



Araştırma Makalesi

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. rapaceum) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

Özlem KILIÇ BÜYÜKKURT^{11*}

ÖZ

Kerevizin (*Apium graveolens* L. rapaceum) genellikle kullanılmayan aromatik sap ve yaprakları aroma bileşenleri açısından değerlendirilmesi ve baharat olarak kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla mevcut çalışmada, kereviz sap ve yaprakları etüvde ve güneşte olmak üzere iki farklı yöntemle kurutularak aroma profilleri gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) ile belirlenmiş ve koku aktivite değerleri (OAV) hesaplanmıştır. Her iki yöntemde toplam 17 aroma bileşiği tanımlanmış, monotermenler en yüksek konsantrasyonda bulunmuştur. En baskın bileşikler limonen, β -mirsen ve α -osimen olarak saptanmıştır. OAV değerlendirmelerinde α -pinen, β -pinen, sabinen, β -mirsen, limonen, γ -terpinen, (Z)- β -osimen, (E)- β -karyofilen, 3-n-bütülfthalid ve sedanolid bileşikleri ön plana çıkmış ve bunlar arasında, her iki örnekte de 3-n-bütülfthalid ve β -mirsen için en yüksek değerler kaydedilmiştir. Etüvde kurutulan örneklerde aroma bileşiklerinin konsantrasyonu ve OAV'leri, güneştekilere kıyasla daha yüksek belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kereviz, kurutma, aroma profili, GC-MS, koku aktivite değeri (OAV)

The Effect of Different Drying Methods on the Aroma Profile of Celeriac (*Apium graveolens* L. rapaceum) Stems and Leaves

ABSTRACT

The aromatic stems and leaves of celeriac (*Apium graveolens* L. rapaceum), which are often underutilized, hold significant potential for evaluation in terms of aroma compounds and possible use as a spice. For this purpose, in this study, stems and leaves of celeriac were dried using oven and sun drying methods. Aroma profiles were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and odor activity values (OAVs) were also calculated. A total of 17 aroma compounds were identified in both drying methods, with monoterpenes being the most abundant. The dominant compounds included limonene, β -myrcene, and α -osimene. In the OAV evaluations, α -pinene, β -pinene, sabinene, β -myrcene, limonene, γ -terpinene, (Z)- β -ocimene, (E)- β -caryophyllene, 3-n-butylphthalide and sedanolide compounds stood out and among these, 3-n-butylphthalide and β -myrcene exhibited the highest values in both samples. The concentration and OAVs of aroma compounds were higher in oven-dried samples compared to sun-dried ones.

Keywords: Celeriac, drying, aroma profile, GC-MS, odor activity value (OAV)

ORCID ID
0000-0001-5786-6655

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 24.05.2025

Kabul Tarihi: 26.06.2025

¹ Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli Uygulama Bilimler Fakültesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye

*E-posta: ozlemkilog@osmaniye.edu.tr

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. rapaceum) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

Giriş

Kereviz (*Apium graveolens* L.), Apiaceae familyasına ait olan iki yıllık otsu bir bitkidir (Liu ve ark., 2021). Bu bitkinin, *A. graveolens* var. *rapaceum*, *A. graveolens* var. *dulce* ve *A. graveolens* var. *secalinum* en bilinen üç türü bulunmaktadır. *A. graveolens* var. *rapaceum* büyük kök yumrusuna sahiptir ve bu kökün pişirilmesi ya da salatalara eklenmesi şeklinde tüketilmektedir. *A. graveolens* var. *dulce* türü genellikle sap kereviz olarak bilinmekte ve özellikle sapsarı ve yaprakları için yetiştirilen kereviz çeşididir (Sellami ve ark., 2012). *A. graveolens* var. *secalinum* ise yaprak kerevizi olarak bilinen ve baharat olarak kullanılan bir türüdür (Khalil ve ark., 2015). Kereviz, flavonoidler, fenolik asitler, terpenoidler ve ftalidler gibi çeşitli biyoaktif bileşikler açısından zengin bir bitkidir. Bunun yanı sıra C ve K vitaminleri, demir, manganez, potasyum, fosfor, magnezyum ve foliat açısından zengin bir kaynaktır (Godlewska ve ark., 2020). Bu sayede antimikrobiyal, antibakteriyel, antiinflamatuvar özellikler sergilemektedir (Sun ve ark., 2023). Bu bitki, antik çağlardan beri hem bitkinin tamamı hem de tohumları ilaç olarak tüketilmiş, ayrıca benzersiz ve güçlü aromasından dolayı aromatik bir bitki ve baharat olarak kullanılmıştır (Momin ve Nair, 2002). Günümüzde *A. graveolens* var. *rapaceum* türünün kök kısmı tüketilirken, yaprak ve sapsarıdan oluşan yeşil kısmı genellikle atık olarak değerlendirilmektedir (Du ve ark., 2024). Ancak bu kısım güçlü bir aromaya sahip olması sebebiyle çeşitli gıdalara lezzet verici olarak taze ya da kurutulmuş şekilde kullanım imkanına sahiptir (Liu ve ark., 2021). Bu konu ile ilgili olarak, kereviz yapraklarının atık olarak değerlendirilmesi için kereviz yaprak çayı, kereviz yaprak suyu gibi çeşitli ürünlerin değerlendirildiği çalışmalar literatürde mevcuttur. Yapılan bazı çalışmalarda kereviz yapraklarının saponinler, flavonoidler, vitaminler ve mineraller açısından zengin olduğunu göstermiştir (Han ve ark., 2019).

Aroma bileşikleri, taze ve/veya işlenmiş sebze ve meyvelerin kalitesini etkileyen en önemli faktörlerdir. Kereviz, karakteristik bir aroma profiline sahiptir (Motti et al., 2024). Kerevizin farklı kısımlarının aroma maddeleri birçok

araştırmacı tarafından incelenmiş ve temel aroma gruplarının monoterpenler, seskiterpenler, alkoller ve ftalidler olduğu rapor edilmiştir (Sellami ve ark., 2012; Turner ve ark., 2021a; Sun ve ark., 2023). Bu aroma grupları arasında da terpenlerin en baskın grup olduğu ve bunlar içerisinde en önemli aroma bileşiğinin limonen olduğu belirtilmiştir (Beltrán Sanahuja ve ark., 2021; Yan ve ark., 2021). Kerevizin karakteristik aromasından sorumlu olan diğer bileşik grubunun ftalidler olduğu ve bu grup içerisinde 3-n-butilftalid, sedanenolid ve cis ve trans-ligustilid gibi ftalidlerin kerevize, yeşil, kereviz ve bitkisel gibi kokular sağladığı bildirilmiştir (Kurobayashi ve ark., 2006; Dąbrowska ve ark., 2020; Turner ve ark., 2021a).

Kurutma işlemi, sebze meyve gibi çeşitli gıda ürünlerinin nem içeriğini azaltarak uzun süre muhafazasında kullanılan en yaygın yöntemlerden biridir. Kurutma işlemi, ürünün su içeriğini azaltarak yalnızca mikrobiyal bozulma ve enzimatik aktiviteyi sınırlamakla kalmaz, aynı zamanda gıdanın aroma ve lezzetini de etkilemektedir (Du ve ark., 2024). Gıdaların kurutulmasında güneş ışığında, etüvde ve mikrodalgada kurutma gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Nurhaslina ve ark., 2021).

Gıda artıklarının katma değerli ürün olarak değerlendirilmesi son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir. Kerevizin genel olarak kullanılmayan sap ve yapraklarının değerlendirilmesi, gıda israfının azaltılması ve sürdürülebilirlik açısından önem taşımaktadır. Genellikle değerlendirilmeden atılan bu kısımlar, aroma bileşenleri açısından potansiyel bir kaynaktır. Önceki çalışmalarda kerevizin atık olarak ifade edilen yan ürünlerini değerlendirmek için bunların aroma kaynağı (D'Antuono ve ark., 2002), fonksiyonel gıda bileşeni (Sowbhagya, 2019; Bas-Bellver ve ark., 2020; Beltrán Sanahuja ve ark., 2021; Aşkın Uzel, 2022) olarak kullanımları incelenmiştir. Bu çalışmada, atık olarak değerlendirilen kereviz sap ve yapraklarının kurutularak baharat ya da aroma verici olarak kullanım potansiyelinin araştırılması amacıyla etüvde ve güneşte olmak üzere farklı kurutma yöntemleri uygulanarak aroma profili belirlenmiş ve

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. rapaceum) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

kurutma işleminin aroma bileşenleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca, örneklerin güçlü aroma bileşiklerini değerlendirmek için koku aktivite değerleri (Odor Activity Value, OAV) bu çalışmayla ilk kez belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada, atık değerlendirme amacıyla yumru kerevizin (*Apium graveolens* L. rapaceum) sap ve yaprakları (Şekil 1.) Adana ili, yöresel pazardan 2025 yılında temin edilmiştir. Kerevizin, sağlıklı yaprak ve sapları ayıklanarak bol su ile yıkanmış ve nemi alınarak yaklaşık 5-6 cm uzunluğunda kesilerek kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutma işlemi uygulanmadan önceki sap ve yaprakların nem içeriği, infrared nem tayin cihazı (Adam, PMB53, USA) kullanılarak 105°C'de analiz edilmiş ve örneklerin nem içeriği ortalama %89.55±1.69 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan kerevizin sap ve yaprakları

Yöntem

Kurutma İşlemi

Kerevizin sap ve yaprakları etüvde ve güneşte kurutma olmak üzere iki farklı yöntem kullanılarak İnan-Çınkır ve ark. (2024) tarafından belirtilen yöntemlere göre kurutulmuştur. Güneşte kurutma için küçük parçalara ayrılan örnekler, filtre kâğıdına serilerek doğrudan güneş altında kurumaya bırakılmıştır. Bu işlem ortalama bağıl nemi yaklaşık %63 olan Mart ayında gerçekleştirilmiş ve toplam kuruma süresi 40 saat olarak belirlenmiştir. Etüvde kurutmada, 50°C sıcaklıktaki etüv (Memmert UN 110, Almanya) kullanılarak yaklaşık 24 saat süren bir kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Her iki kurutma

işleminde de örneklerin ağırlıkları sabit ağırlığa gelene kadar kurutma yapılmış olup, etüvde kurutulan örneklerin nem içeriği ortalama %9.3; güneşte kurutulan örneklerin nem içeriği ise ortalama %9.8 olarak belirlenmiştir.

Aroma Maddeleri Ekstraksiyonu

İki farklı yöntemle kurutulmuş kereviz sap ve yapraklarının aroma profilinin belirlenmesi için taşıyıcı ve tuzak (purge and trap) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, aroma maddeleri taşıyıcı azot gazı yardımıyla reçine (Lichrolut EN) içeren kartuşlardaki tuzağa tutturularak gerçekleştirilmiştir. Kurutulmuş örnekler öğütülerek boyutu küçültülmüş ve yaklaşık 3 g alınarak 20 ml hacimdeki cam viallere konulmuştur. Her bir vialin üzerine iç standart olarak 5 µl 4-nonanol eklenmiş, ardından kapakları kapatılmıştır. Kapaklara, biri taşıyıcı gaz girişi, diğeri ise tuzak bağlantısı için olmak üzere iki delik açılmıştır. Tuzaklar, viallere yerleştirilmeden önce 6 ml diklorometan çözgeni ile yıkanarak şartlandırılmıştır. Azot gazı akışına başlanmadan önce, örnekler 60°C sıcaklığındaki su banyosunda 10 dakika bekletilmiş ve ardından, her bir vial üzerinden dakikada 500 ml akış hızında azot gazı geçirilerek aroma bileşenlerinin tuzaklarda tutulması sağlanmıştır. Örnekler, azot gazı eşliğinde 60°C'deki su banyosunda 90 dakika boyunca bekletildikten sonra, aroma bileşenlerini tutan tuzaklar çıkarılarak 12 ml diklorometan ile yıkanmış ve aroma maddelerinin bu çözgene geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra, çözgen susuz sodyum sülfat kullanılarak su içeriğinden arındırılmış ve aroma bileşiklerini içeren ekstrakt, Vigreux damıtma kolonu ile 50°C'lik su banyosunda 0.5 ml'ye kadar konsantre edilmiştir. Elde edilen konsantre aroma ekstraktı, insert viallere aktarılmış ve gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) analizine kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir (Guclu ve ark., 2021; Kilic-Buyukkurt ve ark., 2025).

Aroma maddelerinin GC-MS analizi

Aroma bileşiklerini tanımlamak ve miktarlarını belirlemek için bir Shimadzu Nexis GC-2030 gaz kromatografisi ve bir alev iyonizasyon dedektörü (FID) ile DB-Wax kolonu (30 m uzunluk × 0.25 mm iç çap × 0.5 m kalınlık, J&W Scientific, Folsom, CA, ABD) olan bir

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. rapaceum) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

Shimadzu GC-MS-QP2020 NX kütle spektrometresi kullanılmıştır. Analiz sırasında enjektör sıcaklığı 220°C, dedektör sıcaklığı ise 250°C olarak ayarlanmıştır. Kolon sıcaklık programı ise şu şekilde uygulanmıştır: Başlangıçta 60°C'de 3 dakika bekletilmiş, ardından sıcaklık dakikada 2°C artışla 220°C'ye çıkarılmış ve sonrasında dakikada 3°C artışla 245°C'ye ulaşılmıştır. Bu sıcaklıkta 20 dakika süreyle sabit tutulmuştur. Cihaza 2 µl örnek enjekte edilmiş olup, taşıyıcı gaz olarak 1.5 ml/dakika akış hızına sahip helyum kullanılmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları 250°C'de sabitlenmiştir. Aroma maddelerinin tanımlanmasında kullanılan kütle spektrometresinde enjektör tipi ve sıcaklık programı aynı koşullarda kullanılmıştır. Kütle spektrometresinde iyonlaşma enerjisi 70 eV olarak belirlenmiş; iyon kaynağı 250°C, kuadropol ünitesi ise 120°C sıcaklıkta çalıştırılmıştır. Cihaz, her saniyede bir olmak üzere 30 ile 300 kütle/yük (m/z) aralığında tarama yapacak şekilde ayarlanmıştır. Piklerin tanımlanması, standart bileşikler için standart çözümlerin enjeksiyonu ile gerçekleştirilirken, standardı bulunmayan bileşiklerin tanımlanması, tutulma indekslerinin ve kütle spektrumlarının ticari bir spektrum veri tabanı (Wiley 11, NBS 75 k) ve cihazın dahili kütüphanesiyle karşılaştırılmasıyla belirlenmiştir. Bileşiklerin tutulma indeksleri n-alkan (C₈–C₃₂) serisi kullanılarak hesaplanmıştır. Tanımlama işlemi tamamlandıktan sonra, aroma bileşiklerinin konsantrasyonları iç standart yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar, üç tekrarın ortalamaları alınarak verilmiştir (Dagli ve ark., 2022).

Koku Aktivite Değerlerinin Hesaplanması

Uçucu bileşiklerin kurutulmuş kereviz sap ve yapraklarının genel aroması üzerindeki etkisini değerlendirmek için koku aktivite değerleri (Odor Activity Value, OAV) belirlenmiştir. Bu değer, aroma bileşiklerinin konsantrasyonlarının

literatürden alınan koku eşiklerine bölünerek hesaplanmıştır. Sadece OAV değeri 1'den büyük olan aroma bileşikleri kurutulmuş kereviz örneklerinin aromasına ayrı ayrı katkıda bulunmaktadır (Kelebek ve Selli, 2011).

İstatistiksel Analiz

Elde edilen bulgular SPSS paket program (v.23.0, SPSS Inc., Chicago, IL) kullanılarak bağımsız örnekler t-testine tabi tutulmuş ve %95 güven düzeyinde anlamlılık sınırı kabul edilmiştir. Analizler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Aroma Maddeleri

Güneşte ve etüvde kurutulmuş kereviz sap ve yapraklarının aroma bileşiklerinin ekstraksiyonunda taşıyıcı ve tuzak yöntemi kullanılmıştır. Kurutulmuş örneklerde duysal özellikleri etkileyen en önemli faktörlerden biri aroma maddeleridir ve farklı kurutma yöntemleri kullanılarak aroma üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kurutulan kereviz sap ve yapraklarındaki aroma bileşikleri, alıkonma indeksleri (LRI) ve miktarları Çizelge 1.'de verilmiştir. Buna göre her iki yöntemle kurutulmuş örnekte toplam 17 aroma bileşiği tanımlanmıştır. Bu bileşikler sınıflandırıldığında, sekiz adet monoterpen bileşiği, dört adet seskiterpen bileşiği, iki adet ftalid bileşiği, bir adet monoterpenoid bileşiği, bir adet seskiterpenoid bileşiği ve bir adet alkol bileşiğinden oluşmaktadır. Farklı yöntemlerle kurutulan örneklerin toplam aroma maddelerinin çoğunluğunu monoterpenler, ardından alkol, ftalidler ve seskiterpenler oluşturmaktadır. Benzer şekilde yapılan önceki çalışmalarda da çeşitli kereviz örneklerinde bu aroma grupları belirlenmiştir (Kurobayashi ve ark., 2006; Beltrán Sanahuja ve ark., 2021; Turner ve ark., 2021a; Naghneh ve ark., 2023).

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. rapaceum) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

Çizelge 1. Etüvde ve güneşte kurutulmuş kereviz sap ve yapraklarının aroma profili

No	LRI ¹	Bileşikler	Konsantrasyon (mg/kg) ²		p ³	Tanımlama ⁴
			Etüv	Güneş		
Monoterpenler						
1	1011	α -Pinen	3.34 $\pm$ 0.03	0.43 $\pm$ 0.04	**	LRI, MS, Std
2	1096	β -pinen	7.07 $\pm$ 0.12	1.85 $\pm$ 0.17	**	LRI, MS, Std
3	1113	Sabinen	1.30 $\pm$ 0.08	0.11 $\pm$ 0.00	**	LRI, MS, Std
4	1167	β -Mirsen	192.32 $\pm$ 18.02	92.26 $\pm$ 4.22	**	LRI, MS, Std
5	1196	Limonen	255.32 $\pm$ 13.53	142.46 $\pm$ 7.00	**	LRI, MS, Std
6	1232	α -Osimen	120.16 $\pm$ 9.30	83.80 $\pm$ 2.97	**	LRI, MS, Std
7	1238	γ -Terpinen	14.73 $\pm$ 0.55	10.22 $\pm$ 0.34	**	LRI, MS, Std
8	1245	(Z)- β -Osimen	9.23 $\pm$ 0.84	6.37 $\pm$ 0.33	**	LRI, MS, Std
Toplam			603.48	337.50		
Seskitерpenler						
9	1585	(E)- β -Karyofilen	0.64 $\pm$ 0.01	0.58 $\pm$ 0.05	**	LRI, MS, Std
10	1680	γ -Kurkümen	1.49 $\pm$ 0.03	1.41 $\pm$ 0.06	öd	LRI, MS, Std
11	1714	β -Selinen	11.93 $\pm$ 0.41	8.67 $\pm$ 0.64	**	LRI, MS, Std
12	1790	α -Kurkümen	0.18 $\pm$ 0.02	0.15 $\pm$ 0.00	*	LRI, MS, Std
Toplam			14.25	10.81		
Ftalidler						
13	2557	3-n-Bütülfalid	2.64 $\pm$ 0.24	2.22 $\pm$ 0.01	*	LRI, MS, Tent
14	2550	Sedanolid	11.89 $\pm$ 1.06	12.11 $\pm$ 1.14	öd	LRI, MS, Tent
Toplam			14.53	14.33		
Monoterpenoid						
15	1705	(E)-Karveil asetat	0.44 $\pm$ 0.02	0.41 $\pm$ 0.04	öd	LRI, MS, Std
Toplam			0.44	0.41		
Seskitерpenoid						
16	1915	Neofitadien	9.62 $\pm$ 0.55	9.75 $\pm$ 0.66	öd	LRI, MS, Tent
Toplam			9.62	9.75		
Alkol						
17	2423	1-Fenilpropanol	26.44 $\pm$ 2.63	22.27 $\pm$ 0.27	*	LRI, MS, Std
Toplam			26.44	22.27		
Genel toplam			668.77	395.07	**	

¹LRI (Linear alıkonma indeksi): DB-WAX kapiler kolon üzerinde hesaplanmıştır.

²Konsantrasyonlar üç tekerrürün ortalaması $\pm$ standart hata ile birlikte mg/kg cinsinden verilmiştir.

³T-testine göre önemli derecede farklıdır. (ö.d.: önemli değil, *:p<0.05, **:p<0.01)

⁴Tanımlama: LRI (Linear alıkonma indeksi); Tent (MS ile tentatif tanımlama); Std (Standart madde ile tanımlama).

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. rapaceum) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

Her iki yöntemle kurutulmuş örneklerde benzer aroma bileşikler tespit edilmesine rağmen, kantitatif olarak incelendiğinde önemli farklılık bulunmaktadır. Etüvde kurutulmuş kereviz sap ve yapraklarında toplam aroma bileşiklerinin miktarı 668.77 mg/kg olarak belirlenirken, güneşte kurutulmuş olan örneğin toplam aroma miktarı 395.07 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Toplam aroma konsantrasyonları incelendiğinde, etüvde kurutulan örneklerin güneşte kurutulanlara kıyasla daha fazla aroma konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Güneşte kurutma işlemiyle kurutulan örneklerin kuruma süresi daha uzun olmasından dolayı aroma konsantrasyonunda azalmalar meydana geldiği düşünülmektedir. Literatürde de

konvektif ısı uygulamasıyla kurutma süresi azalması ve dolayısıyla uçucu bileşenlerin korunduğu belirtilmektedir (Nurhaslina ve ark., 2021). Bulgumuza benzer olarak güneşte kurutulmuş kırmızı biberlerin, tütsülenmiş ve fırında kurutulmuş kırmızı biberlere kıyasla önemli ölçüde daha az miktarda aroma madde içerdiği yapılan çalışmada bildirilmiştir (Martín ve ark., 2017). Yapılan kurutma işleminin, kurutulmuş kereviz örneklerinin aroma konsantrasyonları üzerine oldukça etkili olduğu tespit edilmiş ve yapılan t-testine göre aroma konsantrasyonları arasında genel olarak istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($p<0.01$) bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Etüvde ve güneşte kurutulmuş kereviz sap ve yapraklarındaki güçlü uçucu bileşiklerin koku eşikleri ve koku aktivite değerleri

No	Bileşik	Koku Eşiği ¹ (mg/kg)	Koku Aktivite Değerleri (OAV) ²		Koku Tanımları
			Etüv	Güneş	
1	α -Pinen	0.006 ^a	556.75	71.91	Taze, çam benzeri
2	β -Pinen	0.14 ^a	50.53	13.20	Odunsu, reçinemsi
3	Sabinen	0.95 ^b	1.37	<1	Otsu, baharatımsı
4	β -Mirsen	0.099 ^b	1942.58	931.92	Otsu, çam benzeri
5	Limonen	1.04 ^b	245.50	136.98	Narenciye benzeri
6	γ -Terpinen	0.26 ^b	56.67	39.32	Odunsu, yeşilimsi
7	(Z)- β -Osimen	0.034 ^c	271.50	187.30	Yeşilimsi, çiçeksi
8	(E)- β -Karyofilen	0.064 ^a	9.97	9.02	Odunsu, Baharatımsı
9	3-n-Bütilltalid	0.001 ^d	2640.00	2216.96	Kereviz benzeri, otsu, yeşilimsi
10	Sedanolid	2 ^c	5.95	6.06	Kereviz benzeri, baharatımsı

¹: Koku Eşiği (Odor Threshold, ppm): Sudaki koku eşiği değerleri literatürden alınmıştır (^a: Pino ve Mesa, 2006; ^b: Boonbumrung ve ark. 2001; ^c: Tamura ve ark. (2001); ^d: van Gemert, (2011)).

²: Koku Aktivite Değerleri (Odor Activity Value, OAV): Bileşiklerin konsantrasyonlarının koku eşiği değerlerine bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Çizelge 2., OAV değeri 1'den büyük olan bileşikler, literatürden alınan koku algı eşik değerlerini ve duyuşal koku tanımlarını göstermektedir. Aroma bileşiklerinin genel kurutulmuş kereviz örneklerinin aroması üzerindeki etkisini değerlendirmek için OAV'ler her bileşiğin konsantrasyonunun koku algılama eşiklerine bölünmesiyle hesaplanmıştır. Buna göre, etüvde kurutulmuş örnekte 10, güneşte kurutulmuş örnekte 9 adet aroma bileşiğinin OAV'si 1'den büyük olarak saptanmıştır. Bu bileşikler, karşılık gelen koku eşik değerlerinden daha yüksek konsantrasyonlardadır ve muhtemelen her iki kurutulmuş örneğin genel

aromasına katkıda bulunmaktadır. OAV'ler, gıdanın içerisinde bulunan bir aroma bileşiğinin kokuya olan katkısını, diğer bir ifade ile ne kadar güçlü algılandığını, o bileşiğin gıdadaki koku eşiğine dayanarak göstermektedir (Frauendorfer ve Schieberle 2006). Çizelge 2.'deki OAV sonuçlarına göre, kurutulmuş kereviz sap ve yapraklarının aromasına en büyük katkıyı sağlayanlar ftalidler, monoterpenler ve seskiterpen bileşikleridir.

Monoterpenler

Monoterpenler, kurutulmuş kereviz sap ve yapraklarındaki uçucu fraksiyonun niceliksel ve niteliksel olarak temel grubunu temsil

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. rapaceum) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

etmektedir (Çizelge 1.). Etüvde kurutulan örnekte toplam monoterpen konsantrasyonu 603.48 mg/kg iken güneşte kurutulan örnekte ise 337.50 mg/kg olarak saptanmıştır. Her iki örnekte de α -pinen, β -pinen, sabinen, β -mirslen, limonen, α -osimen, γ -terpinen ve (Z)- β -osimen olmak üzere toplam 8 adet monoterpen bileşiği tespit edilmiştir. Bu bileşikler arasında en fazla miktarda bulunan aroma bileşiği limonen olup bunu β -mirslen ve α -osimen takip etmiştir (Çizelge 1.). Limonen konsantrasyonu, etüvde ve güneşte kurutulan örneklerde sırasıyla 255.32 mg/kg ve 142.46 mg/kg olarak belirlenmiştir. Etüvde ve güneşte kurutulan örneklerde β -mirslen içeriği sırasıyla 192.32 mg/kg ve 92.26 mg/kg olarak saptanırken; α -osimen içeriği ise 120.16 mg/kg ve 83.80 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde önceki çalışmalarda kereviz esansiyel yağının temel aroma bileşiğinin limonen olduğu bildirilmiştir (Philippe ve ark., 2002; Xu ve ark., 2023). Limonen, β -pinen, ve β -mirslen bileşiklerinin kereviz esansiyel yağının önemli bileşiklerinden olduğu yapılan bir çalışmada bildirilmiştir (Lu ve ark., 2011). Farklı genotip ve olgunluk aşamasındaki kereviz örneklerinde de limonen en baskın aroma bileşiği olarak tespit edilmiştir (Turner ve ark., 2021a). Bir başka çalışmada ise atık olarak değerlendirilen kereviz sap ve köklerinde de monoterpenlerin temel aroma grubu olduğu ve limonenin en baskın bileşik olduğu bildirilmiştir (Beltrán Sanahuja ve ark., 2021). Genel olarak monoterpen içerikleri incelendiğinde güneşte kurutulan örneklerde, etüvde kurutulan örneklere kıyasla daha az konsantrasyonda aroma bileşiği tespit edildiği belirlenmiştir. Yapılan t-testine göre kurutma işleminin tüm monoterpen bileşiklerini konsantrasyonu üzerine istatistiksel ($p < 0.01$) olarak önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır. Kereviz örneklerinin aroma profilinin farklılık göstermesi uygulanan kurutma işleminin etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu konu ile ilgili olarak önceki çalışmalarda farklı uçucu bileşik kompozisyonlarının, farklı olgunluk ve çeşit, hasat zamanı, farklı kısımların kullanımı (yaprak, sap, kök vb.), ekstraksiyon ve işleme koşulları gibi çeşitli faktörler nedeniyle farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Reale ve ark., 2021; Turner ve ark., 2021a; Xu ve ark., 2023).

Monoterpenler, etüvde kurutulan kereviz sap ve yaprakların aroma profilinin yaklaşık %90'nın; güneşte kurutulanların ise yaklaşık %85'ini oluşturmaktadır. Literatürde, monoterpenlerin çeşitli kereviz genotiplerinde bildirilen en bol bileşikler olduğu gösterilmiştir (Reale ve ark., 2021; Turner ve ark., 2021b; Naghneh ve ark., 2023). Benzer şekilde, Estonya'da yetiştirilen kerevizden elde edilen esansiyel yağın aroma profilinin büyük kısmını (%85.3) monoterpenlerin oluşturduğu bildirilmiştir (Orav ve ark., 2003). Monoterpen bileşikler, yüksek koku eşiği değerleri nedeniyle yalnızca sınırlı koku aktivitesinden sorumludurlar (Kelebek ve Selli, 2011). OAV sonuçları incelendiğinde (Çizelge 2.), bu gruptan kurutulmuş kereviz örneklerinin aromasına en büyük katkıda bulunanlar, büyük ihtimalle β -mirslen, limonen, α -pinen ve (Z)- β -osimen'dir. β -Mirslen, güçlü OAV'si (etüvde kurutulan için 1942.58 ve güneşte kurutulan için 931.92) ile otsu, çam benzeri kokular sağlayarak her iki örneğin aromasına önemli katkıda bulunmaktadır. Bu bileşiğin örneklerdeki konsantrasyonu, bildirilen 0.099 mg/kg (Boonbumrung ve ark., 2001) koku eşiği değerinden önemli ölçüde yüksektir.

Etüvde kurutulmuş örnek için β -mirslen'den sonra en yüksek OAV'ye sahip aroma bileşiği 556.75 ile α -pinen, taze çam benzeri kokular sağlarken, bunu takiben sırasıyla (Z)- β -osimen (yeşilimsi, çiçeksi, OAV: 271.50) ve limonendir (narenciye benzeri, OAV: 245.50). Güneşte kurutulmuş kereviz örneğinde ise OAV açısından β -mirslen'den sonraki önemli monoterpen bileşiklerini sırasıyla (Z)- β -osimen (OAV: 187.30) ve limonendir (OAV: 136.98). Önceki bir çalışmada özellikle limonenin, kerevizin narenciye, limon ve taze aromalarına en fazla katkıda bulunan terpen olduğu bildirilmiştir (Beltrán Sanahuja ve ark., 2021).

OAV açısından önemli olan diğer monoterpen bileşiklerini, odunsu, reçinems kokulara sahip β -pinen ve odunsu, yeşilimsi kokulara sahip olan γ -terpinen'dir (Çizelge 2.). Etüvde ve güneş altında kurutulan örneklerde, γ -terpinen için OAV değerleri sırasıyla 56.67 ve 39.32, β -pinen için ise 50.53 ve 13.50 olarak belirlenmiştir. Bu bileşiklerin kurutulmuş kereviz örneklerinin

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. *rapaceum*) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

genel aromasına küçük bir katkıda bulunduğu; güneşte kurutulmuş örneklerde ise bu katkının etüvde kurutulmuş örneklerle göre daha az olduğu belirlenmiştir. Başka bir monoterpen olan sabinen, etüvde kurutulmuş kereviz örneğinde düşük OAV'ye (1.37) sahip olduğu ve bu nedenle kurutulmuş kereviz örneğinin kokusuna otsu, baharatımsı kokularla oldukça küçük bir katkıda bulunabileceği tespit edilmiştir. Aynı bileşiğin güneşte kurutulmuş örnekte OAV değeri 1'den küçük olduğu için kokuya katkısı bulunmamaktadır.

Alkoller

Kurutulan örneklerde tespit edilen bir diğer önemli aroma grubu alkollerdir. Bu gruba ait olan bir adet 1-fenilpropanol bileşiği tespit edilmiştir. Monoterpenlerden sonra en yüksek miktarda tespit edilen bu bileşiğin örneklerdeki konsantrasyonu etüvde kurutulmuş örnekte 26.44 mg/kg iken güneşte kurutulmuş örnekte ise 22.27 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Monoterpenlerde olduğu gibi güneşte kurutulmuş örneklerde daha az miktarda tespit edilmiş ve istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Ftalidler

Kereviz örneklerinde belirlenen önemli bir aroma grubu da ftalidlerdir. Bu bileşikler, özellikle Apiaceae familyasında doğal olarak bol miktarda bulunan ve biyolojik olarak aktif bileşikler olarak ifade edilmektedir (Karmakar ve ark., 2014). Ftalidlerin, düşük konsantrasyonlarda bulunmalarına rağmen, kerevizin karakteristik aromasında sorumlu olan temel aroma grubu olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Kurobayashi ve ark., 2006; Sellami ve ark., 2012; Dąbrowska ve ark., 2020; Turner ve ark., 2021a). İki farklı kereviz türünün aroma-aktif bileşiklerinin incelendiği bir çalışmada bütülfthalid ve sedanolid bileşiklerinin, kerevizin karakteristik aromasına önemli katkılarda bulunduğu rapor edilmiştir (Qian ve ark., 2025). Etüvde kurutulmuş örnekte toplam ftalid miktarı 14.53 mg/kg, güneşte kurutulmuş örnekte ise 14.33 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Hem etüvde hem de güneşte kurutulmuş örneklerde 3-n-bütülfthalid ve sedanolid olmak üzere 2 adet ftalid bileşiği saptanmıştır. Her iki kurutma yönteminde de en yüksek konsantrasyonda sedanolid bileşiğinin sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak aroma

bileşikleri incelendiğinde güneşte kurutulmuş örneklerin aroma miktarlarında azalmalar görülmektedir. Sedanolid bileşiğinde bu durumun aksine, güneşte kurutulmuş örnekte daha yüksek miktarda tespit edilmiş ancak, istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

OAV sonuçlarına göre (Çizelge 2.), kurutulmuş kereviz örneklerinin genel aromasına en çok katkıda bulunan bileşiğin 3-n-bütülfthalid olduğu belirlenmiştir. En yüksek OAV değeri etüvde kurutulmuş örnek için 2640.00 ve güneşte kurutulmuş örnek için 2216.96 olarak hesaplanmıştır. Kereviz benzeri, otsu, yeşilimsi kokudan sorumlu olan bu bileşiğin konsantrasyonu, literatürde bildirilen 0.001 mg/kg koku eşiği değerinden oldukça yüksektir. 3-n-Bütülfthalid, kerevizdeki temel ftalid bileşiğidir ve kurutulmuş kereviz örneklerinin karakteristik aromasına önemli düzeyde katkıda bulunmaktadır. Bir başka ftalid bileşiğim olan sedanolid ise daha düşük OAV'ye sahip olduğu ($OAV_{etüv}: 5.95$, $OAV_{güneş}: 6.06$) ve bu nedenle kurutulmuş kereviz örneklerinin kokusuna kereviz benzeri, baharatımsı kokularla küçük katkıda bulunabileceği belirlenmiştir. Kurobayashi ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, gaz kromatografisi-olfaktometri (GC-O) kullanılarak sedanenolid, 3-n-bütülfthalid ve sedanolid'in, kereviz aromasının en ayırt edici bileşenleri olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, aroma ekstraktı seyreltme analizi (AEDA) yoluyla bu bileşiklerin çiğ kereviz yaprak ve saplarında en bol bulunan aroma-aktif bileşikler olduğu ve bu bileşiklerin kerevize hoş kokulu, yeşil ve baharatlı gibi kokular kazandırdığı bildirilmiştir.

Seskiterpenler

Etüvde ve güneşte kurutulmuş kereviz örneklerinde tespit edilen bir diğer aroma grubu ise seskiterpenlerdir. (*E*)- β -Karyofilen, γ -kurkümen, β -selinen ve α -kurkümen olmak üzere her iki örnekte de toplam 4 adet seskiterpen bileşiği tespit edilmiştir. Etüvde kurutulmuş örnekteki seskiterpen miktarı 14.25 mg/kg iken güneşte kurutulmuş örnekte ise 10.81 olarak saptanmıştır. Seskiterpen bileşikler arasında en yüksek konsantrasyonda tespit edilen bileşik her iki örnekte de β -selinen olarak belirlenmiştir. β -Selenin bileşiği kereviz esansiyel

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. rapaceum) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

yağının aroma profilinin belirlendiği bir çalışmada majör bileşik olarak tespit edilmiştir (Philippe ve ark., 2002). Önceki çalışmalarda benzer şekilde (*E*)- β -karyofilen ve β -selinen temel seskiterpen bileşikler olarak farklı kereviz çeşitlerinde ve kısımlarında tespit edilmiştir (Ehiabhi ve ark., 2006; Reale ve ark., 2021; Turner ve ark., 2021a).

Çizelge 2.'de verilen OAV sonuçlarına göre, (*E*)- β -karyofilen odunsu ve baharatımsı kokular sağlayarak hem etüvde (OAV: 9.97) hem de güneşte (OAV: 9.02) kurutulmuş kereviz örneklerinin genel aromasına küçük bir katkıda bulunduğu bulunmuştur. Önceki bir çalışmada, seskiterpen bileşiklerin farklı genotip ve olgunluktaki kereviz örneklerinin aromasına odunsu, bitkisel ve çiçeksi kokular sağladığı bildirilmiştir (Turner ve ark., 2021a).

Diğer aroma grupları

Son olarak farklı yöntemlerle kurutulmuş kereviz sap ve yapraklarında 1 adet monoterpenoid ((*E*)-karveil asetat) ve 1 adet seskiterpenoid (neofitadien) bileşiği tespit edilmiştir. (*E*)-Karveil asetat bileşiği her iki örnekte de iz miktarda tespit edilmiştir. Neofitadien ise etüvde ve güneşte kurutulmuş örneklerde sırasıyla 9.62 ve 9.75 mg/kg olarak saptanmıştır. Terpenoid bileşiklerin yüksek koku eşiği değerleri nedeniyle kurutulmuş kereviz örneklerinin genel aromasına katkıda bulunmadığı belirlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde kurutulmuş kereviz sap ve yaprakların aromasına taze, bitkisel, odunsu ve narenciye benzeri kokular ile en büyük katkıyı yapan aroma grubu terpenlerdir. Bunlar arasından limonen, örneklerin baskın uçucu bileşeni olmasına rağmen, kurutulmuş kerevizin sap ve yaprak aromasının karakteristik kokusundan sorumlu olanlar, kerevizin kendine özgü bitkisel ve baharatlı aromasını sağlayan sedanolid, 3-n-bütülfalid gibi ftalidlerdir.

Sonuç

Bu çalışmayla, genellikle atık olarak değerlendirilen kerevizin sap ve yaprakları kurutularak elde edilen kuru ürünün aroma profili ortaya konmuş; böylece hem atıkların değerlendirilmesine katkı sağlanmış hem de bu

kuru ürünün potansiyel bir baharat olarak kullanımının mümkün olabileceği gösterilmiştir. Mevcut çalışmada, GC-MS kullanılarak iki farklı yöntemle (etüv ve güneş) kurutulmuş kereviz sap ve yapraklarının aroma profilleri belirlenmiştir. Her iki yöntemle kurutulmuş örneklerin aromatik ekstraktında toplam 17 aroma bileşiği tanımlanmış ve miktarları belirlenmiştir. Monoterpenler, seskiterpenler ve ftalidler başlıca aroma bileşik türleri olarak tespit edilmiştir. Her iki yöntemle kurutulan örneklerin aroma profillerinin oldukça benzer olduğu ancak kantitatif olarak farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre, etüvde kurutulan kereviz örneklerinin, güneşte kurutulanlara kıyasla, daha yüksek aroma konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Kurutma yöntemlerinin kerevizin aromasına katkısı açısından, OAV'lere göre toplam 10 bileşik öne çıkmıştır. Bu bileşikler arasında, 3-n-bütülfalid ve β -mirsen her iki yöntemle kurutulan kereviz örneklerinin aromasına en güçlü katkıda bulunan bileşikler olarak tespit edilmiştir. En yüksek OAV'ye etüvde kurutulan örneklerin sahip olduğu ve dolayısıyla güneşte kurutulan kereviz örneğine kıyasla daha güçlü kokuya sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, aroma kalitesinin korunması açısından etüvde kurutma yönteminin daha avantajlı olduğu düşünülmekte ve bu konuyla ilgili olarak yapılacak benzer çalışmalar için bu yöntemin tercih edilebileceği düşünülmektedir.

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. rapaceum) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

Kaynaklar

- Aşkın Uzel, R. (2022) Sustainable green technology for adaptation of circular economy to valorize agri-food waste: celery root peel as a case study. *Manag. Environ Qual Int J* 34 (4):1018-1034.
- Bas-Bellver, C., Barrera, C., Betoret, N., Seguí, L. (2020) Turning agri-food cooperative vegetable residues into functional powdered ingredients for the food industry. *Sustain* 12:1–15.
- Beltrán Sanahuja, A., Ponce Landete, M., Domingo Martínez, M. I., Prats Moya, M. S., Valdés García, A. (2021) Optimization of volatile compounds extraction from industrial celery (*Apium graveolens*) by-products by using response surface methodology and study of their potential as antioxidant sources. *Foods* 10:2664.
- Boonbumrung S., Tamura H., Mookdasanit J., Nakamoto, H., Ishihara, M., Yoshizawa, T., Varayanond, W. (2001) Characteristic aroma components of the volatile oil of yellow keaw mango fruits determined by limited odor unit method. *Food Sci Technol Res* 7(3):200-206.
- Dąbrowska, J. A., Kunicka-Styczyńska, A., Śmigielski, K. B. (2020) Biological, chemical, and aroma profiles of essential oil from waste celery seeds (*Apium graveolens* L.), *J Essent Oil Res* 32(4):308-315.
- Dagli, M. M., Yeldan, P. A., Sevindik, O., Guclu, G., Kelebek, H., Selli, S. (2022) Investigation of aroma compounds of queen anne's pocket melon (*Cucumis melo* L. ssp. dudaim) juice. *J Raw Mater Process Foods*, 3(2):74-82.
- D'Antuono, L.F., Neri, R., Moretti, A. (2002) By-products of vegetable celery (*Apium graveolens* L. var. dulce) as potential source of flavours. *Acta Horti* 576:327–331.
- Du, Y., Zhao, Y., Zhao, T., Yang, X., Qin, Y., Fu, M. (2024) Influences of drying conditions on quality attributes, taste and volatile compounds of celery leaves. *Hortic* 10(12):1316.
- Ehiabhi, O., Edet, U., Walker, T., Schmidt, J., Setzer, W., Ogunwande, I., Essien, E., Ekundayo, O. (2006) Constituents of Essential Oils of *Apium graveolens* L., *Allium cepa* L., and *Voacanga africana* Staph. from Nigeria. *J Essent Oil-Bear Plants* 9(2):126–132.
- Frauendorfer, F., Schieberle, P. (2006) Identification of the key aroma compounds in cocoa powder based on molecular sensory correlations. *J Agric Food Chem* 54:5521–5529.
- Godlewska, K., Pacyga, P., Michalak, I., Biesiada, A., Szumny, A., Pachura, N., Piszcz, U. (2020) field-scale evaluation of botanical extracts effect on the yield, chemical composition and antioxidant activity of celeriac (*Apium graveolens* L. Var. rapaceum). *Molecules* 25(18):4212.
- Guclu, G., Keser, D., Kelebek, H., Keskin, M., Emre Sekerli, Y., Soysal, Y., Selli, S. (2021) Impact of production and drying methods on the volatile and phenolic characteristics of fresh and powdered sweet red peppers. *Food Chem*, 338:128129.
- Han, L., Gao, X., Xia, T., Zhang, X., Li, X., Gao, W. (2019) Effect of digestion on the phenolic content and antioxidant activity of celery leaf and the antioxidant mechanism via Nrf2/HO-1 signaling pathways against Dexamethasone. *J Food Biochem* 43(7):e12875.
- Karmakar, R., Pahari, P., Mal, D. (2014) Phthalides and Phthalans: Synthetic methodologies and their applications in the total synthesis. *Chem Rev* 114:6213-6284.
- Kelebek, H., Selli, S. (2011) Determination of volatile, phenolic, organic acid and sugar components in a Turkish cv. Dortyol (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. rapaceum) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

- orange juice. *J Sci Food Agric* 91(10):1855-1862.
- Kilic-Buyukkurt, O., Guclu, G., Keskin, M., Kelebek, H., Selli, S. (2025) Comparative study of the aroma profiles and bioactive properties of cooked and uncooked regular and firik bulgurs. *Cereal Chem* 102(3):595-601.
- Khalil, A., Nawaz, H., Ben Ghania, J., Rehman, R., Nadeem, F. (2015) value added products, chemical constituents and medicinal uses of celery (*Apium graveolens* L.) - A review. *IJCBS* 8:40-48.
- Kurobayashi, Y., Kouno, E., Fujita, A., Morimitsu, Y., Kubota, K. (2006) Potent odorants characterize the aroma quality of leaves and stalks in raw and boiled celery. *Biosci Biotechnol Biochem* 70(4):958-965.
- Liu, J., Cheng, C., Zhang, Z., Yang, S., Zhang, X. (2021) Optimization of celery leaf tea processing and the volatile components analysis. *J Food Process Preserv* 45(3):e15253.
- Lu, Z. G., Li, W., Wang, P. J. (2011) Chemical composition and ability of scavenging DPPH radical of essential oil and residue from the celery seed. *Adv Mater Res* 183-185:18-21.
- Martín, A., Hernández, A., Aranda, E., Casquete, R., Velázquez, R., Bartolomé, T., Córdoba, M. G. (2017) Impact of volatile composition on the sensorial attributes of dried paprikas. *Food Res Int* 100:691-697.
- Momin, R. A., Nair, M. G. (2002) Antioxidant, cyclooxygenase and topoisomerase inhibitory compounds from *Apium graveolens* Linn. seeds. *Phytomed* 9:312-318.
- Motti, P., Bastiaens, L., Geelen, D., Mangelinckx, S. (2024) An exploratory study of extractions of celery (*Apium graveolens* L.) waste material as source of bioactive compounds for agricultural applications. *Ind Crops Prod* 218:118848.
- Naghneh, N. S., Rafiei, F., Shahbazi, E., Gheisari, M. M. (2023) Variation of volatile compounds in celery through different vegetative stages. *Plant Physiol Rep* 28:476-480.
- İnan-Çinkır, N., Süfer, Ö., Pandiselvam, R. (2024) Kinetic and artificial neural network modeling of dried black beauty eggplant (*Solanum melongena* L.) slices during rehydration. *J Food Process Eng* 47(3):e14567.
- Nurhaslina, C., Andi Bacho, S., Mustapa, A. (2021) Review on drying methods for herbal plants. *Mater Today Proc* 63:122-139.
- Orav, A., Kailas, T., Jegorova, A. (2003) Composition of the essential oil of dill, celery, and parsley from Estonia. *Proc Estonian Acad Sci Chem* 54(4):147-154.
- Philippe, J., Suvarnalatha, G., Sankar, R., Suresh, S. (2002) Kessane in the Indian celery seed oils. *J Essent Oil Res* 14(4):276-277.
- Pino, J. A., Mesa, J. (2006) Contribution of volatile compounds to mango (*Mangifera indica* L.) aroma. *Flavour Fragr J* 21(2):207-213.
- Qian, C., Zou, L., Tan, W. K., Ong, C. N. (2025) Characterization of aroma active components of four apiaceae vegetable varieties by gas chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry/olfactometry and chemometrics. *Anal Lett* 1-19.
- Reale, S., Di Cecco, V., Di Donato, F., Di Martino, L., Manzi, A., Di Santo, M., D'Archivio, A. A. (2021) Characterization of the volatile profile of cultivated and wild-type Italian celery (*Apium graveolens* L.) varieties by HS-SPME/GC-MS. *Appl Sci* 11:5855.

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kereviz (*Apium graveolens* L. rapaceum) Sap ve Yapraklarının Aroma Profili Üzerine Etkisi

- Sellami, I. H., Bettaieb, I., Bourgou, S., Dahmani, R., Limam, F., Marzouk, B. (2012) Essential oil and aroma composition of leaves, stalks and roots of celery (*Apium graveolens* var. dulce) from Tunisia. *J Essent Oil Res* 24(6):513–521.
- Sowbhagya, H.B. (2019) Value-added processing of by-products from spice industry. *Food Qual Saf* 3:73-80.
- Sun, Y., Li, M., Li, X., Du, J., Li, W., Lin, Y., Zhang, Y., Wang, Y., He, W., Chen, Q., Zhang, Y., Wang, X., Luo, Y., Xiong, A., Tang, H. (2023) Characterization of volatile organic compounds in five celery (*Apium graveolens* L.) cultivars with different petiole colors by HS-SPME-GC-MS. *Int J Mol Sci* 24:13343.
- Tamura, H., Boonbumrung, S., Yoshizawa, T., Varanyanond, W. (2001) The volatile constituents in the peel and pulp of green Thai mango, Khieo Sawoei cultivar (*Mangifera indica* L.), *Food Sci Technol Res* 7:72-77.
- Turner, L., Dawda, D., Wagstaff, C., Gawthrop, F., Lignou, S. (2021a) Influence of harvest maturity on the aroma quality of two celery (*Apium graveolens*) genotypes. *Food Chem* 365:130515.
- Turner, L., Lignou, S., Gawthrop, F., Wagstaff, C. (2021b) Investigating the relationship of genotype and climate conditions on the volatile composition and sensory profile of celery (*Apium graveolens*). *Foods* 10(6):1335.
- Xu, C., Li, Q., Wang, N., Liu, D., Guo, C. (2023) Identifying and discriminating aroma attribute and bioactive components of five commercial essential oils of celery (*Apium graveolens* L.) seeds using E-nose, HS-GC-IMS, and GC-MS. *LWT* 184:115094.
- Van Gemert, L. J. (2011) Compilation of odour threshold values in air and water (Second Edition), National Institute for Water Supply, Voorburg, and Central Institute for Nutrition and Food Research TNO, Zeist, The Netherlands.
- Yan, J., Wang, H., Wang, Y., Xu, S., Wang, Y. H., He, L. F., Yu, L., Zhu, W. M. (2021) Integrated metabolome and transcriptome analysis reveals candidate genes involved in metabolism of terpenoids and phthalides in celery seeds. *Ind Crops Prod* 172:114011.