



Güneşte ve Gölgede Kurutmanın Çördük Otu (*Hyssopus officinalis* L.) Uçucu Yağ Oranı ve Kompozisyonuna Etkileri

Nimet KARA^{1*}, Hasan BAYDAR¹, Özgür KAYAALP², Serkan BOYAR², Ahmet Kamil BAYHAN²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü, Isparta

(Alınış Tarihi: 19.09.2013, Kabul Tarihi: 21.04.2014)

Anahtar Kelimeler
Hyssopus officinalis
Uçucu yağ oranı
Doğal Kurutma

Özet: Araştırma, gölgede ve güneşli kapalı oda koşullarında kurutmanın çördük otunun uçucu yağ oranı ve uçucu yağ içeriğine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Tam çiçeklenme döneminde hasat edilen çördük otu gölgede (25,95 °C; %42,76RH) ve güneşte (32,14°C; %26,29RH) olmak üzere iki farklı doğal ortamda kurutulmuştur. Güneşli ortamda kurutma, gölgedekine göre daha hızlı gerçekleşmiştir. Çördük otunun taze halde iken %0,54 olan uçucu yağ oranı, kurutma sonunda gölgede %0,43'e, güneşte ise %0,30'a düşmüştür. Bu da, çördük otu uçucu yağ oranının gölgede kurutmada %20,4, güneşte ise %44,4 oranında azaldığını göstermektedir (p<0,01). Kurutma koşullarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi incelendiğinde; gölgede 1,8-sineol (%51,89), β-mirsen (%8,84), germakren D (%6,27) ve γ-elemen (%6,10) daha yüksek gerçekleşirken, güneşli ortamda elemol (%8,99) oranı daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, çördük otunun kontrollü koşullarda farklı sıcaklık değerlerinde kurutularak uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerinde sıcaklık, kuruma süresi ve kuruma hızının etkilerinin belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Effects of Drying in Sun and Shade on Essential Oil Content and Composition of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.)

Keywords
Hyssopus officinalis
Essential oil content
Natural Drying

Abstract: The research was carried out to determine the effects of natural drying (in sun and shade) on essential oil content and composition of Hyssop. Essential oil content of hyssop harvested in full blooming period was dried two different natural environment which are in sun (32,14°C; 26,29%RH) and shade (25,95 °C; 42,76%RH). Drying in sun occurred faster than in shade. Essential oil content of hyssop harvested in full blooming period decreased from 0,54% to 0,43% in shade and 0,30% in sun. This indicates that essential oil content of Hyssop decreased 20,4% in shade drying environment and decreased 44,4% in sun drying environment (p<0.01). When the effects of drying conditions on essential oil content and composition of Hyssop, in shade drying 1.8-cineol (51,89%), β-mirsen (8,84%), germacren D (6,27%) and γ-elemen (6,10%) were determined higher but in sun drying elemol (8,99%) were determined higher. In conclusion, effects of natural air drying conditions of Hyssop in different temperatures, drying time and drying rate on essential oil content and composition should be investigated as well.

1. Giriş

Türkiye florasında *H. officinalis* L. ssp. *angustifolius*, *Hyssopus* türlerinin bir sınıfı olarak temsil edilmekte (Davis, 1982) ve halk tarafından "zufa otu, zulfa otu, çördük ve cürdük otu" olarak bilinmektedir (Özer vd., 2006). Çördük otunun kuru çiçekleri; soğuk algınlığı, kulunç giderici ve öksürük kesici olarak çay harmanlarında, uçucu yağı; gıda, eczacılık ve kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadır (Hornok,

1992; Garg vd., 1999). Son yıllarda bu tür tıbbi bitkilere talep artışı ile kaliteli ürünün, kolay ve düzenli temin edilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu nedenle ürünün pazarda sürekliliğini sağlayabilmek için taşıma, depolama ve kurutma aşamaları büyük önem kazanmıştır (Castro ve Ferreira, 2001). Bitkinin nem içeriğinin azaltılması olarak tanımlanan kurutma (Rocha vd., 2011), belirli kimyasal reaksiyonların oluşumunu önlemek ve mikroorganizmaların gelişmesini yavaşlatarak bitkilerin raf ömrünü arttırmak amacıyla kullanılan

*İlgili yazar: nimetkara@sdu.edu.tr

bir metottur (Diaz-Maroto vd., 2003). Kurutma işlemi, düşük maliyetinden dolayı yaygın olarak kullanılan gölgede ve güneşte kurutmanın (Soysal ve Öztekin, 2001) yanı sıra farklı ısıtma ve güç kaynağına sahip kurutucularda da yapılmaktadır. Gölgede ve güneşte kurutma gibi geleneksel metotların tıbbi ve aromatik bitkilerde istenilen kalite standartlarındaki yetersizliği nedeniyle bir takım dezavantajları vardır (Rocha vd., 2011). Yüksek sıcaklık ve uzun süreli kurutma bitkide ısı hasarına neden olmakta ve ürünlerin doku, renk, koku ve besin değerini olumsuz etkileyerek (Yongsawatdigul ve Gunasekaran, 1996) kalitesini ve buna bağlı olarak da pazar değerini düşürmektedir. Ayrıca kurutma metotlarının tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağ oranı ve kompozisyonunu önemli derecede etkilediği de yapılan araştırmalarda belirtilmektedir (Deans ve Svoboda, 1992; Basver, 1993; Raghavan vd., 1997; Ahmadi vd., 2008; Okoh vd., 2008; Ronicely vd., 2008). Aromatik bitkilerde kurutma başlangıcında, difüzyonla birlikte yaprak yüzeyine nem taşınmakta ve uçucu yağ, su buharı ile birlikte sürüklenerek uçucu yağ kayıpları meydana gelmektedir (Cremasco, 2003). Bu araştırma gölgede ve güneşte kurutulan çördük otunun kuruma davranışını belirlemek ve uçucu yağ oranı ile kompozisyonuna kurutma koşullarının etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Deneme Tarlasında yetiştirilen 3 yaşındaki çördük otu (*Hyssopus officinalis* L.) bitkileri çiçeklenme döneminde hasat edilmiş ve kurutma materyali olarak kullanılmıştır. Kurutma uygulaması, gölgede (havadar ve serin bir ortamda kapalı oda koşullarında) ve güneşte (polikarbon malzemeden aydınlatmalı çatıya sahip havalandırılmalı kapalı oda koşullarında) olmak üzere 2 farklı doğal koşulda gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemi her iki koşulda da her biri 1 m²lik kurutma rafları üzerine 1500'er g ürün koyularak 6'şar tekerrürlü olarak yapılmıştır. Yağ ve nem tayini için deneme öncesi taze, deneme sonrası ise kuru örnekler alınmıştır. Nem içeriği, yaş baza (y.b.) ve kuru baza (k.b.) göre iki farklı şekilde incelenmiştir (Kaya ve Aydın, 2008).

$$\text{Nem içeriği (y.b.) (\%)}: N_{yb} = \frac{M_s}{M_s + M_k} \times 100$$

$$\text{Nem içeriği (k.b.) (kg su /kg kuru madde)}: N_{kb} = \frac{M_s}{M_k}$$

M_s: Ürün içerisindeki suyun kütlesi

M_k: Ürünün kuru kütlesi

Ürünün herhangi bir *t* anında sahip olduğu nem içeriğinin (*N_t*), başlangıç anındaki nem içeriğine (*N_c*) oranı olarak ifade edilen *ayrılabilir nem oranı* (*MR*) hesaplanmıştır (Türk ve ark., 2003).

$$MR = \frac{N_t}{N_c}$$

Kurutma hızı (*DR*) ise kurutma sırasında birim zamanda üründen uzaklaştırılan nem içeriği değişimi hesaplanmıştır (Darıcı ve Şen, 2012).

$$DR = \frac{N_{(t)} - N_{(t+\Delta t)}}{\Delta t}$$

N_(t): *t* anındaki kuru baza göre nem içeriği

N_(t+Δt): *t+Δt* anındaki kuru baza göre nem içeriği

Bitkilerin uçucu yağ oranları 200 g taze örneğe 1500 ml, 50 g kuru örneğe 500 ml saf su eklenip 3 saatte Clevenger distilasyon cihazında ekstraksiyona tabi tutularak belirlenmiştir (ml/100 g). Su distilasyonu yöntemi ile elde edilen uçucu yağların kimyasal yapısı ana bileşenler yönünden SDÜ Deneysel ve Gözlemsel Öğrenci Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan gaz kromatografisi (GC) ve gaz kromatografisi kütle spektrometresi (GC/MS) ile belirlenmiştir. Kolon olarak DB-1 (50 m x 0.32 mm; film kalınlığı=0.25 µm) kullanılırken, fırın sıcaklık programı: 60°C'den 220°C'ye dakikada 2°C artırılarak çıkartılmış ve 220°C'de 20 dakika bekletilmiştir. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 240°C, detektör sıcaklığı 250°C, detektör enerji akışı 70 eV, iyonlaştırma türü EI, kullanılan gaz Helyum (20 ml/dk.), akış hızı 10 psi, numune hazırlık 7,5 µl uçucu yağ üzerine 1500 µl diklorometan katılarak bulunmuştur. Her bileşene ait kütle spektrumları Wiley, NIST ve Tutor kütüphanelerinden tanımlanmıştır. Bileşen miktarı, pik alanlarının göreceli blokların toplam pik alanına oranlanarak bulunmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kurutma koşulları

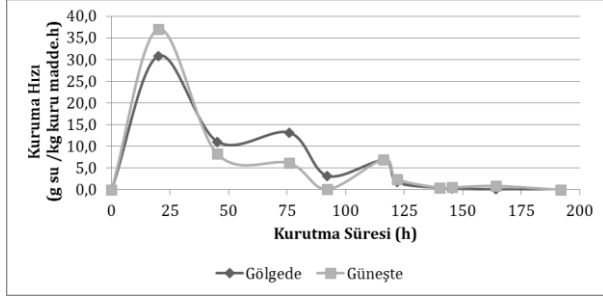
Çalışmanın yürütüldüğü gölgede oda ve güneşli oda koşullarının ortam özellikleri incelendiğinde, gölgede ortalama sıcaklık 25,95°C ve bağıl nem %42,76 olurken, güneşte sıcaklık 32,14°C ve bağıl nem %26,29 olarak gerçekleşmiştir. Kurutma işlemi 192 saat sürdürülmüştür (Çizelge 1, Şekil 1).

Aynı kurutma süresinde denge ürün nemleri incelendiğinde, 122. saatte güneşte %9,05 denge ürün nemine ulaşılırken, gölgede ise %11,46 denge ürün nemine ulaşıldığı belirlenmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde olduğu gibi çördük otunun doğal kurutulmasında güneşte ve gölgede etkin veya pasif havalandırma koşullarında %10-13 arasında doğal denge nemine ulaştığını bildiren literatürlerle araştırma bulguları uyumludur (Raila vd., 2009; Kemzüräite vd., 2009). Çördük otunda kurutmanın beklendiği gibi daha yüksek sıcaklık değerine sahip güneşte daha hızlı gerçekleştiği ve denge nemine gölgedeki koşullara göre daha kısa sürede ulaştığı görülmektedir (Şekil 1, Şekil 2).

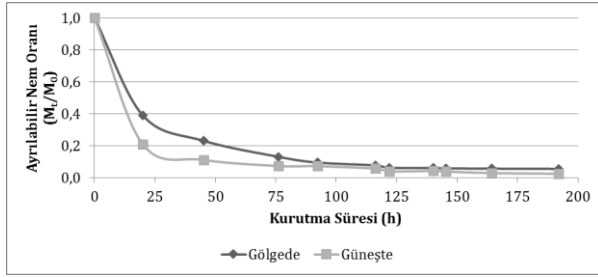
Doğal ortam koşullarda yapılan çalışmanın 3-4. günlerinde meydana gelen yağışlar kurutma ortamlarının neminde meydana gelen artışa bağlı olarak kuruma süresini uzatmıştır. Ancak, yağışlar dış çevre havasına daha açık konumda bulunan güneşli ortamda kurutmanın gecikmesine etkisi gölgedeki koşullara göre nispeten yüksek olmuştur.

Çizelge 1. Kurutma koşulları, kurutma süresi ve ilk ürün ağırlığının yüzdesi uzaklaştırılan nem miktarı

Kurutma koşulları	Ortalama ortam sıcaklığı	Ortalama ortam nemi	Kurutma süresi	İlk ürün ağırlığı	Son ürün ağırlığı	Başlangıç ürün nemi	Denge ürün nemi
	°C	% RH	H	G	G	% RH	%
Gölgede	25,95±1,164	42,76±5,182	122	1500	532,83±21,367	68,20	11,46
Güneşte	32,14±3,056	26,29±6,089	122	1500	442,00±29,024	72,35	9,05



Şekil 1. Çördük otu gölgede ve güneşte kuruma hızı



Şekil 2. Çördük otunun gölgede ve güneşte ayrılabilir nem oranı

3.1. Uçucu yağ oranı değişimi

Çördük otunun kuru baza göre taze herba uçucu yağ oranı %0,54 olup, kurutma sonrası gölgede %0,43 güneşte %0,30 değerine düştüğü görülmektedir. Buna göre kurutma sonunda gölgede kurutma halinde %20,4, güneşte ise %44,4 uçucu yağ kaybı ortaya çıkmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Taze ve kurutulmuş çördük otunun uçucu yağ oranı değişimi

Örnekler	Uçucu yağ oranı (%)
Taze	0,54* (0,18**)
Gölgede (kuru)	0,43*
Güneşte (kuru)	0,30*

* Kuru ağırlığa göre

** Yaş ağırlığa göre

Nitekim, önceki çalışmalarda taze herbada %0,14, kuru herbada %0,48 (Kara ve Baydar, 2012), taze herbada yine yaş ağırlığa göre %0,23-0,38 arası (Maksimovic vd., 1993) ve %0,10-1,8 (Jankovsky ve Landa, 2002) arasında elde edilen sonuçlar araştırma bulguları ile uyumludur. Ancak, çördük otunun uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerinde toprak, bitki gelişme dönemleri, bitki yaşı, hasat ve depolama koşulları vb. ekolojik özelliklerin (Koller vd., 1999; Toth vd., 2003) yanı sıra, yüksek yağış ve yüksek neminde etkili olduğu bilinmektedir (Lei, 2004).

Güneşte kurutmada çördük otunun uçucu yağ oranındaki düşüş, gölge koşullara göre daha yüksek gerçekleşen sıcaklığa bağlı olarak çiçek ve yaprakların doku, renk ve kokusunun olumsuz etkilenmesinden (Yongsawatdigul ve Gunasekaran, 1996) ve difüzyonla birlikte uçucu yağın su buharı ile beraber sürüklenerek kaybolmasından kaynaklanmaktadır (Cremasco, 2003). Çalışma bulgularına benzer olarak; yapılan araştırmalarda kurutma metodlarının tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağ oranı ve kompozisyonunu önemli derecede etkilediği bildirilmiştir (Ahmadi vd., 2008; Okoh vd., 2008, Ronicely vd., 2008). Gölge, güneş ve 40 °C etüv koşullarında Roman papatyası (*Matricaria chamomilla* L.) kurutmada uçucu yağ oranları sırasıyla, %1,87, %0,40 ve %0,95 olarak tespit edilmiştir (Omidbaigi vd., 2004). Bir diğer araştırmada gölgede, etüvde (45 ve 60°C), mikrodalgada (500W) ve kızılötesi (45 ve 60°C) kurutma koşullarının defne (*Laurus nobilis* L.) yapraklarının uçucu yağ kompozisyonu ve içeriğine etkisi araştırılmış olup; gölge ve 45°C kızılötesinde kurutulan bitkilerin uçucu yağ içeriğinin diğerlerine göre önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir (Sellami vd., 2011). Kekik (*Satureja hortensis*) bitkisinin kurutulmasıyla ilgili yapılan çalışmada kurutma sonrası uçucu yağ oranı sırasıyla 45°C etüvde %1,06, gölgede %0,94 ve güneşte %0,87 olarak elde edilmiştir (Sefidkon vd. 2006). Aynı şekilde, biberiyede (*Rosmarinus officinalis* L.) yapılan kurutmada uçucu yağ oranı gölgede %1,8, güneşte %1,62, 45°C etüvde ise % 1,5 oranında tespit edilmiştir (Jalal, 2009). Diğer yandan, geleneksel olarak uçucu yağ bileşenlerini korumak için 30 ve 50°C arasındaki düşük sıcaklıklar önerilirken, buna bağlı olarak yavaşlayan kurutma sürecinin kurutma kapasitesinde düşüşe neden olacağı da ayrıca vurgulanmaktadır (Müller ve Heindl, 2006).

3.2. Uçucu Yağ Bileşenleri Değişimi

Clevenger cihazı kullanılarak su distilasyonu ile elde edilen çördük otu uçucu yağında GC/MS analizi ile toplam 26 farklı bileşen belirlenmiştir. Taze herbaya ait uçucu yağ bileşenlerinin kuru herbaya göre genel olarak daha yüksek oranlara sahip olduğu görülmektedir. Çördük otu taze ve kurutma sonunda elde edilen kuru herbaya ait uçucu yağlarda ana bileşen olarak 1,8-sineol, β-mirsen, germakren D, γ-elemen ve elemol tespit edilmiştir. Çördük otunun uçucu yağ ana bileşenlerinden 1,8-sineol (%51,89) ve β-mirsen (%8,84) germakren D (%6,27), γ-elemen (%6,10) en yüksek gölgede, elemol (%8,99) ise en yüksek güneşte elde edilmiştir. Kurutma sıcaklığının

artışı ise 1,8-sineol oranını düşürmüştür. Taze herba uçucu yağ kompozisyonu dikkate alındığında kurutma ile birlikte α -Borbonen, α -Gurjunen, trans-Karyofillen, Aromadendrene, α -Terpinol, Germakren D, γ -Elemen, γ -Kadinen, Veridiflorol/Ledol, Spathulenol, α -Eudesmol, β -Eudesmol oranlarında genel bir artış olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3). Araştırmalarda çördük otunun uçucu yağ temel bileşenleri olarak, *iso*-pinokamfon %53,61, β -pinen %16,33, simol %1,87, 1,8-sineol %2,35, *cis*osimen %2,31, homomirslenol %4,07, sabinen %5,05, miersenol %1,75 ve elemol %1,81 (Güler, 2007); pinokarvon %36,3, pinokamfon %19,6, β -pinen %10,6, 1,8 sineol %7,2 ve isopinokamfon %5,3 (Mohan vd., 2012) pinokarvon (%32,1) *veiso*-pinokamfon (%30,7) (Özer vd., 2005); sabinen (%28,4-57,2), heneikosen (%9,49-37,0), geranil asetat (%7,5-25,0), mirsen (%2,5-10,5), barnesen (%1,3-7,5), vekafur (%0,8-8,1) (Kara ve Baydar, 2012) tespit edilmiştir. Farklı bir çördük otu (*Hyssopus cuspidatus*) türünde yapılan araştırmada ise ana bileşenler olarak germakren D (%18,67), heksadekanoik asid (%17,53), germakren B (%15,61), (+) *trans*-karyofillen (%8,04) ve (+) spathulenol (%4,11) belirlenmiştir (Ablizl vd., 2009).

Çizelge 3. Taze ve kurutulmuş çördük otu uçucu yağ bileşenleri değişimi (%)

Bileşenler	Taze	Kuru	
		Gölgede	Güneşte
α -pinen	0.08	-	0.11
β -pinen	0.47	0.53	0.53
Sabinen	0.76	0.78	0.63
β-Mirslen	9.42	8.84	8.61
Fenkene	0.23	0.28	-
Limonen	1.76	1.58	1.72
1,8-Sineol	55.78	51.89	49.94
<i>trans</i> - β -Osimen	1.14	0.71	0.46
α -Borbonen	0.61	1.15	0.71
α -Gurjunen	0.45	0.45	0.47
Linalool	2.35	2.16	2.84
1-Terpineol	0.19	-	0.19
Trans-Karyofil.	0.81	1.03	1.01
Aromadendrene	1.72	2.72	2.02
Kripton	-	0.40	0.61
α -Terpinol	0.20	0.35	0.36
Germakren D	4.85	6.27	4.78
γ-Elemen	5.22	6.10	4.70
γ -Kadinen	0.27	0.33	0.28
Karyofillenoksit	0.15	0.13	0.26
Veridiflo./Ledol	0.30	0.60	0.35
Elemol	10.45	8.26	8.99
Spathulenol	0.75	1.05	1.71
Kadinol	1.76	1.82	2.33
α -Eudesmol	0.28	1.16	1.49
β -Eudesmol	-	1.41	1.66

Oğulotunda (*Melissa officinalis*) 30 °C'de bitkinin hem yaprak rengi hem de tıbbi kalitesinin korunabildiği halde işlem sürecinin uzun olduğunu, diğer taraftan yüksek sıcaklığın renk, rosmarinik asit içeriği ve

uçucu yağ kayıplarına neden olduğu belirtilmektedir (Argyropoulos ve Müller, 2011). *Glechoma longituba* da yapılan kurutma işleminin uçucu yağ bileşenleri oranlarında değişime neden olduğu, en yüksek germakren D (% 0,19) oranının gölgede elde edildiği ve ana bileşen oranlarının taze bitkilerden elde edilenlerle karşılaştırıldığında sadece güneşte kurutmada önemli düşüşler meydana geldiği bildirilmiştir (Yuan ve Zhezhi, 2007). Kekikte (*Satureja hortensis*) kurutma metotlarının uçucu yağ bileşenleri oranında değişime neden olduğunu, en yüksek karvakrol miktarının etüvde kurutmadan elde edildiği tespit edilmiştir (Sefidkon, 2006). Defne (*Laurus nobilis* L.)'de farklı kurutma yöntemlerinde yapılan kurutmada, gölgede kurutulan bitkilerde ana bileşen (1,8-sineol, metil eugenol, terpinen-4-ol, linalool ve eugenol) oranlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Sellami vd., 2011).

4. Sonuç ve Öneriler

Çördük otunun gölgede (25,95°C) ve güneşte (32,14°C) olmak üzere iki farklı doğal koşulda kurutulması işlemine göre sıcaklık artışı ile daha hızlı bir kuruma sağlanırken, uçucu yağ kaybının arttığı belirlenmiştir. Nitekim gölgede kurutma sonucu elde edilen uçucu yağ oranı, güneşli ortama göre daha yüksek bir değere sahiptir. Uçucu yağ kaybında sıcaklığın yanı sıra, kurutmaya maruz bırakılma süresinin etkili olduğu düşünülmektedir. Kurumanın tamamlandığı nem değerinin tespit edilerek daha erken ürünün toplanması halinde uçucu yağ kayıplarının azalması beklenmektedir.

Çördük otunun kuru ve taze herbada uçucu yağ ana bileşenleri olarak; 1,8-sineol, β -mirslen, germakren D, γ -elemen ve elemol tespit edilmiştir. Kurutma sonucu elde edilen kuru herba uçucu yağ bileşenleri taze herba ile karşılaştırıldığında kurutma koşullarına göre 1,8-sineol, β -mirslen, germakren D ve γ -elemen oranının gölgede, elemol oranının ise güneşte yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kurutma koşullarının gece ve gündüz yağışlı koşullar başta olmak üzere özellikle ürünün nem aldığı gece saatlerinde kurutma ortamına çevre havasının girişi önlenmelidir. Pasif havalandırılmalı kurutma ortamlarının hava giriş çıkışlarının iyi bir şekilde düzenlemesi ve kontrol edilmesinin kuruma süresi üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır.

Sonuç olarak, tıbbi ve aromatik bitkilerin doğal koşullarda kurutulması sürekli değişken olan çevre koşullarına açık olunması nedeniyle, ürün kalitesi üzerinde olumsuz etkileri bilinen bir gerçektir. Kontrollü koşullarda tarımsal ürünlerin kurutulması, kurutma süresini kısaltırken, ürün kalitesi, aromatik özellikleri ve pazar değerini artırmaktadır. Buna bağlı olarak çördük otunun kontrollü koşullarda farklı sıcaklık değerlerinde kurutulması uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerinde sıcaklık, kuruma süresi ve kuruma hızının etkilerinin belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Ablizl, P., Cong, Y., Yan Zhu, M.M., Kasimu, R., 2009. Chemical Composition of the Essential Oil of *Hyssopus cuspidatus* from Xinjiang, China. *Chemistry of Natural Compounds*, 45(3): 445.
- Ahmadi, K., Sefidkon, F., Osareh, M.H., 2008. Effect of Drying Methods on Quantity and Quality of Essential Oil Three Genotype of *Rosa damascene* Mill. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(2): 162-176.
- Argyropoulos, D., Müller, J., 2011. Effect of Convective Drying on Quality of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.). *Procedia Food Science*, 1: 1932– 1939.
- Basver, D., 1993. Saffron, the Costliest Spice: Drying and Quality, Supply and Price. *Acta Horticulture*, 344: 89–95.
- Castro, H.G., Ferreira, F.A., 2001. Contribuição ao Estudo das Plantas Mediciniais: Carqueja (*Baccharis genistelloides*). Viçosa-MG. 102p.
- Cremasco, M.A., 2003. Influence of Fixed-Bed Drying on the Saffrole Content in Essential Oil from Long Pepper (*Piper hispidinervium* C. DC). Final report, FAPESP Project., No. 00/12422-7.
- Darıcı, S., Şen, S., 2012. Kivi Meyvesinin Kurutulmasında Kurutma Havası Hızının Kurumaya Etkisinin İncelenmesi. *Tesisat Mühendisliği*, 130, 51-58.
- Davis, P.H., 1982. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press No: 7, Edinburgh, p. 294.
- Deans, S., Svoboda, D., 1992. Effect of Drying Regime on Volatile Oil and Microflora of Aromatic Plant. *Acta Horticulture*, 306, 450–452.
- Diaz-Maroto, M.C., Perez-Coello, M.S., Gonzalez Vin˘as, M.A., Cabezudo, M.D., 2003. Influence of Drying on the Flavor Quality of Spearmint (*Mentha spicata* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1265–1269.
- Garg, S. N., Naqvi, A.A., Singh, A., Ram, G., Kumar, S., 1999. Composition of Essential Oil from an Annual Crop of *Hyssopus Officinalis* Grown in Indian Plains. *Flavour Frag. J.* 14, 170–172.
- Güler, V., 2007. Diyarbakır Koşullarında Çördük Otu (*Hyssopus officinalis*L.)’nda Farklı Gelişme Dönemlerinde Verim ve Morfogenetik Varyabilitenin Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 68s, Adana.
- Hornok, L., 1992. *Cultivation and Processing of Medicinal Plants*. Baffins Lane, Chichester, West Sussex PO19 1UD, UK, s: 338.
- Jalal, K., Rahmat, M., Mohammad, F. T., Himan, N., 2009. Influence of Drying Methods, Extraction Time, and Organ Type on Essential Oil Content of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Nature and Science*, 7(11): 42-44.
- Jankovsky, M., Landa, T., 2002. Genus *Hyssopus* L.-Recent Knowledge. *Hort. Sci.*, 29, 119-123.
- Kara, N., Baydar, H., 2012. Morphogenetic, Ontogenetic and Diurnal Variabilities of *Hyssopus Officinalis* L.). *Res. on Crops*, 13(2): 661-668.
- Kaya, A., Aydın, O., 2008. Kurutma Havası Sıcaklığının Kuruma Süresi ve Sorpsiyon Eğrisine Etkisinin Deneysel İncelenmesi. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 28, 45-49.
- Koller, W.D., Özgüven, M., Range, P., 1999. Composition of Essential Oil of Wild Melissa. *Landesanstalt für Pflanzenbau, Z. Arzn. Gew. Pfl.* 4, 39-43.
- Kemzüräite, A., Raila, A., Bimbiraite, K., Kornyšova, O., Maniška, A., 2009. Moisture Dynamics Modelling İn Hyssopi Herba Dryingprocess By Active Ventilation. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 17(1): 36–43.
- Lei, Y., 2004. Research on the Introduction and Transplantingof Aromatic Plants From the Mediterranean Region to Heshuo Xinjiang and Shanghai China, Future For Medicinal and Aromatic Plants, Eds.L.E. Craker et al. *Acta Hort.*, China, 629, 261-271.
- Maksimovic, S., Antic-Runjajic, D., Sekesan, V.J., 1993. Possibilities of Growing Medicinal and Aromatic Plants in Mountains Regionof Schara. *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, Israel*, March 22-25, s. 585-588.
- Mohan, M., Seth, R., Singh, P., Lohani H., Gupta, S., 2012. Composition of the Volatiles of *Hyssopus officinalis* (L.) and *Thymus serpyllum* (L.) from Uttarakhand Himalaya. *National Academy Science Letters* DOI:10.1007/s40009-012-0075-1
- Müller, J., Heindl, A., 2006. *Drying of Medicinal Plants Medicinal and Aromatic Plants*, Chapter, 17, 237-252.
- Okoh, O.O., Sadimenko, A.P., Asekun, O.T., Afolayan, A.J. 2008. The Effects of Drying on the Chemical Components of Essential Oils of *Calendula officinalis* L. *African Journal of Biotechnology*, 7(10): 1500-1502.

- Omidbaigi, R., F. Sefidkon, F. Kazem., 2004. Influence of Drying Methods on The Essential Oil Content and Composition of Roman Chamomile. *Flavor and Fragrance Journal*, 19: 196-198.
- Özer, H., Şahin, F., Kılıç, H., Güllüce, M., 2005. Essential Oil Composition of *Hyssopus officinalis* L. subsp. *Angustifolius* (Bieb) Arcangeli From Turkey, *Flavour and Frangrance Journal*, 20: 42-44.
- Özer, H., Sökmen, M., Güllüce, M., 2006. *Invitro* Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Essential Oils and Methanol Extracts of *Hyssopus Officinalis* L. ssp *angustifolius*. *Ital. J. Food Sci.*, 18: 73-83.
- Raghavan, B., Rao, L., Singh, M., Abraham, K., 1997. Effect of Drying Methods on the Flavour Quality of Marjoram (*Origanum majorana* L.). *Nahrung*, 41(3): 159-161.
- Raila, A., Lugauskas, A., Kemzūraitė, A.-a, Zvicevičius, E., Ragažinskienė, O., Railienė, M., 2009. Different Drying Technologies and Alternation of Mycobiotsin the Raw Material of *Hyssopus Officinalis* L, *Ann Agric Environ Med* 16:93-101.
- Rocha, R.P., Melo, E.C., Radünz, L.L., 2011. Influence of Drying Process on the Quality of Medicinal Plants: A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(33): 7076-7084.
- Ronicely, R., Evandro, M., Lauril, R., Luiz, B., Jose, M., 2008. Effect of Drying Air Temperature upon the Essential Oil Content from Guaco. *International Conference of Agricultural Engineering Brazil*, Aug 31 to Sep 4.
- Sefidkon, F., Abbasi, K., Bakhshi, G., 2006. Influence of Drying and Extraction Methods on Yield and Chemical Composition of The Essential Oil of *Satureja hortensis*. *Food Chemistry*, 99: 19-23.
- Sellami, I.H., Wannas, W.A., Bettaieb, I., Berrima, S., Chahed, T., Marzouk, B., Limam, F., 2011. Qualitative and Quantitative Changes in the Essential Oil of *Laurus nobilis* L. Leaves as Affected by Different Drying Methods. *Food Chemistry*, 126: 691-697.
- Soysal, Y., Öztekin, S., 2001. Technical and Economic Performance of a Tray Dryerfor Medicinal and Aromatic Plants. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 79: 73-79.
- Toth, J., Mrlianova, M., Tekelova, D., Korenova, M., 2003. Rosmarinic Acid-an Important Phenolic Active Compound of Lemon balm (*Melissa officinalis*L.). *Acta Facultatis Pharmaceuticae Universitatis Comeniana*, 50: 139-146.
- Türk, R., Erken, S., Yalçinkaya, E. Bazı Önemli Kızılıcık (*Cornus Mas* L.) Tiplerinin Morfolojik ve Fenolojik Özellikleri. *Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 8-12 Eylül 2003, 289-291.
- Yongsawatdigul, J., Gunasekaran, S., 1996. Microwave-Vacuum Drying of Cranberries: Part II, Quality evaluation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 20: 145-156.
- Yuan, Z., Zhezhi, W., 2007. Influenced of Drying Methods on Chemical Composition of The Essential Oil of *Glechoma longitudo*. *Chemistry of Natural Compounds*, 43(5): 625-628.