

Farklı kurutma yöntemlerinin 12-Kadioğlu kayısı çeşidinin uçucu organik bileşenleri üzerine etkisi

Mustafa KAPLAN¹ Okan LEVENT²

¹ Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Malatya

² İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: kaplanmustafa@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0002-1027-2806

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2019/36(2):168-176
doi:10.16882/derim.2019.526936

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 14.02.2019
Kabul Tarihi/Accepted: 10.10.2019



Öz

Malatya kayısı tıbbi ve aromatik yönüyle önemli bir meyvedir. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinin orijini Malatya olup, sofralık ve kurutmalık olarak değerlendirilmektedir. Beslenme fizyolojisi açısından önem arzeden kayısı, temel beslenme öğelerini içermesinin ötesinde insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde sağlık ve hastalıkların oluşmasını önlemede ilave faydalar sağlamaktadır. İnsan beslenmesinde kayısı gibi antioksidan kapasitesi yüksek gıdaların kullanılması özendirilmektedir. Malatya dünya taze kayısı üretiminde %12 ve kuru kayısı üretiminde ise yaklaşık %65'lik bir paya sahiptir. Bu çalışmada, farklı kurutma yöntemlerinin (güneşte kurutma, kükürtleme işleminden sonra güneşte kurutma ve fırın kurutucuda kurutma) 12-Kadioğlu kayısı çeşidinin uçucu organik bileşik profili üzerine etkisi incelenmiştir. Kurutma ve kükürtleme işlemi uçucu organik bileşikler üzerinde önemli derecede etkili olmuştur. Kükürt uygulaması ve miktarına bağlı olarak uçucu organik bileşiklerin miktarının azaldığı belirlenmiştir. Uçucu organik bileşik miktarlarındaki değişim üzerinde farklı kurutma yöntemlerinin istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Farklı kurutma yöntemi; 12-Kadioğlu kayısı çeşidi; Malatya kayısı; Uçucu organik bileşikler

Effects of different drying methods on volatile organic compounds of 12-Kadioğlu apricot cultivar

Abstract

Malatya apricot is an important plant fruit with medicinal and aromatic uses. The origin of the 12-Kadioğlu apricot variety is Malatya and evaluated as fresh and dried form. Apricot, provides additional benefits in preventing health and illnesses on human physiology and metabolic functions beyond the inclusion of essential nutritional elements. In human nutrition, usage of food with high antioxidant capacity like apricot is being encouraged. Malatya has a share of 12% in world fresh apricot production and 65% in dried apricot production. In this study, the effects of different drying methods (sun drying, sun drying then sulfurization and oven drying) on the volatile organic compound profile of 12-Kadioğlu apricot variety were investigated. The drying and sulphuring process has been significantly effective on volatile organic compounds. It has been determined that the amount of volatile organic compounds decreased due to sulphur application and its amount. The different drying methods significantly influenced the volatile organic compounds ($p < 0.05$).

Keywords: Different drying methods; 12-Kadioğlu apricots cultivar; Malatya apricots; Volatile organic compounds

1. Giriş

Aroma, tat ve kokunun birleşiminden oluşmaktadır. Tadı uçucu olmayan bileşenler, kokuyu ise uçucu bileşenler oluşturmaktadır. Meyve aromasında koku kısmından sorumlu uçucu bileşenlerdir. Ayrıca meyveler arasındaki duyuşsal farklılığı gösteren en belirgin faktör olan aroma bileşenleri, meyve kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Gomez vd., 1993; Kerler ve Winkel 2002; Reineccius, 2006). Aroma maddelerinin oluşumu dinamik bir prosestir. Çoğu meyvenin kendine özgü

aroması olgunlaşma sırasında meydana gelir. Olgunlaşma aşaması süresince meyve metabolizmasında birçok değişim meydana gelir ve bu aşamada meyvenin bileşiminde bulunan yağ asitleri, amino asitler, şekerler, polifenoller, karotenoidlerden biyokimyasal yollarla aroma maddeleri oluşur (Buttery, 1981; Kerler ve Winkel, 2002). Kayısı aroma maddeleri açısından oldukça zengin bir meyvedir. Aroma maddeleri meyvelerde diğer bileşenlere göre çok düşük miktarlarda bulunmalarına rağmen meyvenin kendine özgü duyuşsal özelliğini belirlerler (Buttery, 1981).

Uçucu bileşiklerin konsantrasyonunu etkileyen başlıca faktörler çeşit, iklim koşulları, olgunlaşma, bölge ve işleme tekniğidir. Kayıslarda aroma maddeleri aldehitler, ketonlar, alkoller, esterler, uçucu asitler, çeşitli bileşikler ve terpenler gibi çeşitli kompleks gruplardan oluşur (Aubert ve Chanforan, 2007; Riu-Aumatel vd., 2004). Çoğunluğu çiçeksi ve bazıları meyvensi kokulardan sorumlu terpen grubu bileşikler kayısının önemli aroma maddeleri arasında yer almaktadır (Gomez vd., 1993). Roshchina (1993) tarafından yapılan çalışmada linalol uçucu bileşenin, kayısı kokusuna çiçeksi karakter kazandıran, kayısı için özel bir aroma maddesi olduğu, bunun yanısıra kayıslarda asetik, butanoik, 2-metilbutanoik ve hekzanoik asit gibi asitler ile birlikte β -iyonon, γ -dekalakton, hekzanal, 2-hekzanal ve geraniol önemli uçucu bileşenler bulunduğu vurgulanmıştır. Aldehitler, meyve ve çimen kokusu duyuşsal hissini oluşturan önemli uçucu bileşik gurubudur (Azodanlou vd., 2003). Kayıslardaki aroma profilinin tüketici beğenisinde oldukça önemli bir yeri bulunmaktadır (Gökbulut ve Karabulut, 2012). Özellikle benzaldehit, linalol ve esterler kayısların karakteristik aromasını oluşturan uçucu bileşenlerdir (Komes vd., 2005). Kurutma sırasında gerçekleşen Maillard reaksiyonu sonucu yüksek seviyelerde furan, furfuran, imidazol gibi arzu edilmeyen bileşikler oluşmaktadır (Kerler ve Winkel, 2002). Meyvelere ısı işlem uygulandığında çoğu kez

meyveye özgü uçucu bileşenler azalmaktayken aynı zamanda doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonu ve termal bozulmanın yanında esmerleşme reaksiyonları veya karamelizasyon sonucunda yeni bileşenler oluşmaktadır. Örneğin Maillard reaksiyonu kurutulmuş ürünlerin aromasını olumsuz etkilemekteyken, lezzeti zenginleştiren iyonon, γ -dekalakton ve butil asetat gibi bazı doğal bileşenlerin oluşması nedeniyle arzu edilebilmektedir (Göğüş vd., 2007).

Bu çalışmada 12-Kadioğlu yaş kayısının (YK); güneşte gün kurusu (GK), kükürtleme işleminden sonra güneşte kurutma (KK) ve fırın kurutucuda kurutma (FK) yöntemlerinin kayısının uçucu organik bileşenlerine etkileri araştırılmıştır. Uçucu organik bileşenleri kuru kayıslarda da kaliteyi etkileyen önemli bir unsurdur. Ancak bugüne kadar ülkemizde üretilen kayıslardan sadece Şekerpare'nin farklı yöntemlerle kurutulması işleminin aroma üzerindeki etkisini incelemişlerdir (Cabaroğlu vd., 2009).

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü Ülkesel Gen Kaynakları Parsellerinde bulunan kayısı örneği materyal olarak seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Kurutuma yöntemleri sonucu kurutulmuş 12-Kadioğlu kayısı çeşidi

1970'li yılların sonunda Zir. Yük. Müh. Ruhi Kadioğlu tarafından Malatya Battalgazi ilçesinde İsmail Kadioğlu isimli üreticinin bahçesinde bulunan 12-Kadioğlu kurutmalık kayısı çeşidi materyal olarak belirlenmiştir. Bu çeşidin ağaçları yayvan şekilli olup orta kuvvette büyür. Meyvesi oval şekilli, 30-40 g ağırlığında, meyve karın çizgisi belirgin ve simetrik. Meyve kabuk ve et rengi sarıdır. Meyve tatlı sert dokuludur. Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı %23-25, pH 4.0-4.4 ve toplam asitlik %0.45-0.70 arasında değişir. Çekirdek oval, 2.3-2.7 g ağırlığında, serbest ve tohumları tatlıdır. Malatya şartlarında Temmuz'un birinci haftasında olgunlaşır (Asma, 2011).

2.2. Yöntem

2.2.1. Hasat

Bu çalışmada kullanılan 12-Kadioğlu taze kayısının (YK) olgunlaşma zamanı da dikkate alınarak aynı ağaçlardan üç gün arayla yüzey rengi, asitlik ve suda çözünen kuru madde miktarı açısından kurutmalık ürün kalitesinde örnekler seçilerek hasat edilmiştir. Analizler için her tekerrürde 1000 g kayısı olacak şekilde, 3 tekerrürlü olarak, her çeşitten 3000 g kayısı toplanmıştır. Analizler iki paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Plastik saratlarda tartım işlemi yapıldıktan sonra kurutma yöntemleri uygulanmıştır. Uçucu organik bileşen analizi yapılmaya kadar tüm örnekler -20°C'deki derin dondurucuda muhafaza edilmişlerdir.

2.2.2. Güneşte kurutma (GK)

Kayıslar tartım işleminden sonra plastik saratlara dizilmiştir. Güneşte 2-3 gün süreyle kurutma işleminden sonra, el ile pırtlatma şeklinde çekirdekleri çıkarılmış ve el ile şekil verilerek düzeltilmiştir. Nem oranı %20'nin altına ininceye kadar güneşte kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır (Şekil 1).

2.2.3. Kükürtleme işleminden sonar güneşte kurutma (KK)

Kayıslar tartım işlemi yapılarak plastik saratlara dizildikten sonra kükürtleme odasına alınarak 100 kg kayısı için 180-200 g toz kükürt kullanılarak 12 saat kükürtleme işlemine tabi tutulduktan sonra 2-3 gün süreyle güneşte kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır. El ile

pırtlatma şeklinde çekirdekleri çıkarıldıktan sonra yine el ile şekil verilerek düzeltme işlemi uygulanmış ve tekrar nem oranı %20'nin altına ininceye kadar güneşte kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır (Şekil 1).

2.2.4. Laboratuvar tipi fırın (yapay) kurutucu (FK)

Fırın kurutmada 10 kg yaş kayıslar teflon tepsilere dizilerek 8 saat kurutma işlemine tabi tutularak nem oranı %50'ye kadar düşürüldükten sonra çekirdek çıkarma işlemi gerçekleştirilmiştir. Çekirdek çıkarma işleminden sonra elle şekil verme (patik) işlemi yapıldıktan sonra 7-8 saat aralığında nem oranı %20'nin altına düşünceye kadar fırın kurutmada kurutulma işlemine devam edilmiştir (Şekil1). Kurutucu cihaz koşullarında kurutma sıcaklığı 60-62°C, tepsi hızı 5 dev dk⁻¹ ve hava hızı 1 m s⁻¹ olarak belirlenmiştir.

2.2.5. Uçucu organik bileşenlerinin analizi

Uçucu organik bileşenlerinin ekstraksiyonunda katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) yöntemi uygulanmıştır (Gökbulut ve Karabulut, 2012). Bunun için örnekler homojen hale getirildikten sonra 3 g tartılarak 20 ml'lik SPME viallerine konulmuştur. Örneklerin her birine iç standart olarak 10 µL metanolde hazırlanmış 2-metil-3-heptanon çözeltilisinden eklenmiştir. Ekstraksiyon için 2 cm DVB/CAR/PDMS (Divinylbenzene/Carboxen/Polydimethylsiloxane; 50/30 µm coating thickness; Supelco, Bellefonte, PA, ABD) fiber kullanılmıştır. Isıtıcı üzerinde vialler 40°C'de 30 dakika tepe boşluğuna (headspace) tutulduktan sonra fiberi vialin içerisine enjekte ederek 30 dakika adsorpsiyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Uçucu organik bileşiklerin miktarının tayini ve tanımlanması DB-WAX kapiler kolon (60 m x 0.250 mm x 0.25 µm, J&W Scientific, Folsom, CA, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık programı için kolon sıcaklığı 40°C'de 2 dk beklemeden sonra dakikada 5°C artarak 240°C'ye çıkarılmış ve burada 6 dk bekletilerek analiz tamamlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılmış ve Helyumun akış hızı 1.0 ml dk⁻¹ olup detektör ve enjektör sıcaklıkları 250°C'de tutulmuştur. Kütle spektrometresi ile 1 saniye aralıklarla 33-450 kütle yük⁻¹ (m/z) arasında tarama yapılmıştır. Örneklerdeki uçucu organik bileşiklerinin belirlenmesinde Shimadzu GC-

2010 gaz kromatografisi sistemi ve buna bağlı Shimadzu QP-2010 kütle spektrometresi sisteminden yararlanılmıştır. Piklerin tanısı, kütle spektrometrenin hafızasındaki kütüphanelerin (NIST ve WILEY) karşılaştırılması yoluyla yapılmıştır. Piklerin tanımlanmasından sonra uçucu bileşiklerin miktarları, sisteme örnekle birlikte verilen iç standardın (2-methyl-3-heptanone) pik alanına göre $\mu\text{g kg}^{-1}$ kuru örnek olarak verilmiştir.

Bu çalışmada tespit edilen uçucu bileşenler; aldehit ve ketonlar, esterler, terpenler, asitler, alkoller ve çeşitli bileşikler olmak üzere 6 grupta toplanmıştır. Çizelge 1 ve Şekil 2'de uçucu bileşik grupları ile 12-Kadıoğlu kayısı çeşidinde kurutma sonucu bulunan uçucu bileşikler verilmiştir.

Analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi için SPSS 16.0 (SPSS Inc. A.B.D.) yazılım programı kullanılmıştır. Sonuçlar $P < 0.05$ önem düzeyinde değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toplam uçucu organik bileşen miktarları ve bileşen sayıları

Kurutma yöntemlerinden, güneşte kurutma GK $82.00 \mu\text{g kg}^{-1}$ uçucu bileşen miktarı ve 35 adet bileşen, kükürtlü kurutma KK $47.82 \mu\text{g kg}^{-1}$ uçucu bileşen miktarı ve 33 adet bileşen, fırın kurutma yönteminde FK $40.66 \mu\text{g kg}^{-1}$ uçucu bileşen miktarı ve 32 adet bileşen saptanmıştır. En yüksek değeri $27.80 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile terpenler,

$13.45 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile uçucu asitler ve $6.49 \mu\text{g kg}^{-1}$ miktarı ile çeşitli bileşik guruplarında saptanmış ve Çizelge 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.

3.2. Aldehit ve ketonlar

Yapılan çalışmada Bütanal, benzaldehit, 2-heptanal ve β -iyonon bileşiklerindeki değişimler, kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak ($p < 0.05$) düzeyinde önemli değilken, diğer aldehit ve keton bileşiklerindeki değişim, kurutma yöntemleri için istatistiksel olarak ($p < 0.05$) düzeyinde önemli bulunmuştur. 3-Hidroksi-2-bütanon GK örneğinde $10.83 \mu\text{g kg}^{-1}$ miktar ile en fazla bulunan bileşen olarak saptanmıştır. Dihidro- β -iyonon, β -iyonon, heksanal ve 2-heksanal kayısının anahtar bileşenleridir. 2-pentanon, 3-Hidroksi-2-bütanon ve nonanal kurutma etkisiyle oluşan yeni bileşenlerdir. Aldehit ve keton bileşenleri ile ilgili veriler Çizelge 2'de gösterilmiştir.

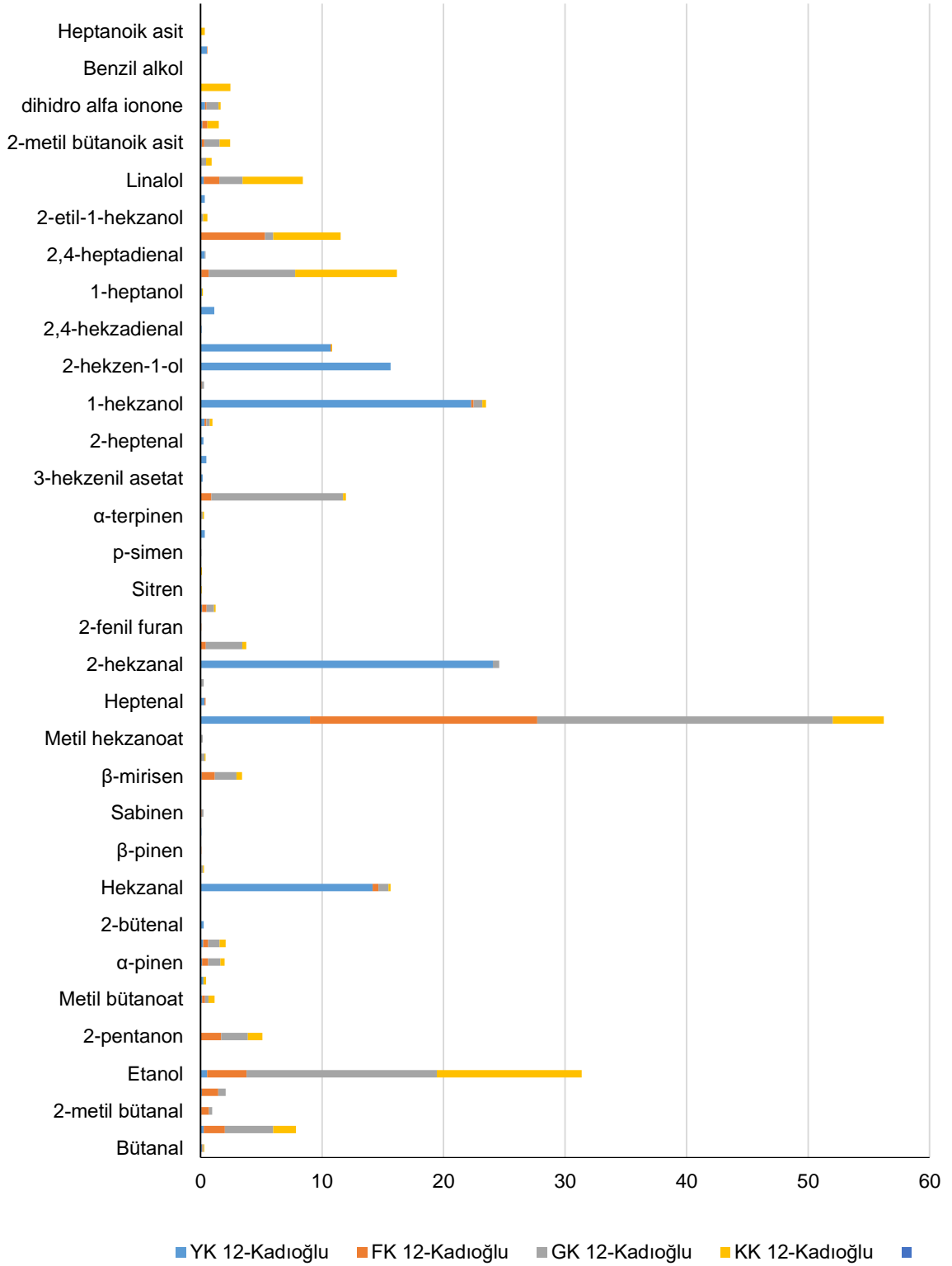
3.3. Esterler

Yapılan çalışmada ester bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak ($p < 0.05$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Ester bileşiği en fazla $4.44 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile GK örneğinde, en düşük $1.98 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile FK örneğinde saptanmıştır. Etil asetat sırasıyla; $3.98 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile GK, $1.87 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile KK, $1.73 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile FK örneğinde en fazla bulunan bileşen olarak belirlenmiştir. Etil asetat bileşeni, kurutma yöntemlerine göre kurutulan örneklerde artış meydana gelmiştir. Ester bileşenleri ile ilgili veriler Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 1. 12-Kadıoğlu kayısı çeşidinde uçucu organik bileşen grupları, miktarı ve sayısı

Bileşen grupları	Kurutma yöntemleri		
	KK	GK	FK
Aldehit ve ketonlar ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	2.12	16.85	5.54
Adet	6.00	11.00	11.00
Esterler ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	2.36	4.44	1.98
Adet	2.00	3.00	2.00
Alkoller ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	18.26	22.34	5.59
Adet	9.00	7.00	6.00
Terpenler ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	5.14	27.80	20.48
Adet	5.00	8.00	6.00
Asitler ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	13.45	8.83	1.23
Adet	6.00	3.00	3.00
Çeşitli bileşikler ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	6.49	1.74	5.84
Adet	5.00	3.00	4.00
Toplam bileşen miktarı ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	47.82	82.00	40.66
Toplam bileşen sayısı (adet)	33.00	35.00	32.00

KK: Kükürtlü kurutulan kayısı, GK: Güneşte kurutulan kayısı, FK: Fırında kurutulan kayısı



Şekil 2. Kurutma yöntemleri sonucunda 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde bulunan uçucu bileşenler ve miktarları ($\mu\text{g kg}^{-1}$) YK: Yaş kayısı, KK: Kükürlü kurutulmuş kayısı, GK: Güneşte kurutulmuş kayısı, FK: Fırında kurutulmuş kayısı

Çizelge 2. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde aldehit ve keton bileşenleri ($\mu\text{g kg}^{-1}$)

Aldehit ve ketonlar	RI	KK	GK	FK	Kurutma yöntemi
Bütanal	829	0.09±0.02	0.05±0.00	0.05±0.01	ÖD
2-Metilbütanal	880	TE	0.25±0.11	0.63±0.10	*
3-Metilbütanal	906	TE	0.62±0.27	1.34±0.01	*
Hekzanal	1073	0.19±0.04	0.81±0.35	0.48±0.02	*
3-Hidroksi-2-bütanon	1303	0.25±0.00	10.83±2.21	0.89±0.16	*
6-Metil-5-Hepten-2-one	1337	0.23±0.04	0.28±0.04	0.14±0.01	*
Benzaldehit	1545	TE	TE	TE	ÖD
Dihidro- β -iyonon	1849	0.16±0.07	1.00±0.19	0.11±0.03	*
2-Bütanal	1037	TE	TE	TE	*
4-Pentanal	1129	TE	TE	TE	*
2-Hekzanal	1202	TE	0.54±0.13	TE	*
Heptanal	1184	TE	TE	0.09±0.01	*
2-Oktenal	1436	TE	TE	TE	*
2-Heptanal	1326	TE	TE	TE	ÖD
β -iyonon	1964	TE	TE	0.03±0.04	ÖD
2,4-Hekzadienal	1420	TE	TE	TE	*
2,4 Heptadienal	1477	TE	0.07±0.02	TE	*
2-Metil-3-oktanon	1320	TE	TE	TE	*
2-Pentanon	957	1.20±0.22	2.21±1.04	1.69±0.14	*
Nonanal	1392	TE	0.19±0.05	0.09±0.02	*
Toplam ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	2.12	16.85	5.54	(p <0.05)	

RI: Retention index (Alıkonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulmuş kayısı, GK: Güneşte kurutulmuş kayısı, FK: Fırında kurutulmuş kayısı, p<0.05 düzeyi İstatistiksel olarak: *Önemli, ÖD: Önemli değil

Çizelge 3. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde ester bileşenleri ($\mu\text{g kg}^{-1}$)

Esterler	RI	KK	GK	FK	Kurutma yöntemi
3- Hekzenil asetat	1311	TE	TE	TE	*
Etil asetat	859	1.87±0.09	3.98±0.97	1.73±0.07	*
Metil bütanoat	963	0.49±0.13	0.28±0.03	0.25±0.04	*
Hekzil asetat	1264	TE	TE	TE	*
Metil hekzanoat	1176	TE	0.18±0.04	TE	*
Toplam ($\mu\text{g kg}^{-1}$)		2.36	4.44	1.98	(p <0.05)

RI: Retention index (Alıkonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulmuş kayısı, GK: Güneşte kurutulmuş kayısı, FK: Fırında kurutulmuş kayısı, p<0.05 düzeyi İstatistiksel olarak: *Önemli, ÖD: Önemli değil

Çizelge 4. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde terpen bileşenleri ($\mu\text{g kg}^{-1}$)

Terpenler	RI	KK	GK	FK	Kurutma yöntemi
α -Pinen	1008	0.35±0.08	1.01±0.32	0.49±0.22	*
α -Terpinen	1265	0.10±0.04	0.12±0.04	0.06±0.01	*
β -Pinen	1084	TE	TE	0.07±0.01	*
Sabinen	1131	TE	0.17±0.04	0.08±0.01	*
β -Mirisen	1141	0.45±0.11	1.79±0.46	1.07±0.26	*
Limonen	1180	4.19±1.61	24.31±0.83	18.71±5.69	*
β -Fellandren	1193	TE	0.27±0.05	TE	*
Sitren	1255	0.05±0.01	0.06±0.01	TE	*
p- Simen	1260	TE	0.07±0.01	TE	*
Toplam ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	5.14	27.8	20.48	(p <0.05)	

RI: Retention index (Alıkonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulmuş kayısı, GK: Güneşte kurutulmuş kayısı, FK: Fırında kurutulmuş kayısı, p <0.05 düzeyi İstatistiksel olarak: *Önemli, ÖD: Önemli değil

3.4. Terpenler

Terpen bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak (p <0.05) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Terpen bileşenlerinden limonen bileşiği en fazla 24.31 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ile GK örneğinde saptanmıştır. Limonen bileşeni miktarında KK örneğinde

azalma saptanırken, GK ve FK örneklerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Terpen bileşenlerinde, tüm örneklerde en fazla limonen bileşiği tespit edilmiştir. α -terpinen, β -pinen, sabinen β -fellandren, sitren ve p-simen bileşenleri kurutmanın etkisiyle oluşan yeni bileşikler olarak ortaya çıkmaktadır. β -Fellandren ve p-simen KK yöntemi sonucunda

kükürtten oluşan yeni bileşenler olarak saptanmıştır.

3.5. Asitler

Yapılan çalışmada tüm örneklerde asit bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak ($p<0.05$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Örnekler içerisinde en fazla asit bileşiği $13.45 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile KK örneğinde saptanmıştır. Asetik asit bileşeni miktarı sırasıyla; $8.39 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile KK, $7.11 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile GK ve $0.63 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile FK örneğinde en fazla bulunan bileşen olarak belirlenmiştir. Bütanoik asit, hekzanoik asit ve heptanoik asit bileşenleri kurutmanın etkisiyle oluşan bileşikler olup, hekzanoik asit ve heptanoik asit bileşenleri KK örneğinde kükürtlü bileşiklerin sonucu oluştuğu saptanmıştır. Roshchina (1993) kayıslarda bulunan önemli asitlerin; asetik, butanoik, 2-metilbutanoik ve hekzanoik asit olduğunu bildirilmiştir. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde asit bileşenleri Çizelge 5'de gösterilmiştir.

3.6. Çeşitli bileşenler

Yapılan çalışmada Dekan ve Tert-butyl benzen bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak ($p<0.05$) düzeyinde önemli değilken, diğer çeşitli bileşiklerdeki değişimler kurutma yöntemleri için istatistiksel olarak ($p<0.05$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Örnekler içerisinde en fazla çeşitli bileşenler

$6.49 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile KK yönteminde saptanmıştır. En az çeşitli bileşenler ise $1.74 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile GK yönteminde tespit edilmiştir. Kurutma yöntemleri sonucunda furfural, 2-fenil furan, tert-butyl benzen ve undekan gibi yeni bileşikler saptanmıştır. Furfural bileşiği KK ve FK yöntemlerinde en fazla tespit edilen bileşiktir. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde çeşitli bileşenler Çizelge 6'da gösterilmiştir.

3.7. Alkoller

Yapılan çalışmada 1-Heptanol ve 2-Etil-1-hekzanoil bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak ($p<0.05$) düzeyinde önemli değilken, diğer alkol bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri için istatistiksel olarak ($p<0.05$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Örnekler içerisinde en fazla alkol bileşiği $22.34 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile GK örneğinde, en düşük alkol bileşiği $5.59 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile FK yönteminde saptanmıştır. Etanol bileşiği sırasıyla $15.67 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile GK, $11.92 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile KK ve $3.25 \mu\text{g kg}^{-1}$ ile FK yöntemlerinde en fazla bileşen olarak tespit edilmiştir. 1-Butanol ve 3-Metil-1-bütanol kurutmanın etkisiyle oluşan bileşikler olarak saptanmıştır. Linalool bileşeni tüm örneklerde tespit edilirken, kayısıda anahtar bileşeni olarak kabul edilen linalool kurutma yöntemleri ile yapılan kurutma sonucunda artış göstermiştir. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde alkol bileşenleri Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde asit bileşenleri ($\mu\text{g kg}^{-1}$)

Uçucu organik asit bileşenleri	RI	KK	GK	FK	Kurutma yöntemi
2-Metilbutanoik asit	1653	0.87±0.08	1.26±0.13	0.20±0.00	*
2-Metilpentanoik asit	1747	0.94±0.09	TE	0.41±0.10	*
Asetik asit	1471	8.39±1.12	7.11±0.44	0.62±0.20	*
Bütanoik asit	1640	0.46±0.01	0.46±0.08		*
Hekzanoik asit	1859	2.45±0.43	TE	TE	*
Heptanoik asit	1966	0.34±0.05	TE	TE	*
Toplam ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	13.45	8.83	1.23	($p < 0.05$)	

RI: Retention index (Alikonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulan kayısı, GK: Güneşte kurutulan kayısı, FK: Fırında kurutulan kayısı, $p<0.05$ düzeyi İstatistiksel olarak: *Önemli, ÖD: Önemli değil

Çizelge 6. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde çeşitli bileşenleri ($\mu\text{g kg}^{-1}$)

Çeşitli uçucu organik bileşenler	RI	KK	GK	FK	Kurutma Yöntemi
Dekan	976	0.23±0.13	TE	TE	ÖD
Toluen	1025	0.51±0.09	0.93±0.05	0.41±0.07	*
Undekan	1078	0.09±0.02	0.13±0.01	0.06±0.00	*
Tert-butyl benzen	1259	0.10±0.01	TE	TE	ÖD
Furfural	1479	5.56±1.06	0.68±0.05	5.30±0.62	*
2-Fenil-furan	1237	TE	TE	0.07±0.00	*
Toplam ($\mu\text{g kg}^{-1}$)		6.49	1.74	5.84	($p < 0.05$)

RI: Retention index (Alikonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulan kayısı, GK: Güneşte kurutulan kayısı, FK: Fırında kurutulan kayısı, $p<0.05$ düzeyi İstatistiksel olarak: *Önemli, ÖD: Önemli değil

Çizelge 7. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde alkol bileşenleri ($\mu\text{g kg}^{-1}$)

Alkol bileşenleri	RI	KK	GK	FK	Kurutma Yöntemi
1-Butanol	1144	0.09±0.03	0.32±0.12	TE	*
Etanol	913	11.92±0.94	15.67±3.43	3.25±0.45	*
3-Metil-1-Butanol	1205	0.33±0.03	3.01±0.47	0.42±0.06	*
1-Pentanol	1247	0.14±0.03	0.59±0.02	0.38±0.04	*
1-Hekzanol	1352	0.32±0.02	0.71±0.04	0.20±0.01	*
2-Hekzen-1-ol	1406	0.07±0.01	TE	TE	*
3-Hekzen-1-ol	1417	TE	TE	0.06±0.00	*
1-Heptanol	1453	0.08±0.02	TE	TE	ÖD
2-Etil-1-hekzanol	1487	0.35±0.05	0.12±0.05	TE	ÖD
Linalol	1546	4.96±0.04	1.92±0.08	1.28±0.05	*
Toplam ($\mu\text{g kg}^{-1}$)		18.26	22.34	5.59	(p<0.05)

RI: Retention index (Alıkonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulmuş kayısı, GK: Güneşte kurutulmuş kayısı, FK: Fırında kurutulmuş kayısı, p<0.05 düzeyi İstatistiksel olarak: *Önemli, ÖD: Önemli değil

4. Sonuç

12-Kadioğlu kayısı çeşidindeki uçucu organik bileşik sayısında kurutma yöntemlerinin etkisiyle azalmakta olduğu saptanmıştır. Cabaroğlu (2009) tarafından yapılan çalışmada, kontrol örneği Hacihaliloğlu yaş kayısı çeşidinde 2007 yılında 33 adet, 2008 yılında 36 adet aroma bileşiği tespit etmiştir. Solis-Solis vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada iklim, çevre ve hasat koşullarına bağlı olarak aroma miktarlarında değişimler olabileceğini ifade etmişlerdir. Gomez vd. (1993) ise, çoğunluğu çiçeksi ve bazıları meyvemsi kokulardan sorumlu terpen grubu bileşikler kayısının önemli aroma maddeleri arasında yer aldığını ifade etmişlerdir. Terpen ve uçucu asit bileşenlerinde ise kurutmanın etkisiyle bileşen sayısında artışlar olduğu saptanmıştır. Kurutma ve kükürtleme işlemi uçucu organik bileşenler üzerinde önemli derecede etkili olmuştur. Kükürt uygulaması ve dozuna bağlı olarak aroma maddesi miktarında düşüş olduğu belirlenmiştir Kurutma yöntemleri, istatistiksel olarak (p<0.05) düzeyinde uçucu aroma bileşen grupları için önemli bulunmuştur. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde lezzeti zenginleştiren β -ionon ve dihidro- β -ionon, gibi bileşenlerin kurutmanın etkisiyle azaldığı saptanmıştır. Komes vd. (2005) ise, kurutmanın etkisiyle 2-pentanon, 3-hidroksi-2-bütanon ve nanonal, metil hekzanoat, α -terpinen, β -pinen, sabinen β -fellandren, sitren, p-simen. β -fellandren, p-simen, bütanoik asit, hekzanoik asit, heptanoik asit, furfural, 2-fenil furan, tert-butil benzen, undekan 1-bütanol ve 3-metil-1-bütanol bileşikleri oluştuğunu saptamıştır. Kerler ve Winkel (2002) ise, Kurutma yöntemleri sırasında gerçekleşen maillard reaksiyonu sonucu furfural, 2-fenil furan, tert bütıl benzen ve undekan gibi arzu edilmeyen bileşikler tespit

etmiştir. KK yönteminde ise hekzanoik asit, heptanoik, furufural, β -fellandren ve p-simen bileşenleri kükürt bileşikleri sonucunda oluşan yeni bileşenler olarak saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre farklı kurutma yöntemleri uçucu bileşik profilini etkilemiştir (Dragovic-Uzelac vd., 2005; Gomez ve Ledbetter, 1997; Göğüş vd., 2007).

Teşekkür

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen ve 2017 yılında sonuçlanan "Ülkesel Kayısı Gen Kaynaklarında Kurutmaya Uygun Tip ve Çeşitlerin Belirlenerek, Kurutma Kriterleri, Antioksidan Kapasiteleri ve Aroma Profilleri Açısından Değerlendirilmesi" projesidir. 2-4 Ekim 2018 tarihinde İzmir'de düzenlenen 4.Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu'nda poster bildiri olarak sunulmuştur. Bu projeye destek veren TAGEM'e teşekkür ederim.

Kaynakça

- Asma, B.M. (2011). Her Yönüyle Kayısı. İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Malatya, 20-23 s.
- Aubert, C., & Chanforan, C. (2007). Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca* L.) characterization of 28 cultivars. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55(8):3074-3082.
- Azodanlou, R., Darbellay, C., Luisier, J.L., Villettaz, J.C., & Amado, R. (2003). Development of a model for quality assessment of tomatoes and apricots. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 36(2):223-233.
- Buttery, R.G. (1981). Vegetable And Fruit Flavours. In: R, Teranishi, RA, Flath, and H, Sugisawa (eds.). *Flavour Research: Recent Advances*, Marcel Dekker, New York, pp:175.

- Cabaroğlu, T., Selli, S., & Asma, B.M. (2009). Malatya'da yetiştirilen bazı yerli kayısı çeşitlerinde GC-MS-Olfaktometri yöntemleri ile aroma maddelerinin belirlenmesi ve kurutma işleminin aroma maddeleri üzerindeki etkisinin araştırılması. Proje No: 107 O 552, TÜBİTAK, Ankara.
- Dragovic-Uzelac, V. Delonga, Levaj, B., Djakovic, S., & Pospisil, J. (2005). Phenolic profiles of raw apricots, pumpkins, and their purees in the evaluation of apricot nectar and jam authenticity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53(12):4836-4842.
- Gomez, E., Ledbetter, C.A. & Hartsell, P.L. (1993). Volatile compounds in apricot, plum, and their interspecific hybrids. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 41(10):1669-1676.
- Gomez, E., & Ledbetter, C.A. (1997). Development of volatile compounds during fruit maturation: characterization of apricot and plum×apricot hybrids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74(4):541-546.
- Gökbulut, İ., & Karabulut, İ. (2012). SPME–GC–MS detection of volatile compounds in apricot varieties. *Food Chemistry*, 132(2):1098-1102.
- Göğüş, F., Özel, M.Z., & Lewis, A.C. (2007). The effect of various drying techniques on apricot volatiles analysed using direct thermal desorption-GC–TOF/MS. *Talanta*, 73(2):321-325.
- Kerler, J., & Winkel, C. (2002). The basic chemistry and process conditions underpinning reaction flavour production (p. 302). In: Taylor, A.J. (Ed.), *Food Flavour Technology*, Sheffield Publ., Sheffield, U.K.
- Komes, D., Lovric, T., Kovacevic, G., Gajdos, K., & Banavic, M. (2005). Trehalose improves flavour retention in dehydrated apricot puree. *International Journal of Food Science and Technology*, 40(4):425-435.
- Reineccius, G. (2006). Flavor Chemistry and Technology. CRC Press, Florida, USA, pp. 73-160.
- Riu-Aumatell, M., Castellari, M., E. Lopez-Tamames, Galassi, S., & Buxaderas, S. (2004). Characterisation of volatile compounds of fruit juices and nectars by HS/SPME and GC/MS. *Food Chemistry*, 87(4):627-637
- Roshchina V. V., & Roshchina V. D. (1993). The excretory function of higher plants. Springer, Berlin Heidelberg New York, USA. 145 p.
- Solis-Solis, H.M. Calderon-Santoyo, M., Schorr-Galindo, S., Luna-Solano, G., & Ragazzo-Sanchez, J.A. (2007). Characterization of aroma potential of apricot varieties using different extraction techniques. *Food Chemistry*, 105(2):829-837.