak, buharda ve mikrodalgada pişirilmesi sonucunda parlaklığı gösteren L^* değerinin ısı işlemi nedeniyle azaldığını bildirmişlerdir. Negatif a^* renk değeri yeşilliği ifade etmektedir. Şekil 2’de görüldüğü gibi tüm numunelerin a^* değeri negatif bulunmuştur.

Dolayısıyla örneklerin negatif renk değerleri yeşil olarak algılandıklarını göstermektedir. Taze örneklerle karşılaştırıldığında buharda pişirilmiş, sous-vide ve sotenmiş örnekler daha az yeşil hale geldi ($-a^*$ artış). Tam tersine, kaynatılmış ve mikrodalgaya alınmış örneklerde yeşillikte önemli bir artış ($-a^*$ azalma) görülmüştür. Sarılığı temsil eden b^* değeri taze örnek ile karşılaştırıldığında tüm örneklerde artış göstermiştir. En yüksek b^* değeri Sous vide ve buharda pişirilen ağaç bamyası örneklerinde belirlenmiştir. Şekil 1’de görüldüğü gibi sous vide ve buhar numuneleri daha sarı olarak algılanmaktadır. Taze numunenin değerinin düşük olması renginin yeşil-beyaz olarak algılanmasından kaynaklanıyor olabilir (Şekil 1).

Martínez-Hernández ve ark. (2013) derin yağda kızartma ile brokoli örneklerinin L^* değerinin çiğ örneklerle göre arttığını bulmuşlardır. Kaynatma, buhar basınçlı pişirme, sous vide ve mikrodalga gibi diğer işlemler, pişmemiş örneklerle karşılaştırıldığında L^* değerlerini düşürmüştür. Miglio ve arkadaşlarına göre. (2008) brokoli çiçeklerinin tüm pişirme işlemlerinde (Kaynatma, buğulama ve kızartma) L^* değerlerinin önemli ölçüde azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca aynı çalışmadaki örneklerin a^* değerleri karşılaştırıldığında, buharda pişirilmiş ve kızartılmış brokoli çiçeklerinin yeşilliği daha az olurken, haşlanmış çiçeklerinin yeşilliğinde önemli bir artış görülmüştür. Guillén ve ark. (2017) yeşil fasulye örneklerinde L^* değerinin, Kaynatma ve sous vide pişirme yöntemleriyle taze olanlarla karşılaştırıldığında azaldığını bildirmişlerdir. Sonuçlarımız literatürdeki önceki bulgularla tutarlıdır. Brokolinin b^* değeri açısından sap değerleri ham maddeye göre tüm pişirme yöntemlerinde azalmıştır (Miglio ve ark., 2008). Guillén ve ark. (2017), yeşil sebzelerin pişirme sırasında renklerinde meydana gelen değişikliklerin ana nedeninin klorofil bozulması olduğunu bildirmiştir.

Tekstür Özellikleri

Farklı pişirme şekilleri uygulanan ağaç banya örneklerinin tekstür değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Taze ağaç banya, buharda, Kaynatma, mikrodalga vakumda ve soteleme teknikleri kullanılarak pişirilen ağaç banya örneklerinin sertlik değerleri sırasıyla 19,58, 2,25, 1,48, 1,69, 2,24 ve 20,77 N olarak tespit edilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, soteleme dışındaki tüm pişirme yöntemlerinde sertlik, taze örneklerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde ($p<0,05$) azalma göstermiştir. Guillén ve ark. (2017) yapmış oldukları çalışma sonucunda brokoli, enginar, havuç ve yeşil fasulyenin sertliğinin Kaynatma ve sous vide gibi pişirme yöntemlerine bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir. Martínez Hernández ve ark., göre (2013) basınçlı pişirme, buharda pişirme ve kaynatma, brokolinin en yüksek yumuşamasına neden olmuştur.

Esneklik, yapışkanlık ve çiğnenabilirlik (N. mm), ikinci sıkıştırma sırasındaki kuvvet giriş süresinin birinci sıkıştırma sırasındaki zamana oranı, ikinci sıkıştırma sırasındaki pozitif kuvvet alanının birinci sıkıştırma sırasındaki pozitif kuvvet alanına oranı olarak tanımlanır ve sıkıştırma alanı ve numunenin yutulmasını sağlamak için gereken toplam çaba miktarı olarak ifade edilmektedir (Chiavaro ve ark., 2006). Çizelge 3’te görüldüğü gibi, taze numune ile karşılaştırıldığında esneklik değerleri, farklı tekniklerle pişirilen tüm numunelerde önemli ölçüde azalma göstermiş ($p<0,05$) ve en büyük azalma soteleme numunede gözlemlendi. Kaynayan-mikrodalga ve buhar-vakumda pişirilen ağaç banya örneklerinin değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Chiavaro ve ark. (2006), farklı şekilde pişirilmiş patates örneklerinin esneklik değerinin taze örneklerle karşılaştırıldığında çok fazla değişmediğini bulmuşlardır. Taze örneklerin yapışkanlık değeri 0,76 iken, *A. sericifera* örneklerinin farklı tekniklerle pişirilmesiyle bu değer önemli ölçüde azaldığı görüldü. Esneklik değerine benzer şekilde en yüksek azalmanın soteleme örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Da-omukda ve ark., (2011) yapmış oldukları çalışma sonucunda farklı pişirme teknikleri uygulandığında esmer pirinç örneklerinin yapışkanlık değerlerinde farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Farklı pişirme teknikleri uygulanan ağaç banya örneklerinin çiğnenabilirlik değerlerine bakıldığında buhar, kaynatma ve mikrodalga ile pişirilen örneklerde azaldığı görüldü. Tam tersine taze örneklerde vakum pişirme ve soteleme teknikleri uygulandığında bu değer arttığı görüldü. En düşük çiğnenabilirlik değeri ise kaynayan numunede gözlemlendi. Kaynatılarak pişirilen numune, tüm pişmiş *A. sericifera* numuneleri arasında hem en yumuşak hem de daha az çiğnenen numune olduğu için daha kolay yutulabilmekteyken soteleme örneklerinin çiğnenabilirliğinin ve yutulabilirliğinin daha zor olduğu belirlenmiştir. Chiavaro ve ark. (2006), buharda pişirilmiş numunenin çiğnenabilirlik değerinin tüm pişmiş patatesler arasında en düşük olduğunu bildirmiştir.

Tablo 2. Ağaç banya örneklerinin tekstürel özellikleri

Table 2. Texture values of tree okra samples

Pişirme cinsi	Sertlik (N)	Esneklik	Yapışkanlık	Çiğnenbilirlik (N.mm)
Taze	19,58 ^b	0,85 ^a	0,76 ^a	747,5 ^c
Buharda	2,25 ^c	0,67 ^d	0,61 ^d	685,1 ^d
Kaynatma	1,48 ^f	0,79 ^c	0,67 ^c	281,2 ^f
Mikrodalga	1,69 ^e	0,82 ^b	0,71 ^b	344,8 ^e
Sous-vide	2,24 ^d	0,64 ^e	0,57 ^d	1219 ^b
Soteleme	20,77 ^a	0,45 ^f	0,52 ^f	4356 ^a

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel anlamlılığı temsil etmektedir ($p<0,05$).

Tablo 3. Ağaç banya örneklerinin toplam fenolik, flavonoid içeriği ve antioksidan özellikleri

Table 3. Total phenolic, flavonoid content and antioxidant properties of tree okra samples

Pişirme cinsi	Toplam fenolik içeriği (mg GAE/g)	Toplam flavonoid içeriği (mg CE/g)	DPPH (IC ₅₀) (mg/mL)	TEAC (µmol Trolox/mg)
Taze	13,40 ^b	1,18 ^a	0,30 ^d	2,02 ^b
Buharda	8,36 ^d	1,11 ^a	0,72 ^a	1,29 ^e
Kaynatma	4,75 ^f	0,82 ^c	0,55 ^b	0,67 ^f
Mikrodalga	7,22 ^e	1,02 ^b	0,52 ^b	1,65 ^c
Sous-vide	10,13 ^c	1,12 ^a	0,49 ^c	1,36 ^d
Soteleme	15,15 ^a	1,18 ^a	0,27 ^d	3,20 ^a

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel anlamlılığı temsil etmektedir ($p<0,05$).

Tablo 4. Göreceli değerlendirme matrisi ve örnek alternatiflerinin değerlendirme puanları
 Table 4. The relative assessment matrix and the assessment scores of alternatives of samples

Pişirme cinsi	S1	S2	S3	S4	S5	H _i	E _i	T _i
S1	0,00	0,12	-0,07	-0,02	-0,62	-0,59	0,07	0,15
S2	-0,12	0,00	-0,18	-0,16	-0,74	-1,20	0,04	0,06
S3	0,07	0,18	0,00	0,01	-0,56	-0,30	0,09	0,19
S4	0,02	0,16	-0,01	0,00	-0,58	-0,41	0,08	0,18
S5	0,62	0,74	0,55	0,58	0,00	2,49	0,24	0,60

Toplam Fenolik Madde İçeriği (TF)

Pişişmiş örneklerin toplam fenolik madde içeriğine ait verileri Çizelge 3'te sunulmaktadır. Taze ve farklı pişişirme teknikleri uygulanan ağaç bamyaya örneklerinin toplam fenolik madde değerleri 4,75 ile 15,15 mg GAE/g arasında değişmektedir. Taze numunelerde toplam fenolik madde içeriği 13,4 mg GAE/g iken sotelemiş numunede 15,15 mg GAE/g'a yükseldiği belirlenirken diğer pişişirme tekniklerinde taze numuneye göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar soteleme, mikrodalgada ve buhar yöntemleri açısından literatürle benzerlik göstermektedir (Subudhi ve Bhoi, 2014).

Wachtel-Galor ve ark. (2008), taze brokoli ile karşılaştırıldığında haşlanmış ve mikrodalgada pişirilmiş brokoli numunelerinde daha düşük bir TF bildirmiştir. Lafarga ve ark. (2018), brokoli numunesinin TF'sinin taze sebzelerle karşılaştırıldığında buharda ve vakumda pişişirme yöntemlerinde azaldığını tespit etmişlerdir. Ortamda suyun varlığı, suda çözünebilir fenolik bileşiklerin kaybını ve kaynatma, mikrodalgada yöntemleri gibi suyla işlem gören pişişirme yöntemlerinde toplam fenolik içeriğin azalmasını açıklayabilir. Lima ve ark., (2017) su, sebzelerin yapısının bozulmasına neden olarak çözünebilir fenolik bileşiklerin matristen çıkarılmasına olanak tanıyabilir ve süzme yoluyla kaybolabileceğini belirtmiştir. Literatürdeki önceki bulgular, kaynatma ve mikrodalgada gibi su kullanılarak yapılan pişişirme işlemlerinin TF'nin azalmasına neden olabileceğini, tavada kızartmanın ise fenolik bileşiklerin artışı destekleyebileceğini göstermektedir (Minatel ve ark., 2017). İsmail ve ark. (2004) kaynar suda 1 dakika kaynatmanın lahanaya, ıspanak, arpacık soğanı ve lahanada TF'yi (%12-26) azalttığını bildirmiştir. Bembem ve Sadana (2014)'ya göre çiğ havuç örneğinin TF değeri 32,60 mg GAE/100 g iken sotelendiğinde 37,34 mg GAE/100 g'a yükselmektedir. Şengül ve ark. (2014), tavada kızartmanın kırmızı lahanaya hariç sebzelerin (pancar, kara turp, lahanaya, brokoli, beyaz lahanaya, şalgam, kırmızı turp) toplam polifenolik içeriğini arttırdığını bulmuştur. Czarnowska- Kujawska ve ark., (2022) brokoli ve ıspanak örneklerinin toplam fenolik madde üzerine kaynatma, buharda pişişirme, mikrodalgada pişişirme ve sous vide yöntemlerinin etkisini değerlendirdikleri çalışma sonucunda bizimkine benzer şekilde sous-vide koşullarında yapılan pişişirmenin, hem ıspanak hem de brokoli numuneleri için fenolik bileşiklerin en iyi şekilde önlediği bildirmişlerdir. Bunun sebebinin sous-vide pişişirmede kullanılan ambalajın sızıntıdan kaynaklanan kayıpları önlemesi nedeniyle fenolik tutulumunu desteklediğini düşünülmektedir.

Toplam Flavonoid İçeriği

A. sericifera örneklerinin toplam flavonoid değerleri 0,82-1,18 mg CE/g arasında değişmiştir (Çizelge 3).

Analiz edilen örneklerin toplam flavonoid değerlerinin kaynatma ve mikrodalgada yöntemleriyle pişişirme dışında istatistiksel olarak değişmediği belirlendi ($p < 0,05$). Toplam flavonoid değerleri kaybında en etkili yöntem kaynatmadır. Flavonoidler suda çözünebilir bileşikler olduğundan pişişirme sırasında süzülerek suda kaybolabilirler (Armesto ve ark., 2019). Dolayısıyla literatürdeki önceki bulgular, kaynatma ve mikrodalgada tekniğiyle toplam flavonoid değerleri 'de bir azalma olduğunu doğrulamaktadır. Subudhi ve Bhoi (2014)'e göre Brassica juncea yapraklarının toplam flavonoid içeriği buharda ve mikrodalgada pişişirme teknikleriyle azalmıştır. Farklı pişişirme tekniklerinin karalahana üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; kaynatma, buharda ve mikrodalgada pişişirme işlemleri sırasında farklı flavonoid bileşiklerinin ısıya karşı farklı düzeylerde duyarlılık gösterdiğinden dolayı toplam flavonoid değerlerinde önemli bir azalmaya neden olmuştur (Armesto ve diğerleri, 2019).

DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi

Taze ve pişişmiş numunelerin DPPH temizleme aktivitesi IC50 değeri olarak ifade edildi. IC50 değerinin düşük olması numunelerin antioksidan aktivitesinin yüksek olduğunu göstergesidir (Jadid ve ark., 2017). Çizelge 4'te görüldüğü gibi taze ve sotelemiş örnekler arasında anlamlı bir fark bulunmazken, diğer örneklerin DPPH temizleme aktivitesi bu örneklere göre arttı ($p < 0,05$). Literatürde yapılan araştırmalar sonucunda, fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşikler ile bunlara karşılık gelen antioksidan kapasiteleri arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir (Barakat ve Rohn, 2014). Bölüm 3.4'te bahsettiğimiz gibi yağda soteleme, toplam fenolik madde miktarının artırılması gibi teknikler sonucunda sotelemiş numunede antioksidan aktivitesi tazeye göre korunmuştur. Guillén ve ark. (2017) hem enginar hem de havuç örneklerinin kaynatma tekniğiyle pişirildikten sonra antioksidan aktivitelerinde kayıplar olduğunu bulmuşlardır. Armesto ve ark., (2019) buharda pişişirme dışındaki tüm pişişirme yöntemlerinin (kaynatma, mikrodalgada pişişirme ve vakumda pişişirme), %DPPH inhibisyonunu önemli ölçüde azalttığını ortaya koymuştur. Shamsuri ve Ahmad (2019), taze balkabağına kıyasla tüm pişişirme tekniklerinde (Kaynatma, buharda pişişirme ve tavada kızartma) DPPH inhibisyon yüzdesinin değerinin azaldığını göstermiştir.

Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi (TEAC)

Örneklerin TEAC değerleri Çizelge 3'te gösterilmiştir. Taze ağaç bamyaya, buharda, kaynatma, mikrodalgada vakumda ve soteleme teknikleri kullanılarak pişirilen ağaç bamyaya örneklerinin TEAC değerleri sırasıyla 2,02, 1,29, 0,67, 1,65, 1,36 ve 3,20 μmol Trolox/mg olarak belirlenmiştir. Pişirilme işlemi sonucunda sotelemiş

örnekte anlamlı düzeyde yükseldiği tespit edildiği görülürken ($p<0,05$) diğer pişirme tekniklerine bakıldığında hepsinin TEAC değerinin taze numuneye göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. TEAC değerini en çok etkileyen pişirme tekniğinin buharda haşlanarak olduğu görülmektedir. Kaynatma, buharda pişirme ve karıştırarak kızartmanın kırmızı lahanadaki biyoaktif bileşik düzeyleri üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada, tavada kızartılmış lahana örneğinde antioksidan içeriğinde önemli artışlar bulunmuştur (Murador ve ark., 2016). Ramírez-Anaya ve ark. (2015) derin yağda kızartılmış ve sotelenmiş domates, patates ve patlıcanın ABTS değerlerinde taze olanlarla karşılaştırıldığında artış olduğunu bildirmişlerdir. ABTS yöntemi kullanılarak antioksidan aktivitenin ölçüldüğü diğer bir çalışmada, taze domates ve yeşil fasulyede AA'nın kaynatılmasıyla azaldığı rapor edilmiştir (Danesi ve Bordoni, 2008). Miglio ve ark., (2008) çığ havuç örneğinin TEAC değerini 0,40 mmol Trolox/100 g iken kızartma sonrasında 1,05 mmol Trolox/100 g'a yükselmiştir. Ayrıca kızartma sırasında antioksidan aktivite değerlerindeki artışların, antioksidan aktiviteye sahip Maillard reaksiyon ürünlerinin oluşmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Duyusal Özellikler

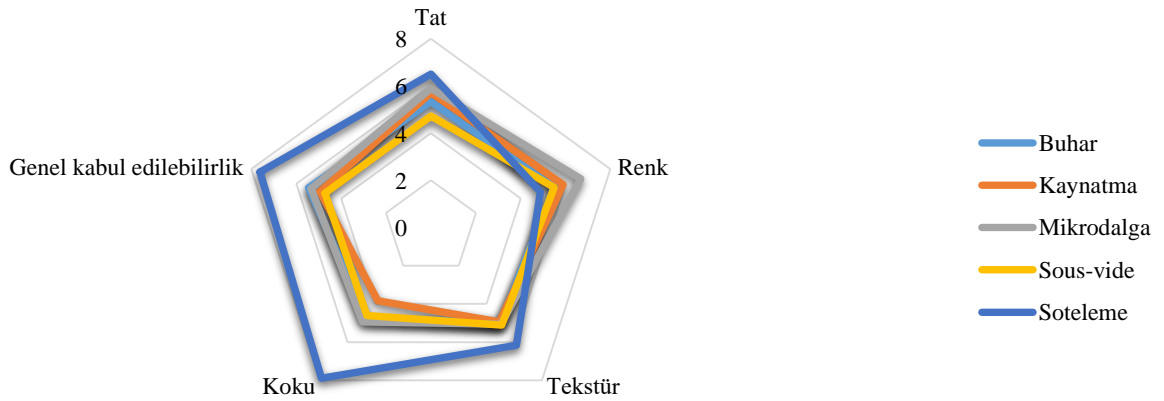
Bir ürünün duyu analizi, ürünün tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğinin belirlenmesi açısından önemlidir. *A. sericifera* örneklerinin duyu puanları Şekil 3'te gösterilmiştir. Panelistlerden *A. sericifera*'nın kritik özelliklerini (renk, doku, tat, tat ve genel kabul edilebilirlik) 1 ile 9 arasında değişen bir ölçek kullanarak değerlendirmeleri istenir. 9 (beğenmemekten aşırı derecede beğenmeye). Uygulanan farklı pişirme yöntemleri arasında renk, doku, tat, lezzet ve genel kabul edilebilirlik açısından önemli farklılıklar bulunmuştur. Soteleme sırasında bazı aroma bileşenlerinin oluşması ve buharlaşması nedeniyle soteleme *A. sericifera*'nın tat ve aromasını iyileştirmiştir. Genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puan (7,61) sotelenmiş örnekte bulunmuştur. Ayrıca sotelenen numunenin doku, tat ve tat puanları diğer pişirme yöntemlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak en iyi renk puanı mikrodalgada pişirmede elde edilmiştir. Bu durum en yüksek a^* değerinin görüldüğü numunenin renginin daha yeşil olmasıyla ilişkili olabilir. Mikrodalgada pişirmenin sebzelerde renk tutma oranının daha iyi olduğu rapor edilmiştir (Akdaş ve Bakkalbaşı, 2017; Chandrasekaran ve ark., 2013).

Tablo 5. ELECTRE yaklaşımının uyum ve uyumsuzluk matrisleri
Table 5. The concordance and discordance matrixes of ELECTRE approach

Örnekler	Uyum matrisi					Uyumsuzluk matrisi				
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
S1	1,00	0,72	0,58	0,30	0,00	0,00	0,02	0,06	0,17	0,65
S2	0,28	1,00	0,00	0,30	0,00	0,35	0,00	0,24	0,52	1,00
S3	0,42	1,00	1,00	0,43	0,00	0,11	0,00	0,00	0,28	0,76
S4	0,70	0,70	0,57	1,00	0,00	0,07	0,05	0,10	0,00	0,49
S5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 6. VIKOR yaklaşımıyla elde edilen S_i , R_i ve Q_i değerleri
Table 6. Values of S_i , R_i , and Q_i obtained by VIKOR approach

Örnekler	S_i	R_i	Q_i
S1	0,70	0,85	0,14
S2	0,15	1,00	0,15
S3	0,61	0,83	0,15
S4	0,66	0,87	0,15
S5	0,00	0,00	0,00



Şekil 3. *A. sericifera* örneklerinin duyu sonuçları
Figure 3. Sensory results of *A. sericifera* samples

Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımının Duyusal ve Biyoaktif Özelliklere Uygulanması

Bu çalışmada hangi pişirme yönteminin en iyi duyusal ve biyoaktif özelliklere sahip olduğunu belirlemek için üç farklı çok kriterli karar verme tekniği (MCDM) (CODAS, ELEC-TRE (2) ve VIKOR) kullanılmıştır. Örnekler şu şekildedir: S1: buhar, S2: kaynatma, S3: mikrodalga, S4: sous-vide, S5: soteleme.

Alternatiflerin göreceli değerlendirme matrisi (Ra) ve değerlendirme puanları (Hi), CODAS denklemi kullanılarak hesaplanabilir. Çizelge 4, sıralama alternatiflerinin $S2 < S1 < S4 < S3 < S5$ olarak bulunduğu sonuçları göstermektedir. Bu nedenle CODAS yönteminin değerlendirilmesine göre S5 (soteleme) en iyi pişirme yöntemidir.

Bu çalışmada kullanılan bir diğer MCDM yöntemi ELECTRE'dir. Duyusal skorlar ve biyoaktif özellik sonuçları ELECTRE yöntemine ait denklemlere göre normleştirildi. Çizelge 5'te gösterilen alternatifler arasındaki sıralama ilişkilerini analiz etmek için uyum ve uyumsuzluk indeksleri kullanıldı. En yüksek uyum ve en düşük uyumsuzluk S5 örneğinde elde edildi. ELECTRE yaklaşımına göre $S5 > S1 > S4 > S3 > S2$ olarak sıralanmıştır.

VIKOR yaklaşımı için karşılık gelen Si, Ri ve Qi değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Alternatif pişirme yöntemlerinin sıralaması $S5 > S3 > S4 > S1 > S2$ şeklinde görülmektedir. Bu nedenle S5 alternatifi en çok tercih edilen pişirme yöntemidir.

CODAS, ELECTRE ve VIKOR tarafından elde edilen alternatiflerin sıralamasına göre *A. sericifera* için en uygun alternatif, tüm MCDM yaklaşımlarına göre sotelenecek pişirilen numune (S5) iken, kaynatma yöntemi (S2) en kötü alternatif olarak belirlenmiştir. MCDM'nin elde ettiği bu bulgular, genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puana sahip numunenin en iyi numune olarak kabul edilebileceğini doğrulamaktadır.

Tartışma

Sebzelerin çoğu haşlanarak, buharda, mikrodalgada, sous-vide veya sotelenecek pişirildikten sonra tüketilir. Bu işlemler sebzelerin kimyasal bileşimini değiştirebilir. Ancak en iyi pişirme yöntemine karar vermek, pişirme sırasındaki besin kayıplarını azaltabilir. Mevcut çalışmada, en yüksek biyoaktif özelliğe ve genel kabul edilebilirliğe sahip *Araujia sericifera* meyvesinin en iyi pişirme yöntemini belirlemek için çok kriterli karar verme yöntemleri uygulanmıştır. En yüksek protein, askorbik asit ve klorofil içeriği taze örnekte ve ardından sotelenecek örnekte belirlenmiştir. Sotelenecek numunenin TEAC ve IC50 değerleri 3,20 µmol Trolox/mg ve 0,27 mg/mL olarak, taze ve diğer pişirme yöntemlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca *Araujia sericifera* meyvesinin toplam fenolik madde içeriği, toplam flavonoid miktarı ve duyusal skorları sotelenecek örnekte daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler sotelemenin biyoaktifite, duyusal ve antioksidan özellikler açısından en iyi pişirme yöntemi olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte farklı pişirme yöntemlerinin *Araujia sericifera* meyvesinin biyoaktif, duyusal ve dokusal özellikleri üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- AACC (2003). American association of cereal chemists. Approved methods of the AACC
- Akdaş, Z.Z., Bakkalbaşı, E., (2017). Influence of different cooking methods on color, bioactive compounds, and antioxidant activity of kale. *International Journal of Food Properties*, 20, 877–887. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1188308>
- Anonymous, https://en.wikipedia.org/wiki/Araujia_sericifera (Access Date: December, 2023).
- Armesto, J., Gómez-Limia, L., Carballo, J., Martínez, S., (2019). Effects of different cooking methods on the antioxidant capacity and flavonoid, organic acid and mineral contents of Galega Kale (*Brassica oleracea var. acephala cv. Galega*). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70, 136–149. <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1482530>.
- Ashour, M.M.S., El-hamzy, E.M.A., (2017). Influence of different cooking methods on physicochemical characteristics, phytochemical profile, antioxidant capacity and chromatic parameters of selected vegetables. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 07, 1127–1147.
- Azizah, A.H., Wee, K.C., Azizah, O., Azizah, M., (2009). Effect of boiling and stir frying on total phenolics, carotenoids and radical scavenging activity of pumpkin (*Cucurbita moschato*). *International Food Research Journal*, 16, 45–51.
- Barakat, H., Rohn, S., (2014). Effect of different cooking methods on bioactive compounds in vegetarian, broccoli-based bars. *Journal of Functional Foods*, 11, 407–416. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.10.009>
- Bellache, M., Torres-Pagan, N., Verdeguer, M., Benfekih, L.A., Vicente, O., Sestras, R.E., Sestras, A.F., Boscaiu, M., (2022). Essential Oils of Three Aromatic Plant Species as Natural Herbicides for Environmentally Friendly Agriculture. *Sustainability*, 14,3596. <https://doi.org/10.3390/su14063596>.
- Bembem, K., Sadana, B., (2014). Effect of different cooking methods on the antioxidant components of carrot. *Bioscience Discovery*, 5, 112–116.
- Buratti, S., Cappa, C., Benedetti, S., Giovanelli, G., (2020). Influence of cooking conditions on nutritional properties and sensory characteristics interpreted by e-senses: case-study on selected vegetables. *Foods*, 9,607. doi:10.3390/foods9050607.
- Chandrasekaran, S., Ramanathan, S., Basak, T., (2013). Microwave food processing-A review. *Food Research International*, 52, 243–261. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.033>.
- Chiavaro E, Barbanti D, Vittadini E, Massini R. 2006. The effect of different cooking methods on the instrumental quality of potatoes (cv. Agata). *J. Food Eng*, 77:169–178. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.06.060>.
- Cruz, J.S., Cordero, S., (2018). First record of *Araujia sericifera* (Apocynaceae: asclepiadoideae) For chile, a new Alien climbing species From South America, *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 53, 313–317.
- Cubas, C., Lobo, M.G., Gonzalez, M., (2008). Optimization of the extraction of chlorophylls in green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by N,N-dimethylformamide using response surface methodology. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 125–133. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.07.007>.
- Czarnowska-Kujawska, M., Draszanowska, A., Starowicz, M., (2022). Effect of different cooking methods on the folate content, organoleptic and functional properties of broccoli and spinach. *LWT- Food Science and Technology*, 167, 113825. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113825>.
- Danesi, F., Bordoni, A., (2008). Effect of home freezing and italian style of cooking on antioxidant activity of edible vegetables. *Journal of Food Science*, 73, 109–112. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00826.x>

- Danowska-Oziewicz, M., Narwojsz, A., Draszanowska, A., Marat, N., (2020). The effects of cooking method on selected quality traits of broccoli and green asparagus. *International Journal of Food Science & Technology*, 55, 127–135. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14269>.
- Daomukda, N., Moongngarm, A., Payakapol, L., Noisuwan, A., (2011). Effect of Cooking Methods on Physicochemical Properties of Brown Rice, in: 2nd International Conference on Environmental Science and Technology LACSIT Press, Singapore. pp. 1–4.
- Fabbri, A.D.T., Crosby, G.A., (2016). A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 3, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2015.11.001>.
- Gaig, P., Gazquez, V., Lombardero, M., Botey, E., Garcia-Ortega, P., (2005). Moth plant (*Araujia sericifera*) allergy. *Allergy*, 60, 1091–1092. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2005.00859.x>
- Guillén, S., Mir-Bel, J., Oria, R., Salvador, M.L., (2017). Influence of cooking conditions on organoleptic and health-related properties of artichokes, green beans, broccoli and carrots. *Food Chemistry*, 217, 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.067>
- Gunenc, A., Yeung, M.H., Lavergne, C., Bertinato, J., Hosseinian, F., (2017). Enhancements of antioxidant activity and mineral solubility of germinated wrinkled lentils during fermentation in kefir. *Journal of Functional Foods*, 32, 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.02.016>.
- Gutierrez, J., Rodriguez, G., Barry-Ryan, C., Bourke, P., (2008). Efficacy of plant essential oils against foodborne pathogens and spoilage bacteria associated with ready-to-eat vegetables: Antimicrobial and sensory screening. *Journal of Food Protection*, 71, 1846–1854. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-71.9.1846>.
- Ismail, A., Marjan, Z.M., Foong, C.W., (2004). Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chemistry*, 87, 581–586. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.010>.
- Jadid, N., Hidayati, D., Hartanti, S.R., Arraniry, B.A., Rachman, R.Y., Wikanta, W., (2017). Antioxidant activities of different solvent extracts of *Piper retrofractum* Vahl. using DPPH assay, in: AIP Conference Proceedings. p. 020019
- Kahlon, T.S., Milczarek, R.R., Chiu, M.C.M., (2012). In vitro bile acid binding of kale, mustard greens, broccoli, cabbage and green bell pepper improves with microwave cooking. *Food Science & Nutrition*, 3, 951–958.
- Kala, A., Prakash, J., (2006). The comparative evaluation of the nutrient composition and sensory attributes of four vegetables cooked by different methods. *International Journal of Food Science & Technology*, 41, 163–171. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01043.x>.
- Kim D.O., Jeong, S.W., Lee, C.Y., (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81, 321–326. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00423-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00423-5).
- Lafarga, T., Viñas, I., Bobo, G., Simó, J., Aguiló-Aguayo, I., (2018). Effect of steaming and sous vide processing on the total phenolic content, vitamin C and antioxidant potential of the genus Brassica. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 47, 412–420. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.04.008>.
- Landi N, Ragucci S, Letizia F, Fuggi A, Russo R, Pedone PV, Di Maro A. 2019. A haem-peroxidase from the seeds of *Araujia sericifera*: Characterization and use as bio-tool to remove phenol from aqueous solutions. *Biocatal. Agric. Biotechnol*, 20: 101215. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101215>.
- Lee, S., Choi, Y., Jeong, H.S., Lee, J., Sung, J., (2018). Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food Science and Biotechnology*, 27, 333–342. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0281-1>.
- Lima, A.C.S., Viana, J.D., da R Sabino L.B., de S, da Silva L.M.R., da Silva N.K.V., de Sousa P.H.M., (2017). Processing of three different cooking methods of cassava: Effects on in vitro bioaccessibility of phenolic compounds and antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 76, 253–258. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.023>.
- Martínez-Hernández, G.B., Artés-Hernández, F., Colares-Souza, F., Gómez, P.A., García-Gómez, P., Artés, F., (2013). Innovative cooking techniques for improving the overall quality of a kailan-hybrid broccoli. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 2135–2149. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0871-0>.
- Mazzeo, T., N'Dri, D., Chiavaro, E., Visconti, A., Fogliano, V., Pellegrini, N., (2011). Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. *Food Chemistry*, 128, 627–633. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.070>.
- Mehmood, A., Zeb, A., (2020). Effects of different cooking techniques on bioactive contents of leafy vegetables. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100246. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.10.0246>.
- Miglio, C., Chiavaro, E., Visconti, A., Fogliano, V., Pellegrini, N., (2008). Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 139–147. <https://doi.org/10.1021/jf072304b>.
- Minatel, I.O., Borges, C.V., Ferreira, M.I., Gomez, H.A.G., Chen, C.Y.O., Lima, G.P.P. (2017). Phenolic compounds: functional properties, impact of processing and bioavailability, InTech: Rijeka, Croatia.
- Mitic, V., Jovanovic, V.S., Dimitrijevic, M., Cvetkovic, J., Stojanovic, G., (2013). Effect of food preparation technique on antioxidant activity and plant pigment content in some vegetables species. *Journal of Food and Nutrition Research*, 1, 121–127. <https://doi.org/10.12691/jfnr-1-6-2>.
- Mounir, S., Ghandour, A., Téllez-Pérez, C., Aly, A.A., Mujumdar, A.S., Allaf, K., (2020). Phytochemicals, chlorophyll pigments, antioxidant activity, relative expansion ratio, and microstructure of dried okra pods: swell-drying by instant controlled pressure drop versus conventional shade drying. *Drying Technology*, 10.1080/07, 1–15. <https://doi.org/10.1080/07373937.2020.1756843>.
- Murador, C.D., Mercadante, Z.A., Rosso, V.V., (2016). Cooking techniques improve the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in kale and red cabbage. *Food Chemistry*, 196, 1101–1107. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.037>
- Pohekar, S.D., Ramachandran, M., (2004) Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning--A review. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 8, 365–381.
- Pellegrini, N., Chiavaro, E., Gardana, C., Mazzeo, T., Contino, D., Gallo, M., Riso, P., Fogliano, V., Porrini, M., (2010). Effect of Different Cooking Methods on Color, Phytochemical Concentration, and Antioxidant Capacity of Raw and Frozen Brassica Vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 4310–4321. <https://doi.org/10.1021/jf904306r>
- Ramírez-Anaya JDP, Samaniego-Sánchez C, Castañeda-Saucedo MC, Villalón-Mir M, De La Serrana HLG. 2015. Phenols and the antioxidant capacity of Mediterranean vegetables prepared with extra virgin olive oil using different domestic cooking techniques. *Food Chem*, 188:430–438. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.124>.
- Razzak, A., Khan, R.M., Hossain, M., Sadia, U., (2023). Effect of Various Cooking Methods on the Nutritional Quality and Safety of Selected Vegetables from Bangladesh's North-Eastern Area. Doi: 10.2139/ssrn.4335397.

- Rickman, J.C., Barrett, D.M., Bruhn, C.M., (2007). Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part I. Vitamins C and B and phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 930–944. <https://doi.org/10.1002/jsfa>.
- Rossi Marquez, G., Di Pierro, P., Mariniello, L., Esposito, M., Giosafatto, C.V.L., Porta, R., (2017). Fresh-cut fruit and vegetable coatings by transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin edible films. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.017>.
- Roy, B., (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples. *Revue Française D'informatique Et De Recherche Opérationnelle*, 2(8): 57–75
- Shamsuri, N.M., Ahmad, F.T., (2019). Effects of different cooking methods and time intervals on physico-chemical and antioxidant properties of golden pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Malaysian Society of Applied Biology* 48, 221–227.
- Song, F.L., Gan, R.Y., Zhang, Y., Xiao, Q., Kuang, L., Li, H.B., (2010). Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected chinese medicinal plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 11, 2362–2372. <https://doi.org/10.3390/ijms11062362>
- Subudhi, B.B., Bhoi, A., (2014). Antioxidative effects of Brassica juncea and Moringa oliefera prepared by different processing methods. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 790–794. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0542-6>.
- Sun, L., Bai, X., Zhuang, Y., (2014). Effect of different cooking methods on total phenolic contents and antioxidant activities of four Boletus mushrooms. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 3362–3368. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0827-4>
- Şengül, M., Yildiz, H., Kavaz, A., (2014). The effect of cooking on total polyphenolic content and antioxidant activity of selected vegetables. *International Journal of Food Properties*, 17, 481–490. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.619292>.
- Tian, J., Chen, J., Lv, F., Chen, S., Chen, J., Liu, D., Ye, X., (2016). Domestic cooking methods affect the phytochemical composition and antioxidant activity of purple-fleshed potatoes. *Food Chemistry*, 197, 1264–1270. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.049>
- Turkmen, N., Poyrazoglu, E.S., Sari, F., Velioglu, Y.S., (2006). Effects of cooking methods on chlorophylls, pheophytins and colour of selected green vegetables. *International Journal of Food Science & Technology*, 41, 281–288. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01061.x>.
- Turkmen, N., Sari, F., Velioglu, Y.S., (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*, 93, 713–718. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.038>.
- Wachtel-Galor, S., Wong, K.W., Benzie, I.F.F., (2008). The effect of cooking on Brassica vegetables. *Food Chemistry*, 110:706–710. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.056>
- Wang, C-N., Tsai, H-T., Ho, T-P., Nguyen, V-T., Huang, Y-F., (2020). Multi-Criteria decision making (MCDM) model for supplier evaluation and selection for oil production projects in Vietnam. *Processes*, 8,134. <https://doi.org/10.3390/pr8020134>.
- Zhong, X., Dolan, K.D., Almenar, E., (2015). Effect of steamable bag microwaving versus traditional cooking methods on nutritional preservation and physical properties of frozen vegetables: A case study on broccoli (*Brassica oleracea*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 31, 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.07.002>.