



Determination of the effect of different drying times on yield and essential oil content of Hyssop (*Hyssopus officinalis*) Plant

Nimet KATAR^{*1}, Duran KATAR², Emel YILDIZ³
ORCID: 0000-0003-0699-167X; 0000-0003-1340-8040; 0000-0001-7190-593X

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 26160 Eskişehir, Turkey

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 26160 Eskişehir, Turkey

³Orman Bölge Müdürlüğü 26160 Eskişehir, Turkey

Abstract

The aim of this research was to determine the effect of different drying times on the yield and essential oil content of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). The harvested fresh plant samples were dried at 35°C in the drying oven at different times (fresh herb, 24, 48 and 72 hours). Then, the essential oil content of the plant samples were determined by water distillation using the Clevenger type apparatus. In the experiment carried out, the mean values of herb yield (kg da⁻¹), leaf + flowers yield (kg da⁻¹), essential oil ratio (%), essential oil yield were determined as 1209.81 kg da⁻¹, 487.06 kg da⁻¹, 0.50% and 2.17 L da⁻¹, respectively. Results showed that different drying times were effective on yield and essential oil content of hyssop.

Keywords: hyssop (*Hyssopus officinalis*), different drying times, yield and essential oil content

----- * -----

Farklı kurutma sürelerinin Zufa/Çördük Otu (*Hyssopus officinalis*) bitkisinin verim ve uçucu yağ oranı üzerine etkisinin belirlenmesi

Özet

Bu araştırmanın amacı farklı kurutma sürelerinin zufa/çördük otu (*Hyssopus officinalis* L.) bitkisinin verim ve uçucu yağ oranı üzerine etkisinin belirlenmesidir. Hasat edilen taze bitki örnekleri farklı sürelerle (taze herba, 24, 48 ve 72 saat) kurutma fırınında 35°C kurutulmuştur. Daha sonra, bitki örneklerinin uçucu yağ oranları Clevenger tipi cihaz kullanılarak su distilasyonu yöntemiyle belirlenmiştir. Yürütülen çalışmada, ortalama herba verimi (kg da⁻¹), yaprak + çiçek verimi (kg da⁻¹), uçucu yağ oranı (%) ve uçucu yağ verimi (L da⁻¹) değerleri sırasıyla 1209.81 kg da⁻¹, 487.06 kg da⁻¹, % 0.50 ve 2.17 L da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar; zufa bitkisinde farklı kurutma sürelerinin verim ve uçucu yağ oranı üzerinde etkili olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: zufa otu (*Hyssopus officinalis*), farklı kurutma süreleri, verim ve uçucu yağ oranı

1. Giriş

Lamiaceae familyasına ait olan *Hyssopus* L. cinsinin dünyada 12 türü teşhis edilmiş olup, bu türlere ait bitkiler; yarı odunsu, çok yıllık aromatik bitkilerdir [1, 2, 3]. Bu türler, Batı ve Orta Avrupa'da, Akdeniz havzasında, Hazar denizinden Karadenize kadar olan bölgede ve Asya kıtasında doğal yayılış göstermektedir [3, 4, 5, 6]. Bitkinin yoğun şekilde kültürü ise; Rusya, Fransa, İtalya ve İspanya'da yapılmaktadır [7]. Türkiye'de "zufa otu, zulfu otu, çördük ve

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905416767386; Fax.: +902223242990; E-mail: nimektatar@gmail.com

cürdük otu” olarak bilinen bitkinin ülkemizde tek türü (*Hyssopus officinalis* L.) bulunmakta olup, Türkiye’nin güney bölgelerinde ve kuzey-doğu bölgelerinde yayılış göstermektedir [3, 8].

Dikotil olan çördük otu bitkisi; kuvvetli bir kazık köke sahiptir [9, 10]. Dip kısmı yarı odunsu ve çokça dallanan bitkinin boyu 100 cm’e kadar ulaşabilmektedir [3, 9, 10, 11]. Fakat kültürü yapılan çördük otu bitkilerinde bitki boyu 30-60 cm arasında değişmektedir [9, 12]. Çördük otu bitkisinin ortalama habitus çapı ise 37.1 cm’dir [13]. Sapların odunsu kısmı üzerinde yaprakları dökülmüş mat kahverengi kabuk bulunmaktadır. Bitkinin sapı üzerinde genellikle sapsız şekilde (bazen saplı) karşılıklı olarak oturmuş olan esas yapraklar lanzet (mızrağımsı) şeklindedir. Lanzet yaprakların uzunluğu 2.0-3.5 cm ve genişliği ise 0.5-1.0 cm arasında değişmektedir. Yaprakların kenarları düz olup, ucu yuvarlak veya hafifçe sivridir. Lanzet yapraklar ince ve uzun olduğu için bükülmüş durumdadır. Çördük otu kserofit bir bitki olup, yeşil renkli yaprakların her iki yüzünde de kserofitliğin gereği olarak tüyler bulunmaktadır [1, 14]. Çiçekler; bitki saplarının 20-30 cm’lik uç kısmında seyrek başak şeklinde bulunmaktadır. Bitki hermafrodit çiçek yapısına sahip olup, 5 adet ucu sivri, boru şeklinde çanak yaprak ve yine boru şeklinde 5 parçalı taç yapraklara sahiptir. Taç yapraklar genellikle parlak viole-mavi renkli olmakla birlikte nadiren de olsa pembe veya beyaz renkli de olabilmektedir. Boru şeklindeki taç yaprakların içinde ise 4 adet erkek ve dişi organ bulunmaktadır [9, 14]. Bölgelere göre değişmekle birlikte bitkide çiçeklenme Temmuz-Eylül ayları arasında gerçekleşmektedir. Bitkide yabancı dölleme hakim olup, tozlanma arılar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Çördük otu bitkisi Ağustos-Ekim ayları arasında ise tohumlarını olgunlaşmaktadır. Bitki döllemeden sonra 2.5 mm kadar uzunlukta ve 1.2 mm kadar genişlikte olan cevzicik şeklindeki meyveleri oluşturmaktadır. Bitkinin 1000 tohum ağırlığı 1.0-1.5 g arasında değişmektedir [14].

Çördük otunun kuru çiçekli dalları/yaprakları halk hekimliğinde ve herbal çay harmanlarında soğuk algınlığı, sindirim rahatsızlıklarında, boğaz iltihabının tedavisinde, balgam söktürücü, yara iyileştirici, nezle tedavisinde, iltihap kurutucu, kan trombositlerini aktive edici, kulunç giderici ve öksürük kesici olarak kullanılmaktadır. Çiçekli dal/yapraklarından elde edilen uçucu yağlar ise gıda, içecek (alkollü/alkolsuz), eczacılık, deterjan ve kozmetik endüstrisinde farklı şekillerde kullanılmaktadır [2, 5, 15]. Bitki diğer taraftan yüksek kan şekerinin düşürülmesinde, bağırsaklarda karbonhidrat emiliminin azaltılmasında ve sinirsel hastalıkların tedavisinde de etkin olarak kullanılmaktadır [2, 4, 6].

Bitkinin yaprak ve çiçeklerinden farklı yöntemlerle elde edilen ekstraktlar antifungal [4], antibakteriyel [6] antimikrobiyal [16], antioksidan [6, 17], antiseptik [10] ve antispazmolitik [10] etkilere sahip olmanın yanı sıra antivirütik etkiye de sahip olup, HIV hastalarının immun sisteminin güçlendirilmesinde de kullanılmaktadır [1]. Bunun yanı sıra çördük otu viral hastalıklardan üşütme, boğaz ağrısı, öksürük, astım, bronşit gibi hastalıkların tedavisinde ilaç olarak kullanılmaktadır [6, 10]. Üşütmeden kaynaklanan üst solunum yolları enfeksiyonlarının tedavisinde de faydalanılan önemli bir bitkidir [14].

Bitkinin kurutulmuş veya taze yaprakları mutfaklarda çorba, salata ve özellikle et yemeklerine lezzet ve aroma katmak için kullanılmaktadır [18]. Bitki aynı zamanda önemli bir arı otu özelliğine sahip olup, bal mera ve ormanları için büyük bir öneme sahiptir. Nektar verimi yüksek olup, 1 ha’lık çördük otu plantasyonundan 70-80 kg bal üretilebilmektedir [1]. Çördük otu, veteriner hekimlikte hayvanların sindirim sistemi bozukluklarının tedavisinde faydalanılan önemli bir tıbbi aromatik bitkidir [4].

Bitkinin yaprakları, çiçekleri ve sapları; uçucu yağ, flavonoidler, tanenler ve marrubin içermektedir. Önemli biyoaktif maddelerden olan uçucu yağ çördük otunun yaprak ve yaprak+çiçekte daha yüksek oranda bulunurken, saplarda ise uçucu yağ içeriği düşüktür [18]. Uçucu yağ oranı ise üretim materyali olan bitkinin genotipi, üretimin yapıldığı bölgenin iklim ve toprak koşulları ve yetiştiricilik uygulamalarına bağlı olarak % 0.75-1.50 arasında değişmektedir [13, 14, 19, 20, 21]. Zufa otu bitkisinin uçucu yağını oluşturan bileşenleri belirlemek üzere birçok çalışma yürütülmüş ve cis-pinocamphone (% 25.67-57.27), trans-pinocamphone (% 15.31-33.08), β-pinene (% 7.23-39.6), pinocarvone (% 5.34-27.10), n-decane (% 8.63-11.76), germacrene D (% 3.23-4.65) ve elemol (% 1.81-8.99)’un ana bileşenler olduğu bildirilmiştir [3, 4, 7, 11].

Tıbbi aromatik bitkilerde sekonder metabolitlerin biyosentezi, genetik olarak kontrol edilmesine rağmen, çevresel faktörlerden de güçlü bir şekilde etkilenmektedir [20, 21]. Bu bitkilerdeki sekonder metabolitlerin oranı ve kompozisyonu üzerine kurutma ve ekstraksiyon yönteminin, sıcaklığının ve süresinin ve depolama koşullarının etkisi üzerine birçok çalışma yürütülmüştür [22, 23, 24, 25]. Bu çalışmalar kurutma esnasında uçucu yağ oranında meydana gelen değişimlerin kurutma sıcaklığına, süresine ve kurutma havasının nispi nemine bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Tıbbi aromatik bitkilerin taze herba ve yapraklarında su oranı % 70-80 düzeyindedir. Bu materyallerin uygun şekilde korunması ve depolanabilmesi için su oranının % 10’unun altına indirilmesi büyük öneme sahiptir [26]. Bu nedenle taze herba ve yaprakların hasadından sonra uygun bir metod, sıcaklık ve süreyle kurutulması önemlidir. Değişen kurutma yöntemi ve sürelerinin uçucu yağın oranı ve bileşenlerinin hangilerinde ve ne miktarda değişimlere neden olacağı bitkiye ve uçucu yağın kompozisyonuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir [26]. Bu nedenle bitkilerde ayrı ayrı yürütülecek çalışmalarla bu değişimin belirlenmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Zufa otu bitkisinde farklı kurutma yöntemlerinin uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkisi üzerindeki etkisi yapılan çalışmalarla belirlenmiştir [8]. Zufa otu bitkisinde kurutma sürelerinin uçucu yağın verim ve kalitesi üzerindeki etkisine dair yapılmış herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanamamıştır.

Bu çalışmanın amacı, farklı kurutma sürelerinin Eskişehir ekolojik koşullarında yetiştirilen zufa otu bitkisinin kuru herba, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi üzerine olan etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve yöntem

Araştırmada kullanılan çördük/zufa otu (*Hyssopus officinalis* L.) bitkisinin tohumları Zeytinburnu Tıbbi Bitkiler Bahçesi'nden temin edilmiştir. Buradan temin edilen populasyon özelliği taşıyan tohumlardan fide üretimleri 2016 yılında serada yapılmıştır. Bu amaçla seradaki fideliklere Mart ayının 3. haftasında tohum ekimi yapılmıştır. Serada Nisan ayının son haftasında dikim olgunluğuna ulaşan fideler daha önceden hazırlanmış olan Eskişehir Orman Fidanlığındaki parsellere 50 x 40 cm sıklıkta dikimleri yapılmıştır [9, 13].

Denemenin yürütüldüğü Eskişehir İlinin 2018 yılına ait iklim verileri Tablo 1'de verilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü yıl olan 2018 yılında alınan toplam yıllık yağış miktarı 411.80 mm olarak ölçülmüştür. Uzun yılların ortalama değerine kıyasla (338.8 mm) daha yüksektir. Toplam yağışın aylara dağılımı bölgenin beklenen dağılımından farklılık göstermiş olup, haziran, temmuz ve ağustos aylarında bölgeden 60.6, 42.0 ve 19.3 mm yağış alınmıştır. 2018 yılı ortalama yıllık sıcaklık değeri 12.5 °C uzun yıllar ortalama sıcaklık değerine (10.7°C) göre biraz daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Beklendiği gibi yılın en yüksek ortalama sıcaklığına sahip ayları Temmuz (21.9 °C) ve Ağustos (22.7 °C) aylarıdır.

Tablo 1. Deneme yerine ait iklim verileri* (2018)

Aylar	İklim Faktörleri			
	Toplam Yağış (mm)*		Ortalama Sıcaklık (°C)	
	Yıllar		Yıllar	
	2018	1970-2011 (Uzun Yıllar)	2018	1970-2011 (Uzun Yıllar)
Ocak	30.00	30.60	1.40	-0.20
Şubat	28.80	26.10	5.60	0.90
Mart	49.80	27.60	8.90	4.90
Nisan	16.80	43.10	13.60	9.60
Mayıs	72.00	40.00	16.40	14.90
Haziran	60.60	23.70	19.30	19.10
Temmuz	42.00	13.10	21.90	22.10
Ağustos	19.30	9.20	22.70	21.80
Eylül	3.80	18.10	18.30	16.70
Ekim	30.10	32.80	13.00	11.70
Kasım	18.60	34.00	7.40	5.60
Aralık	40.00	40.50	1.70	1.70
Toplam/Ortalama	411.80	338.80	12.50	10.70

* Veriler Eskişehir Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır.

Deneme tarlasından alınan (60 cm derinlikten) toprak örneklerinin analizi Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarında yapılmıştır. Deneme alanına ait toprağın kimyasal ve fiziksel özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Toprak, killi-tınlı yapıda olup, hafif alkali özellik göstermektedir. Organik madde içeriği (%1.73) bakımından ise fakir durumdadır.

Tablo 2. Denemenin yürütüldüğü alandan alınan toprak analiz verileri* (2018)

Fiziksel Analiz				
Derinlik (cm)	Toprak Tekstürü	Kum (%)	Tuz (%)	Kil (%)
0-60	Killi Tınlı	41.83	22.25	35.91
Kimyasal Analiz				
pH	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Toplam Azot (%)	P ₂ O ₅ (ppm)
7.60	8.46	1.73	0.13	36.00

*Analiz Orman, Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarında yapılmıştır.

Tarla denemesi tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur [27, 28]. Deneme alanı her blokta 4 parsel olacak şekilde tasarlanmış ve 16 parselden oluşmuştur. Her parselde ise 4 sıra bitki bulunmaktadır. Sıralar ise 4 m uzunlukta olup her sırada 10 bitki bulunmaktadır. Deneme parsellerine damlama sulama tesisi kurulmuş ve ihtiyaç durumu dikkate alınarak sulama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Deneme parsellerinde görülen yabancı otlarla gerekli mücadele mekanik yöntemlerle yapılmıştır [9, 13]. 2016 yılı plantasyonun kuruluş yılı olup bitkiler sonbahara kadar gerekli bakımlar yapılarak gelişmeye bırakılmış ve Kasım ayının ilk yarısında bitkiler 10-15 cm yükseklikten biçilerek kışa terk edilmiştir [4, 9, 12]. Çalışmanın konusu olan (taze bitki örnekleri, 24 saat, 48 saat ve 72 saat süreyle kurutulmuş yaprak + çiçek örnekleri) bitki örnekleri bu plantasyonun 3. yılı olan 2018 yılında yapılan hasattan elde edilmiştir. Hasat, tam çiçeklenme döneminde kenar tesiri olarak parsel kenarlarından birer sıra ve sıra uçlarından da birer bitki bırakıldıktan sonra kalan bitkiler 10 cm yükseklikten biçilerek yapılmıştır [4, 14]. Her parselden biçilen taze

herbalar tartılarak taze herba verimleri ve sapsarı ayrıldıktan sonra da taze yaprak+çiçek verimleri hesaplanırken, elde edilen taze herba ve taze yaprak+çiçek örnekleri 35 °C'lik etüvde farklı sürelerle (24 saat süreyle kurutma, 48 saat süreyle kurutma ve 72 saat süreyle kurutma) kurutulmuş kuru herba ve kuru yaprak+çiçek verimleri hesaplanmıştır.

Çalışmadan elde edilen taze herba, taze yaprak+çiçek örnekleri ile farklı sürelerle etüvde kurutulmuş olan kuru yaprak+çiçek örneklerinin uçucu yağ oranları su distilasyonu yöntemiyle 3 saat süre ile Clevenger cihazı yardımıyla ekstrakte edilmiş ve yüzde (mL 100 g⁻¹) olarak belirlenmiştir. Belirlenmiş olan uçucu yağ oranları üzerinden de taze herbada, taze yaprak + çiçekte ve farklı sürelerle kurutulmuş yaprak + çiçeklere ait uçucu yağ verimleri hesaplanmıştır.

Çalışmadan elde edilen veriler TARIST paket programı kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve incelenen özelliklerin önemlilik düzeyleri belirlenmiştir. Önemli çıkan uygulamalar arasındaki farklılıklar hesaplanan LSD değerine göre gruplandırılmıştır [27].

3. Bulgular

Tıbbi aromatik bitkilerin verim ve kalitelerinin belirlenmesinde başta üretimde kullanılan bitki materyalinin genotipik özellikleri olmak üzere birçok ekolojik faktörler ve yetiştiricilik uygulamalarının etkisi bulunmaktadır [26]. Ayrıca hasat sonrası uygulamalar (kurutma yöntemleri, kurutma süresi, distilasyon/ekstraksiyon yöntemleri ve süresi, depolama koşulları vb) da ürünün verim ve kalitesinin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Aromatik bitkilerden elde edilen ürünün verim ve kalitesinin belirlenmesinde etkili olan hasat sonrası uygulamalardan biri de hasat edilmiş olan taze herba veya yaprakların kurutulma süreleridir [26, 29].

Yapılan çalışmada farklı kurutma sürelerinin züfa otunun dekara herba verimi üzerindeki etkisi incelendiğinde, verim değerlerinin 589.75-2306.00 kg da⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 3). En yüksek değer biçimden hemen sonra herhangi bir kurutmaya tabi tutulmadan yapılan herba tartımdan elde edilmişken, en düşük verim ise 72 saat süreyle yapılan kurutmadan elde edilmiştir. Dekara taze herba veriminin 24 saat kurutulmasıyla % 47.15 ağırlık kaybına uğrarken, 48 saatlik kurutmada % 69.56 ve 72 saatlik kurutmada ise % 76.45'lik ağırlık kaybına uğramıştır. Bu durum kurutma süresinin uzamasıyla herbadaki su kaybının devam ettiğini ve sonuçta birim alandaki herba veriminde düşüş yaşandığını göstermektedir. Çalışmadan elde edilen taze herba değeri [13]'nin bildirmiş olduğu taze herba verimi olan 1500 kg da⁻¹ değerinden daha yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan kuru herba verimi değerlerimiz de aynı şekilde [13]'nin bildirmiş olduğu kuru herba verimi olan 300-400 kg da⁻¹ değerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu durum çalışmalarda kullanılan züfa otu bitkisinin genotipik farklılığıyla ve çalışmaların yürütüldüğü bölgelerin ekolojik farklılığıyla açıklanabilir. Kurutma sürelerine bağlı olarak herba veriminde ortaya çıkan değişim ise taze herbada % 70-80 oranında bulunan suyun kurutma esnasında evaporasyonla kaybedilmiş olmasıyla açıklanabilir [26].

Değişen kurutma süreleri yaprak+çiçek veriminde de önemli düzeyde (p<0.01) değişime neden olmuştur. Yürütülen çalışmada yaprak+çiçek veriminin 132.50-1222.25 kg da⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yaprak+çiçek veriminde de en yüksek verim taze yaprak+çiçekten elde edilirken en düşük verim ise 72 saat süreyle kurutulmuş olan yaprak+çiçekten elde edilmiştir (Tablo 3). Taze yaprak+çiçek verimine kıyasla farklı kurutma sürelerinde sırasıyla % 67.39, % 84.05 ve %89.16 oranında bir ağırlık kaybının yaşandığı görülmüştür. Züfa otu bitkisinin taze yaprak+çiçek oranlarında su oranı taze herbaya kıyasla daha yüksek olup, kurutmaya birlikte ağırlık kaybı da yaprak+çiçekte daha yüksek olmuştur. Herba veriminde olduğu gibi yaprak+çiçek veriminde de 48 saatlik kurutma süresinden elde edilen verim değeri ile 72 saatlik kurutma süresinden elde edilen değer istatistik olarak aynı grupta yer almıştır. Artan kurutma süresine bağlı olarak azalan verimler ise kurutma süresindeki artış ile meydana gelen bitki materyalindeki su kaybıyla açıklanabilir.

Çalışmada züfa otu bitkisinin taze herba ve taze yaprak+çiçeklerindeki uçucu yağ oranları ile farklı sürelerde kurutulan yaprak+çiçek materyallerinin uçucu yağ oranları tespit edilmiştir. En düşük uçucu yağ oranı taze herbalarda % 0.17 ile elde edilirken, taze yaprak+çiçek materyallerinde ise % 0.20 olarak belirlenmiştir. Taze herba ve taze yaprak+çiçeklerde uçucu yağ oranı bakımından önemli bir fark bulunamamış olup, aynı grupta yer almışlardır. Bu durum bitkinin yaprak+çiçeklerinde tüm herbaya kıyasla bir miktar daha yüksek uçucu yağ içermesine rağmen aynı zamanda da daha yüksek oranda su içermesiyle açıklanabilir. Çünkü taze herbanın içerisindeki bitki sapsarının su oranının taze yaprak+çiçek örneklerine kıyasla daha düşük olması nispi olarak taze herbada uçucu yağ oranını az da arttırmaktadır. En yüksek uçucu yağ oranı ise 72 saatlik kurutma süresinde % 0.96 olarak yaprak+çiçekte tespit edilmiştir. 24 ve 48 saatlik kurutma sürelerinde ise uçucu yağ oranı yaprak+çiçekte sırasıyla % 0.45 ve % 0.73 olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Çalışmadan elde edilen uçucu yağ oranına ait rakamlar bize en düşük uçucu yağ oranını beklediği gibi taze herba ve taze yaprak+çiçeklerin verdiğini ve yaprak+çiçek örneklerinde ise artan kurutma sürelerine bağlı olarak da uçucu yağ oranlarında bir artışın olduğunu göstermiştir. Bu durum da artan kurutma sürelerine bağlı olarak materyallerde meydana gelen su kaybının materyallerdeki uçucu yağ içeriğini nispi olarak arttırmasıyla açıklanabilir. Çalışmada elde edilen uçucu yağ oranına ait değerlerimiz [14] ve [30]'ün bildirmiş oldukları (% 0.75-1.5) değerleri ile uyum göstermiştir. [4]'ün ve [13]'ün bildirmiş olduğu sırasıyla (%06-1.7), (%1.5-1.6) değerlerinin bu çalışmadan elde edilen uçucu yağ oranından yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3. Farklı kurutma sürelerinin zufa otu bitkisinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi.

		Herba Verimi (kg da ⁻¹)	Yaprak + Çiçek Verimi (kg da ⁻¹)
Kurutma Süreleri	Taze Ürün	2306.00 A	1222.25 A
	24 saat	1218.50 B	398.50 B
	48 saat	725.00 C	195.00 C
	72 saat	589.75 C	132.50 C
Ortalama		1209.81	487.06
C.V.(%):		58.42	92.72
FDeğerleri:		Uygulama: 226.01 **	Uygulama: 607.28**
L.S. D.(%):		Uygulama: 238.169	Uygulama: 93.82
		Uçucu Yağ Oranı (%)	Uçucu Yağ Verimi (L da ⁻¹)
Kurutma Süresi	Taze Herba	0.17 D	3.90 A
	Taze Yaprak + Çiçek	0.20 D	2.45 B
	24 saat	0.45 C	1.79 BC
	48 saat	0.73 B	1.43 C
72 saat	0.96 A	1.28 C	
Ortalama		0.50	2.17
C.V.(%):		62.98	47.35
FDeğerleri:		Uygulama: 201.95 **	Uygulama: 35.31 **
L.S. D.(%):		Uygulama: 0.104	Uygulama: 0.78

(*) %5 düzeyinde önemli, (**) %1 düzeyinde önemli, (öd) önemli değil

Farklı kurutma süreleri uçucu yağ verimi üzerinde önemli düzeyde ($p < 0.01$) etkili olmuştur. En yüksek uçucu yağ verimi (3.9 L da^{-1}) herhangi bir kurutma işlemine tabi tutulmadan hasat edilen taze herbaların doğrudan distilasyona alınmasıyla elde edilmiştir. Bunu ise yine herhangi bir kurutma işlemine tabi tutulmamış taze yaprak+çiçekler (2.45 L da^{-1}) takip etmiştir. Artan kurutma sıcaklıkları ise yaprak+çiçeklerde uçucu yağ veriminde azalmaya neden olmuştur. 24, 48 ve 72 saatlik kurutma sürelerine bağlı olarak uçucu yağ verimleri sırasıyla 1.79 L da^{-1} , 1.43 L da^{-1} ve 1.28 L da^{-1} olmuştur (Tablo 3). Taze herbaların uçucu yağ distilasyonunda kullanılmasıyla elde edilen uçucu yağ veriminin taze yaprak+çiçeğe kıyasla daha yüksek olması zufa otu bitkisinin saplarının da uçucu yağ içerdiğini göstermiştir. Diğer taraftan taze yaprak+çiçek materyalinin uçucu yağ veriminin farklı sürelerde kurutulmuş olan yaprak+çiçek materyallerinin verimine kıyasla daha yüksek olması kurutma esnasında artan süreye de bağlı olarak uçucu yağ kayıplarının yaşandığını göstermiştir. Ayrıca incelenen parametrelerde varyasyon katsayısının yüksek olması çalışmadaki uygulamaların bu parametrelerde oluşturduğu varyasyonun yüksekliği ile açıklanabilir..

4. Sonuçlar ve tartışma

Eskişehir ekolojik koşullarında yapılacak olan zufa otu yetiştiriciliğinde en yüksek uçucu yağ verimi taze herbalara herhangi bir kurutma işlemi uygulanmadan distilasyona alınması ile elde edilmiştir. Fakat hasat edilen taze herbanın tümünün distilasyona alınmasının getireceği maliyet dikkate alındığında 35°C 'de 24 saat süreyle kurutulan yaprak + çiçek materyalinin distilasyonu önerilebilir. Çünkü, taze yaprak + çiçek materyalinin uçucu yağ verimi ile 24 saat süreyle kurutulmuş yaprak + çiçek materyalinin uçucu yağ verimleri arasında istatistiksel bakımdan herhangi bir fark bulunmamıştır. Fakat 24 saat süreyle yapılacak olan kurutma hem distilasyona alınacak toplam materyali azaltarak distilasyon masrafını düşürmekte ve hem de yaprak + çiçeklerin saplardan kolaylıkla ayrılmasına imkan sağlamaktadır. Daha uzun süreli kurutmalar ise uçucu yağ kaybına neden olduğu için önerilmemektedir.

Kaynaklar

- [1] Nanova, N., Slavova, Y., Nenkova, D. ve Ivanova, I. (2007). Microclonal propagation of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 13, 213-219.
- [2] Fathiazad, F., Mazandarani, M. ve Hamedeyazdan, S. (2011). Phytochemical analysis and antioxidant activity of *Hyssopus officinalis* L. from Iran, *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 1(2), 63-67.
- [3] Kürkçüoğlu, M., Eser, Ş.A. ve Başer, K.H.C. (2016). Composition of the essential oil of the *Hyssopus officinalis* L. subsp. *angustifolius* (Bieb.) Arcangeli. *Natural Volatiles & Essential Oils*, 3(2), 15-19.
- [4] Zawislak, G. (2013). The chemical composition of essential hyssop oil depending on plant growth stage. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 12(3), 161-170.
- [5] Said-Al Ahl, H.A.H., Abbas, Z.K., Sabra, A.S. ve Tkachenko, K.G. (2015). Essential oil composition of *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Egypt. *International Journal of Plant Science and Ecology*, 1(2), 49-53.

- [6] Tavakoli, M. ve Aghajani, Z. (2016). The effects of drought stress on the components of the essential oil of *Hyssopus officinalis* L. and determining the antioxidative properties of its water extracts. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 6(2), 31-36.
- [7] Mitic, V. ve Dordevic, S. (2000). Essential oil composition of *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Serbia. *Physics. Chemistry and Technology*, 2(2), 105-108.
- [8] Kara, N., Baydar, H., Kayaalp, Ö., Boyar, S. ve Bayhan, A.K. (2014). Güneşte ve gölgede kurutmanın çördük otu (*Hyssopus officinalis* L.) uçucu yağ oranı ve kompozisyonuna etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 85-90.
- [9] Katar, N., Katar, D., Temel, R., Karakurt, S., Bolatkıran, İ., Yıldız, E. ve Soltanbeigi, A. (2019). Farklı hasat zamanlarının biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma (Biodicon)*, 12(3), 7-13 DOI: 10.5505/biodicon.2019.29292.
- [10] Hegazy, M.H., Alzuair, F.M.A., Mahmoud, A.A., Mohamed, H.F.Y. ve Said-Al Ahl, H.A.H. (2016). The Effects of zinc application and cutting on growth, herb, essential oil and flavonoids in three medicinal Lamiaceae Plants. *European Journal of Medicinal Plants*, 12(3), 1-12.
- [11] Amini, M., Yousefzadeh, S. ve Sadat-Asilan, K. (2018). A study on variations of essential oil yield and composition of *Hyssopus officinalis* L. affected by foliar application of zinc, iron and manganese. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 34, 131-143.
- [12] Gholamreza, N., Madani, H. ve Farahani, E. (2015). The assessment effects of bio and chemical fertilizers on vegetative growth and essential oil of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.), *Applied Ecology and Forestry Science*, 1(1), 1-4.
- [13] Zawislak, G. (2013). Morphological characters of *Hyssopus officinalis* L. and chemical composition of its essential oil. *Modern Phytomorphology*, 4, 93-95.
- [14] Moghtader, M. (2014). Comparative evaluation of the essential oil composition from the leaves and flowers of *Hyssopus officinalis* L. *Journal of Horticulture and Forestry*, 6(1), 1-5. DOI: 10.5897/JHF2013.0318.
- [15] 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 and Fragrance Journal*, 14, 170-172.
- [16] Fathiazad, F. ve Hamedeyazdan, S. (2011). A review on *Hyssopus officinalis* L.: Composition and biological activities, *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5(17), 1959-1966.
- [17] Nile, S.H., Nile, A.S. ve Keum, Y. (2017). Total phenolics, antioxidant, antitumor, and enzyme inhibitory activity of Indian medicinal and aromatic plants extracted with different extraction methods. 3. *Biotech*, 7: 76. DOI 10.1007/s13205-017-0706-9.
- [18] Kızıl, S., Güler, V., Kirici, S. ve Turk, M., (2016). Some agronomic characteristics and essential oil composition of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) under cultivation conditions. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 15(6), 193-207.
- [19] Telci, İ., Sahbaz, N., Yılmaz, G. ve Tuğay, M.E. (2004). Agronomical and chemical characterization of spearmint (*Mentha spicata* L.) originating in Turkey. *Economic Botany*, 58(4), 721-728.
- [20] Cirlini, M., Mena, P., Tassotti, M., Herrlinger, K.A., Nieman, K.M., Dall'Asta, C. ve Rio, D.D. (2016). Phenolic and volatile composition of a dry spearmint (*Mentha spicata* L.) extract. *Molecules*, 21(8), 1007, DOI: 10.3390/molecules21081007.
- [21] Markovid, M.S., Boskovid-Vragolovid, N.M., Ristid, M.S., Pavidevic, V.P., Veljkovid, V.B. ve Milojevid, S.Z. (2017). Fractionation of the essential oil from juniper (*Juniperus communis* L.) berries by hydrodistillation and rectification. *Hemijaska industrija*, DOI: 10.2298/HEMIND161204009M.
- [22] Hassanain, A.A. (2011). Drying sage (*Salvia officinalis* L.) in passive solar dryers. *Research in Agricultural Engineering*, 57(1), 19-29.
- [23] Kandil, M.A.M., Sabry, R.M. ve Ahmed, S.S. (2016). Influence of drying methods on the quality of sage (*Salvia officinalis*), parsley (*Petroselinum crispum*) and nasturtium (*Tropaeolum majus*). *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(4), 1112-1123.
- [24] Ghorbanpour, M. ve Shahhoseini, R. (2017). Influence of distillation time on the content and constituent of essential oils isolated from Lemon verbena (*Lippia citriodora* Kunth). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20(4), 1-7, DOI: 10.1080/0972060X.2017.1345648.
- [25] Beigi, M., Torki-Harchegani, M. ve Pirbalouti, A. G. (2018). Quantity and chemical composition of essential oil of peppermint (*Mentha ×piperita* L.) leaves under different drying methods. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 267-276.

- [26] Sourestani, M.M., Malekzadeh, M. ve Tava, A. (2014). Influence of drying, storage and distillation times on essential oil yield and composition of anise hyssop [*Agastache foeniculum* (Pursh.) Kuntze]. *Journal of Essential Oil Research*, 26(3), 177-184, DOI: 10.1080/10412905. 2014.882274.
- [27] Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. (1987). *Araştırma ve deneme metotları* (381). Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- [28] Açıkgöz, N. (1993). *Tarımda araştırma ve deneme metotları*. İzmir: E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 478. ISBN-975-483-228-5.
- [29] Mammadov, R. (2014). *Tohumlu bitkilerde sekonder metabolitler*. Ankara:Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 841, Fen Bilimleri No: 978-605-133-743-2. S:412.
- [30] Moro, A., Zalacain, A., de Mendoza, J.H. ve Carmona, M. (2011). Effects of agronomic practices on volatile composition of *Hyssopus officinalis* L. essential oils. *Molecules*, 16, 4131 - 4139; DOI:10.3390/molecules 16054131.