

PAPER DETAILS

TITLE: Marjinal Arazi Kosullari ve Ekim Zamaninin Mentha × piperita'nin Verim ve Kalitesine Etkileri

AUTHORS: Amir SOLTANBEIGI,Mensure ÖZGÜVEN

PAGES: 702-717

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1624797>

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Marjinal Arazi Koşulları ve Ekim Zamanının *Mentha × piperita*'nın Verim ve Kalitesine Etkileri

The Effects of Marginal Land Conditions and Planting Time on the Yield and Quality of *Mentha × piperita*

Amir SOLTANBEİĞİ^{1*}, Menşure ÖZGÜVEN²

Öz

Marjinal arazi koşullarında yürütülen bu çalışmada 2 farklı ekim zamanının (sonbahar ve ilkbahar) Tıbbi Nane (*Mentha × piperita* L. var. Mitcham)'nin verim ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneme Doğu Akdeniz'in Çukurova Bölgesinde tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre en yüksek bitki boyu (43 cm), taze herba verimi (12763 kg ha⁻¹), kuru herba verimi (3407 kg ha⁻¹), kuru yaprak verimi (1976 kg ha⁻¹) ve uçucu yağ verimi (56.3 Lt ha⁻¹) ilkbahar ekimlerinde saptanmıştır. En yüksek uçucu yağ oranı 1. biçimlerde saptanarak, ekim zamanı açısından önemli bir fark bulunmamıştır. Deneme genelinde en yüksek uçucu yağ oranı % 4.0 olarak saptanmıştır. Yıl bazında ilk biçimlere ait verim değerleri daha yüksek bulunarak, denemenin son hasadına doğru verimde düşüş izlenmiştir. Gaz kromatografisi analizi sonuçlarına göre, oksijenli monoterpenler, *M. × piperita* uçucu yağının (% 74.21-80.86) major kimyasal bileşen grubunu oluşturmuştur. En yüksek oksijenli monoterpenler, her iki ekim sezonunda da 1. biçimlerde saptanmıştır. Menthol (% 23.2-37.46) ve menthone (% 22.82-31.56) major bileşenler olarak belirlenmiştir. Menthol oranı sonbahar plantasyonunda daha yüksek bulunmakla birlikte, bu oran her yıl bir öncekine göre düşüş göstermiştir. Biçimler ilerledikçe menthone oranı da yükselmiştir. Menthone arttıkça, menthol'da düşüş gerçekleşmiştir. α-Pinene (% 2.33-5.61), limonene (% 0.63-4.13), 1,8-cineole (% 5.22-9.98), menthofuran (% 1.47-4.72), isomenthone (% 1.14-5.95), menthyl acetate (% 2.14-5.2) ve neomenthol (% 1.09-2.5) diğer önemli bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Marjinal arazi şartlarında yetişen *M. × piperita*'ya ait tarımsal verim nispeten düşük olsa da kalite bakımından üstün bulunarak, standartlara uyumlu olmuştur. *M. × piperita* kültürü su sorunu olmayan marjinal arazilerde ekonomik açıdan uygundur.

Anahtar Kelimeler: Marjinal arazi, Menthol, Sonbahar, Tıbbi nane, Uçucu yağ, İlkbahar

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Amir SOLTANBEİĞİ, Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bilimleri Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye. E-mail: amir.soltanbeigi@afsu.edu.tr  ORCID: 0000-0002-8791-0482

²Menşure ÖZGÜVEN, Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya, Türkiye. E-mail: mensure.ozguven@gidatarim.edu.tr  ORCID: 0000-0002-0489-4406.

Atıf/Citation: Soltanbeigi, A., Özgüven, M. Marjinal Arazi Koşulları ve Ekim Zamanının *Mentha × piperita*'nın Verim ve Kalitesine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (4), 702-717.

*Bu çalışma Doktora tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

In this research, the effects of 2 different planting times (autumn and spring) on the yield and quality of peppermint (*Mentha × piperita* L. var. Mitcham) were investigated under marginal land conditions. The test was conducted in Çukurova region located in the Eastern Mediterranean by using a randomized complete block design with three replications. Based on the results, the highest plant height (43 cm), fresh herb yield (12763 kg ha⁻¹), dry herb yield (3407 kg ha⁻¹), dry leaf yield (1976 kg ha⁻¹) and essential oil yield (56.3 Lt ha⁻¹) was determined in spring planting. The maximum ratio of essential oil was found in the first cuttings (3.18%). The yield values were higher in the first cuttings on year basis. With increasing the number of cuttings, a gradual decrease was observed in yield components. As a result of the gas chromatography analysis, oxygenated monoterpenes constituted the major chemical component group of *M. × piperita* essential oil (74.21-80.86%). The highest oxygenated monoterpenes were specified in the 1st cuttings of both planting seasons. Menthol (23.2-37.46 %) and menthone (22.82-31.56 %) were identified as the major components. Menthol percentage was higher in spring planting, and this rate has decreased every year compared to the previous one. As the number of cuttings increased, menthone rate also enhanced. On the other hand, as the rates of menthone increased, there was a decrease in menthol rates. α -Pinene (2.33-5.61%), limonene (0.63-4.13%), 1,8-cineole (5.22-9.98%), menthofuran (1.47-4.72%), isomenthone (1.14-5.95%), menthyl acetate (2.14-5.2%) and neomenthol (1.09-2.5%) were determined as other important components. Although the agronomic yield obtained from marginal land conditions was relatively lower, it was found superior in terms of quality and has adapted to standards values. As a result, the cultivation of the *M. × piperita* is economically viable in marginal lands without irrigation problems.

Keywords: Essential oil, Fall, Marginal land, Menthol, Peppermint, Spring

1. Giriş

Tıbbi nane genel adıyla bilinen *Mentha × piperita* L., *Lamiaceae* familyasına ait Avrupa ve Orta Doğu'ya özgü melez, çok yıllık, otsu ve rizomatöz bir tür olarak, vejetatif yollarla üretilir (Capuzzo ve Maffei, 2016; Arrobas ve ark., 2018). Tıbbi nane dünya genelinde turuncgil kabuklarından sonra en fazla uçucu yağı üretilen tür olmakla birlikte, içerdiği sekonder metabolitlerinden dolayı ekonomik değeri yüksek tıbbi, aromatik ve baharat bitkileri kategorisinde yer alır. *Mentha* türleri arasında en fazla kültürü yapılan tıbbi nanenin sağlık, ilaç, gıda, kozmetik gibi birçok sanayi alanında geniş kullanımı mevcuttur (Omidbeigi, 2013). Ayrıca, nane uçucu yağı ve diğer biyoaktif maddelerinden elde edilen ürünler bitkisel ve gıda kökenli hastalık etmenlerinin yanı sıra, tarım alanında hastalık ve zararlılara karşı mücadelede yer almaktadır (Aktepe ve ark., 2019; Umarusman ve ark., 2019). Bu türün toprak üstü aksamı uçucu yağ, fenolik bileşikler, flavonoidler, vitaminler, mineraller ve salisilik asit içerir (Rita ve Animesh, 2011). Nanenin en önemli biyoaktif maddesi, herba ve yapraklarından su buharı damıtma yoluyla elde edilen uçucu yağdır (Nair, 2001). Monoterpenler tıbbi nanenin en önemli bileşenlerini oluştururlar. Menthol (% 30-55), menthone (% 14-32) ve menthyl acetate (% 2.8-10) uçucu yağın ana bileşenleridir. Diğer bileşenler arasında limonene (% 1-5), pulegone (% 4'e kadar), menthofurane (% 1-9), isomenthone (% 1.5-10) ve carvone (% 1'e kadar) bulunur (Alankar, 2009; Rita ve Animesh, 2011). Tıbbi nanenin uçucu yağ kalitesini, yüksek menthol ve menthone oranı ve düşük pulegone ve menthofurane oranı belirler (Rios-Esteva ve ark., 2008).

Nüfus artışı ve kullanım alanının genişlemesi ile birlikte tıbbi nane uçucu yağı ve menthol başta olmak üzere, yan ürünlerine de talep artmaktadır. Böylece sezon dışı üretim (Upadhyay ve ark., 2014) ve alternatif arazileri kullanma gerekliliği gibi uygun üretim stratejilerinin geliştirilmesi önem kazanmıştır. Ancak, tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştirilmesi için tahsis edilen üretim alanları, insanların besin zincirinde bulunan stratejik tarım ürünlerinin ekim alanları dışında, marjinal arazi özelliği taşıyan topraklardan seçilmelidir (Özguven ve ark., 2012). Marjinal araziler, erişilebilirliği güç, tarımsal faaliyetler bakımından yetersiz iklim şartları, yüksek çevresel riskler ve düşük verimliliğin olduğu ve kırılgan bir ekosistem ile tanınan fakir topraklardır (Kang ve ark., 2013). Bu nedenle, marjinal araziler, ekonomik olarak geleneksel tarım ürünleri üretimi için uygun olmayan, verimli ve çorak arazilerin arasında bir ara form olarak kabul edilebilir (SEEMLA, 2016). Nüfus artışı, iklim değişiklikleri ve üretim alanlarının azalmasıyla beraber, biyolojik ve ticarileştirilmiş organik üretim kabiliyetinden dolayı marjinal arazilerin önemi artmaktadır (FAO, 2008; Robertson ve ark., 2008). Öte yandan tıbbi ve aromatik bitkilerde herba verimi, sekonder metabolitlerin oranı ve kalitesi, genetik yapı başta olmak üzere, iklim koşulları (ışık, sıcaklık, yağış, sulama, toprak, yükseklik, yer vb.), çevre organizmaları, tarımsal teknikler, hasat zamanı ve hasat sonrası işlemlere bağlıdır (Soltanbeigi ve Sakartepe, 2020). Biyotik ve abiyotik streslere maruz kalan bitkiler, buna bağlı olarak sekonder metabolit biyosentezini artırır (Mammadov, 2014). Böylece, çevresel faktörlerin ve çeşitli streslerin stratejik ürünlerin yetiştirilmesini sınırladığı alanlarda, tıbbi bitkilerin kültürü ekonomik bakımdan üstünlük sağlar (Hanumanthappa ve ark., 2018).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliğine tahsis edilen araziler, stratejik tarım ürünlerinin üretimine uygun verimli alanların kısıtlanmasına risk oluşturmamalıdır. Bu çalışmada, Akdeniz ikliminden etkilenen Çukurova bölgesinin marjinal arazi şartlarında farklı ekim zamanlarının *Mentha × piperita*'nın verim ve kalitesine etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Deneme Lokasyonu

Bu deneme 2011-2014 yetiştirme sezonlarında birbirini izleyen 3 yıl boyunca, Çukurova Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma Çiftliği'nin marjinal arazi özelliğinde olan alanda (37°01'-N, 35°21'-W ve 35 m deniz seviyesinden yükseklikte) gerçekleştirilmiştir. Seçilen arazinin, marjinal olarak sınıflandırılmasının nedeni toprağın az verimli ve yoğun şekilde taş bulunmasıdır. Daha önce tahıl ekimi yapılan bu arazide, ekonomik verim elde edilmediğinden, zirai faaliyet yapılmamıştır. Sıcak ve kurak yazları ılıman yağışlı kışları ile tipik bir Akdeniz iklimini yansıtan Çukurova, Akdeniz bölgesinin doğusunda yer almaktadır. Deneme lokasyonuna ilişkin bazı meteorolojik veriler *Tablo 1*'de gösterilmiştir. Tarla, Seyhan Nehri'nin farklı boyutlar ve derinlikte çakıl yatakları içeren genç alüvyal topraktan oluşmuştur. Bu topraklarda, tüm profillerdeki kireç miktarı çok yüksektir ve organik

madde miktarı oldukça düşüktür (Çalışkan ve ark., 2019). 30 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları *Tablo 2*'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Deneme lokasyonuna ilişkin bazı meteorolojik veriler

Table 1. Some meteorological data for experimental area

	Sıcaklık (°C) / Temperature (°C)											
	Minimum				Maximum				Ortalama / Average			
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Ocak / Jan.	6.4	5.2	6.2	7.2	15.7	12.8	15.1	18.1	10.1	9	10.7	12.7
Şubat / Feb.	6.7	4.3	8.2	7	17.3	15	18.2	19.3	10.9	9.7	13.2	13.2
Mart / Mar.	8.3	6.2	9.2	10.4	20.1	17.1	20.8	21.8	13.5	11.7	15	16.1
Nisan / Apr.	11.6	12.8	13.2	14.1	22.6	25.8	25.4	25.1	16.5	19.3	19.3	19.6
Mayıs / May	15.6	16.6	17.9	16.7	27.1	27	29.9	27.3	21.4	21.8	23.9	22
Haziran / June	20.5	21.2	20.8	19.8	30.6	32.3	31.5	30.9	25.6	26.8	26.2	25.4
Temmuz / July	24.3	24.2	24	25	33.4	34.1	34	33.2	28.6	29.2	29	29.1
Ağustos / Aug.	24.7	24.6	23.9	25.7	35.0	36	35.4	34.5	29.5	30.3	29.7	30.1
Eylül / Sep.	21.5	21.9	20.6	21.7	32.5	34.5	32.3	31.8	27.3	28.2	26.5	26.8
Ekim / Oct.	15.8	17.5	13.8	16.5	28.2	29.6	27.9	27.7	20.8	23.6	20.9	22.1
Kasım / Nov.	8.0	12.5	13.2	10.5	19.5	23.6	24.4	21.9	12.4	18.1	18.8	16.2
Aralık / Dec.	5.8	7.8	6.4	9.8	16.8	16.2	15.9	18.7	10.0	12	11.2	14.3
	Yağış (mm) / Rain (mm)				Nisbi nem (%) / Relative humidity (%)				Güneşlenme (h) / Insolation (h)			
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Ocak / Jan.	76.5	262	64.2	35.7	63.7	72.7	64.9	70	4.5	4	4.2	5.3
Şubat / Feb.	92.4	122.9	55.7	36.5	62.3	58.6	71.8	63.1	5.8	6.1	5.4	6.8
Mart / Mar.	107	57.9	54.3	47.7	64.6	56.1	57.8	62.5	6.3	5.5	6.9	7.2
Nisan / Apr.	78.3	21.4	100.2	22.1	66.6	63.4	63.3	64.9	8.1	8.2	7.1	8.1
Mayıs / May	105.6	79.9	61.5	34.9	64.1	67.3	64.4	66.2	8.5	8.2	9.3	7.8
Haziran / June	49.4	17.1	0.9	89.8	66.2	60	59.6	66.6	9.9	9.8	10.7	10.4
Temmuz / July	0	14	0	3.5	67.2	52.8	64	70.3	9.6	8.4	10.9	9.6
Ağustos / Aug.	0	0.1	19.8	0.2	62.9	56.9	67.3	70.6	9.5	9.7	11.2	9.1
Eylül / Sep.	4.1	0	31.9	95.4	60.4	59	59.1	63.3	8.8	10.3	9.2	8.6
Ekim / Oct.	5.8	63.4	40.1	54.9	47.9	61.2	49.9	64.3	7.98	6.6	8.6	7.7
Kasım / Nov.	44.1	128.3	6.1	66.5	53.8	66.9	61.4	59.1	6.31	6	6.2	6.3
Aralık / Dec.	156.4	298.4	21.5	106.4	66.4	76.1	49	72.8	4.03	3.8	4.9	4.3
Toplam / Total	719.6	1065.4	456.2	593.6								

Turkish State Meteorological Service

Tablo 2. Deneme tarlasının toprağına ait bazı fiziko-kimyasal özellikler (30 cm derinlik)

Table 2. Some physico-chemical properties of the experimental field soil (at 30 cm depth)

Yapı / Texture			O.M. (%)	pH	E.C. (mmhos cm ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	N (%)	P ₂ O ₅ mg 100 g ⁻¹	K ₂ O mg 100 g ⁻¹	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
Kum Sand (%)	Silt (%)	Kıl Clay (%)											
55.4	23.8	20.8	0.64	7.68	0.51	32.4	0.21	11.2	24.6	3.6	6.4	2.7	0.85

2.2. Bitki Materyali, Uygulama ve Deneme Deseni

Bu çalışmada tıbbi nane (*Mentha × piperita* L. var Mitcham)'nin rizomları bitki materyali olarak kullanılmıştır. Rizomlar 3 yıllık anaç tıbbi nane tarlasından temin edilmiştir. Sonbahar ve ilkbahar ekimlerine ilişkin önceden sürme (30 cm derinlikte), düzleme ve parselizasyon gibi tarla hazırlığı işlemleri yapılmış olup, 29 Kasım 2011 ve 10 Mayıs 2012 tarihlerinde 15-20 cm'lik rizom parçaları uç uca ve 10 cm derinliğe dizilip üstü kapatılmıştır. Ekimle beraber toprak analizi raporuna göre (*Tablo 2*) 80 kg ha⁻¹ N ve 90 kg ha⁻¹ P₂O₅ sıralara 10 cm mesafe ile 5 cm derinliğe uygulanmıştır ve ardından sulama yapılmıştır. İkinci biçimden sonra tekrar 40 kg ha⁻¹ N parsellere uygulanmıştır. Gübreleme işlemi benzer şekilde 2. ve 3. deneme yıllarında da tekrarlanmıştır. Parsel boyutları 5.1 × 3 m (15.3 m²) olup, sıra aralıkları 50 cm tutulmuştur. Deneme deseni, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak ayarlanmıştır. Bitkilerin su ihtiyacına göre deneme süresince sulama işlemi düzenli olarak yağmurlama sulama sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

2.3. Biçim ve Kayıtlar

Biçimler çiçeklenme başlangıcında gerçekleştirilmiştir (*Tablo 3*). Biçim öncesi her parselin ortalarından rastgele 10 bitki seçilip, boyları ölçülmüştür. Daha sonra ilgili parsellerin 50 cm çevre bitkileri kenar tesir olarak göz ardı edilip tüm parsel 5-8 cm toprak seviyesinden bağ makası ile biçilerek taze herba verimi kaydedilmiştir.

Taze herba verimini belirlemek amacıyla her uygulamayı temsil edecek belli miktarda bitki ayrılıp, kabin tipi kurutma dolabında 37 °C'de 72 saat süre ile kurutulmuştur. Yaprak ve sap ağırlıklarını tespit etmek için her uygulamadan örnekler alınıp, yaprak ve sapları ayrılarak tartılmıştır. Ayrılan yaprak ve saplar kabin tipi kurutma dolabında 37 °C'de 72 saat süre ile kurutulmuş ve kuru değerleri kaydedilmiştir.

Tablo 3. Ekim zamanlarına göre biçim tarihleri
Table 3. Cuttings dates according to planting times

Ekim zamanı <i>Planting time</i>	Sene Year	Biçim Tarihi / <i>Cutting dates</i>	
		1. Biçim / 1 st Cutting	2. Biçim / 2 nd Cutting
Sonbahar / <i>Fall</i>	1. Sene	23 Temmuz / <i>July</i> 2012	14 Kasım / <i>Nov.</i> 2012
İlkbahar / <i>Spring</i>	1 st Year	06 Ağustos / <i>Aug.</i> 2012	14 Kasım / <i>Nov.</i> 2012
Sonbahar / <i>Fall</i>	2. Sene	10 Temmuz / <i>July</i> 2013	30 Eylül / <i>Sep.</i> 2013
İlkbahar / <i>Spring</i>	2 nd Year	10 Temmuz / <i>July</i> 2013	30 Eylül / <i>Sep.</i> 2013
Sonbahar / <i>Fall</i>	3. Sene	2 Temmuz / <i>July</i> 2014	15 Eylül / <i>Sep.</i> 2014
İlkbahar / <i>Spring</i>	3 rd Year	2 Temmuz / <i>July</i> 2014	15 Eylül / <i>Sep.</i> 2014

2.4. Uçucu Yağ İzolasyonu

Elde edilen kuru yapraklar su distilasyonu yöntemi ile neo-Clevenger cihazında volumetrik olarak saptanmıştır. İlgili örneklerden alınan 30 g kuru yaprak, 300 ml saf su ile birlikte 1 L'lik cam balonlarda 180 dk distilasyona tabii tutulmuş, sonuçlar yüzde olarak belirlenmiştir. Elde edilen uçucu yağlar anhidrus sodyum sülfat ile dehidrate edilip, kromatografik analizlere kadar +4 °C'de amber viallerde saklanmıştır.

2.5. GC-MS Analizler

Uçucu yağların kimyasal bileşenlerini belirlemek için alev iyonlaşma detektörü (FID) entegreli gaz kromatografi (GC) sistemi (Agilent Technologies, 7890B) ve kütle spektrometresi detektörü (MSD) (Agilent Technologies, 5977A) kullanılmıştır. Bileşiklerin ayrıştırılması için HP-Innowax (Agilent 19091N-116: 60 m × 0.320 mm iç çap ve 0.25 µm film kalınlığı) polar kolon GC'ye bağlanmıştır. Helyum (% 99.999) taşıyıcı gaz 1.3 mL dk⁻¹ akış hızıyla, enjeksiyon hacmi 1 µl ile (20 µL uçucu yağ, 1 mL n-Hekzan'da seyrelmiş) ve çözücü gecikme süresi 8.20 dakika olacak şekilde analiz koşulları oluşturulmuştur. Enjeksiyon, split modunda (40: 1) gerçekleştirilmiştir. Enjeksiyonla birlikte fırın programı 70 °C'de 5 dk bekleme süresi ile başlatılmıştır. Bu sıcaklık 3 °C dk⁻¹ artışla 160 °C'ye yükseltilip, 5 dk bekletilmiştir. Son aşamada, sıcaklık 6 °C dk⁻¹ artışla 250 °C'ye ulaşmış, 5 dk bekletilerek, sonlandırılmıştır. Detektör, enjektör ve iyon kaynağı sıcaklıkları sırasıyla 270 °C, 250 °C ve 230 °C olarak ayarlanmıştır. MS için tarama aralığı (m z⁻¹) 50-550 atomik kütle ünitesi (AMU) ve elektron bombardımanı (EI) iyonizasyonu 70 eV kullanılmıştır.

Alıkonma indeksleri (RI), C₇-C₃₀ n-alkanların (Sigma-Aldrich) GC/FID sistemine (Agilent Technologies, 7890B) eşit koşullarda enjekte edilerek belirlenmiştir. Uçucu yağ bileşenlerinin tanımlanması, alıkonma indeksleri, ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'nün (NIST) bilgisayar kütüphanesi veri tabanı, Wiley kütüphaneleri, diğer yayınlanmış kütle spektrum verileri (Adams, 2017) ve mevcut veri tabanımızın karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Relatif bolluk (relative abundance / % alan), her bileşiğin pik alanı ile tüm bileşiklerin alanlarının toplamı arasındaki orana dayalı olarak elde edilmiştir. Analizlerde yanıt faktörü hesaplanmamıştır.

2.6. İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler MSTAT-C bilgisayar yazılım programı kullanılarak biçim faktörü etkisi ile zamanda bölünmüş parseller deneme desenine göre analiz edilmiştir. Uygulamaların ortalamaları 0.05 olasılık düzeyinde En Küçük Güvenilir Fark (EGF/LSD) yöntemi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Ekim zamanı ve biçimler arasındaki parametrelerin varyasyonlarını belirlemek için numuneler üzerinde varyans analizi yapılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Bitki Boyu

Bitki boyu bakımından ekim zamanları arasında önemli fark ($P<0.05$) tespit edilmiştir. Sonuçlara göre, ilkbahar ekimleri daha yüksek bitki boyuna ulaşmıştır. Deneme süresince 3 senede toplam 6 biçim yapılmış olup, bitki boyu faktöründe biçimler arası fark önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Böylece, 1. senenin 1. biçimi en fazla bitki boyu ortalamasına sahip olmuştur. Her sene yapılan hasatların ilk biçimleri daha uzun bitkiler üretmiştir. Ancak, her sene bitki boylarında önemli düzeyde düşüşler görülmüştür. En düşük bitki boyu ise son biçimde saptanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. *M. × piperita*'da ekim zamanı ve farklı biçimlerin incelenen verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi

Table 4. The effect planting time and various cuttings on the examined yield and quality characteristics in *M. × piperita*

Uygulamalar Treatments	Bitki Boyu Plant Height (cm)	Taze Herba Verimi Fresh Herb Weight (kg ha ⁻¹)	Kuru Herba Verimi Dry Herb Weight (kg ha ⁻¹)	Kuru Yaprak Verimi Dry Leaf Weight (kg ha ⁻¹)	Yaprak:Sap Oranı Leaf:Stem Ratio	Uçucu Yağ Oranı Essential Oil Ratio (%)	Uçucu Yağ Verimi Essential Oil Yield (L ha ⁻¹)
Ekim zamanı / Planting time							
Sonbahar (S) / Fall	36.5 b	8345.2 b	2442.3 b	1505.6 b	1.76	2.37	36.34 b
İlkbahar (İ) / Spring	43.1 a	12763.8 a	3407.7 a	1976.0 a	1.55	2.75	56.30 a
Biçim / Cutting							
1. Biç. (1. Sene) / 1 st Cut.	76.2 a	16364.7 a	3799.2 a	2046.3 b	1.22c	3.18 a	65.74 a
2. Biç. (1. Sene) / 2 nd Cut.	37.0 c	11968.7 b	3608.8 a	1784.3 c	1.00 c	2.17 b	51.00 b
3. Biç. (2. Sene) / 3 rd Cut.	44.2 b	13416.4 b	3666.1 a	2499.9 a	2.36 a	2.88 b	71.36 a
4. Biç. (2. Sene) / 4 th Cut.	30.1 d	8981.2 c	2593.2 b	1593.5 cd	1.68 b	2.35 c	37.20 c
5. Biç. (3. Sene) / 5 th Cut.	26.4 d	7285.6 cd	2190.7 c	1427.1 d	1.82 b	2.15 cd	30.01 cd
6. Biç. (3. Sene) / 6 th Cut.	24.8 d	5310.3 d	1692.1 d	1093.6 e	1.87 b	2.08 d	22.60 d
EGF(% ₅) / LSD(% ₅)	5.501	2096.0	356.1	203.8	0.3047	0.2555	15.49
Ekim zamanı × Biçim / Planting time × Cutting							
S × 1. B	75.1	11282.2 c	3503.8 c	2031.1 bc	1.40 cd	2.35 d	48.28 cd
S × 2. B	32.6	9383.0 cd	2843.1 d	1493.7 eg	1.10 de	2.17 d	33.25 ef
S × 3. B	43.0	9461.7 cd	2517.5 de	1859.6 bd	2.81 a	2.97 bc	54.71 c
S × 4. B	25.2	8234.2 de	2305.2 eg	1414.8 fh	1.64 bc	2.37 d	33.23 ef
S × 5. B	21.7	6800.8 df	1950.2 fh	1228.4 gi	1.71 bc	2.56 d	27.66 f
S × 6. B	21.3	4909.1 f	1534.3 h	1005.8 i	1.91 b	2.08 d	20.92 f
İ × 1. B	77.3	21447.2 a	4094.6 b	2061.5 b	1.04 de	4.00 a	83.19 a
İ × 2. B	41.3	14554.4 b	4374.5 ab	2075.0 b	0.90 e	3.30 b	68.76 b
İ × 3. B	45.3	17371.2 b	4814.7 a	3140.2 a	1.91 b	2.79 c	88.01 a
İ × 4. B	35.0	9728.2 cd	2881.3 d	1772.2 ce	1.72 bc	2.33 d	41.17 de
İ × 5. B	31.0	7770.4 df	2431.2 df	1625.7 df	1.92 b	2.03 d	32.36 ef
İ × 6. B	28.4	5711.4 ef	1849.9 gh	1181.3 hi	1.83 b	2.07 d	24.29 f
EGF(% ₅) / LSD(% ₅)	-	2964.0	503.6	288.2	0.4309	0.3613	12.65
D.K. ^b / C.V. (%)	11.49	16.49	10.11	9.72	15.22	8.33	16.04

Küçük harfler ile işaretlenmeyen ortalamalar, EGF(%₅) analizine göre anlamlı bulunmamıştır.

^a ve ^b sırası ile En Küçük Güvenilir Fark ve Varyasyon Katsayısı

Ekim zamanı itibariyle sonbahar ekimi uzun süre büyüme ve gelişme dönemine sahip olmasına karşın, ilkbahar ekimi daha yüksek bitki boyuna ulaşmıştır. Bu çalışmanın çoğaltma materyalini oluşturan tıbbi nane rizomları sonbahar ekiminin plantasyonu için sezon sonunda elde edilmiş olup, toprakla buluştuğunda soğuk aylara maruz kalmıştır. Bu durumda muhtemelen rizomlar zayıf olmakla beraber düşük sıcaklıklardan olumsuz etkilenmiştir. Ayrıca, rizomlar kış aylarında durgunluk evresine uğradığından kendi besin kaynaklarını önemli oranda tüketmiş, havaların ısınması ile tekrar gelişim fazına geçmek için de belli bir zaman kaybı yaşamıştır. Bu durumun aksine ilkbaharda elde edilen rizomlar gelişme sürecinde olup, yeni plantasyonda zaman kaybetmeden büyüme ve filizlenmeye devam etmiştir. Yıl bazında ilk biçimlerin daha uzun boylu olması ilkbahar yağışlarının ve nisbi nem oranının yüksek olmasının yanında, daha uzun vejetasyon periyodundan kaynaklanmış olabilir (Tuğay ve ark. 2000; Telci, 2001; Yeşil ve ark. 2018). Bununla birlikte, marjinal arazi koşulları ve bitkilerin yaşlanması gibi faktörler, zamanla bitki boyunu kısaltmıştır. Bu çalışmada bulunan sonuçlar çeşitli bilimsel araştırma sonuçları ile uyum içerisindedir (Mansoori, 2014; Joshi ve ark. 2018).

3.2. Taze Herba Verimi

Tablo 4 incelendiğinde, taze herba verimi açısından ekim zamanı ($p<0.05$), biçimler ($p<0.01$) ve bu iki ana faktörün etkisi ($p<0.01$) istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Taze herba verimine ait ortalama değerler incelendiğinde; ilkbahar ekiminin daha yüksek ağırlığa ulaşmıştır ve sonbahar ekimlerinden % 35 daha fazla taze bitki üretmiştir. Birinci seneye ait ilk biçim en yüksek taze herba verimine sahip olmuştur. 3. ve 2. biçimler aynı istatistiksel grupta yer alarak sırasıyla 1. biçimi takip etmişlerdir. En son sıralarda ise 4., 5. ve 6. biçimler yer almıştır. Sene bazında ilk biçimlerin verimi daha yüksek olmuştur. Ekim zamanı ve biçim etkisi bakımından ilkbahar ekimin 1. biçimi daha yüksek taze herba verimine ulaşmıştır. Sonbahar ekiminin 6. biçimi de en düşük değere sahip olmuştur. İki ana faktörün sonuçlarına bakıldığında, etkileşim değerleri açıklanabilmektedir (*Tablo 4*).

Nane plantasyonu ile ilgili sonbahar-kışık ekimleri verimlilik açısından daha uygun olarak tavsiye edilmiştir (Özel ve Özgüven, 1999; Ebrahim Ghochi ve ark., 2017). Fakat, ilkbahar bitkilerinin daha verimli olduğuna dair de kayıtlar bulunmaktadır (Davazdahemami ve ark., 2008; Omidbeigi, 2013). Ancak, rizomla çoğaltılan bu denemede ilkbahar ekimleri daha yüksek herba verimine sahip olmuştur. Bu durum, tür, iklim, çoğaltma teknikleri, ziraî işlemler gibi farklı faktörlerden kaynaklanabilir. Bitki boyu konusunda da belirtildiği gibi kış aylarına doğru rizomla kurulan plantasyon, ilkbahar ekimine kıyasla seyrek ve zayıf olmuştur. Başlangıçta sonbahar ekimlerinde zayıf gelişen bitkilerin durumu muhtemelen bir sonraki sezonlara da yansımıştır ve genel olarak sonbahar ekimlerinin verimi düşük olmuştur. Sene bazında ilk biçimlerin yüksek verime sahip olması, daha uzun gelişme periyodunun yanında, büyük ölçüde kış ve ilkbahar yağışları ile yüksek nisbi nem oranı ve gün uzunluğuna bağlı güneş ışınından yeterli faydalanmasından kaynaklanmış olabilir. Deneme boyunca verimin sürekli düşmesi ise toprağın tarımsal verimliliğinin azalması, besin elementlerinin tükenmesi ve bitkilerin fizyolojik yaşlanmasıyla ilişkili olabilir. Öte yandan denemenin kurulduğu marjinal arazi koşulları da bu komplikasyonların şiddetini ve hızını arttırmıştır. Özel ve Özgüven (1999), sonbaharda (Ekim ve Kasım) çelikle kurulan plantasyonların taze herba veriminin, ilkbahar bitkilerine kıyasla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar 3 farklı *M. × piperita* çeşit ve popülasyonunda ortalama en yüksek ve en düşük taze verimi sırasıyla 38750 ve 20420 kg ha⁻¹ bulmuşlardır. Ayrıca, *Mentha × piperita* L. var Mitcham'da 2. yetiştirme sezonunda taze verim kaybı görülmüştür. Fejér ve ark., (2017), *M. × piperita* üzerine 3 yıl süren denemede, yıllar bazında ilk biçimlere ait taze herba veriminin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. İlk biçimlerin daha yüksek verime sahip olduğu benzer çalışmalarla da desteklenmiştir (Yeşil ve ark. 2018; Ostadi ve ark., 2020). İkinci biçimlerde azalan fotoperiyotla beraber sıcaklık, ışık kalitesi ve gece-gündüz sıcaklık farkı bitkilerin vejetatif gelişiminin yavaşlamasına ve buna bağlı verimin düşmesine neden olabilir (Yılmaz, 2018).

3.3. Kuru Herba Verimi

Denemeye ait kuru herba verimi ile ilgili sonuçlar *Tablo 4*'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre ekim zamanı, biçim ve ekim zamanı × biçim etkisi bakımından ortalama değerleri % 1 düzeyinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. İlkbahar ekimlerinin kuru herba verimi sonbahar ekimlerine göre daha fazla olmuştur. Yıl bazında ilk biçimler daha yüksek kuru herba verimine sahip olmakla beraber, bu değerlerde sürekli bir düşüş izlenmiştir. En yüksek ve en düşük kuru herba verimleri sıra ile ilk ve son biçimde saptanmıştır. Ekim zamanı × biçim etkisi bakımından, en yüksek kuru herba verimi ilkbahar ekimlerinin 3. biçiminde elde edilmiştir. En düşük değer ise sonbahar ekimlerinin 3. biçimine ait olmuştur. Bitkinin kuru herba değerleri taze herba verimine tabidir ve oransal olarak taze herba verimini takip eder. Ancak, ziraî uygulamalar ve yetiştirme koşulları başta olmak üzere bitkilerin genetik yapısı ve bölgenin ekolojik özellikleri gibi bazı faktörlerin de kuru herba verimi üzerinde oldukça önemli etkileri vardır (Alkire ve Simon, 1996; Özgüven ve Kırıcı, 1999; Tuğay ve ark., 2000; Telci ve ark., 2015). *M. × piperita*'da ilk biçimlerden alınan kuru herba veriminin uzun yetiştirme süresine bağlı olarak 2. biçimlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (İzadi ve ark., 2010; Kassahun ve ark., 2011).

3.4. Kuru Yaprak Verimi

Ekim zamanı ($p<0.05$), biçim ($p<0.01$) ve ekim zamanı × biçim etkisi bakımından ($p<0.01$) kuru yaprak verimi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (*Tablo 4*). Sonuçlara göre ilkbaharda bitkiler yaklaşık % 24 oranında daha yüksek kuru yaprak verimine ulaşmıştır. Her ne kadar yıl bazında ilk biçimler daha fazla kuru yaprak verimine sahip olsalar da ilk biçimden sona doğru düşüş eğimi izlenmemiştir. En fazla kuru yaprak verimi

2. senenin 1. biçiminde tespit edilmiştir. İki ana faktörün interaksiyon sonuçlarına göre en yüksek kuru yaprak verimi, kuru herba veriminde saptandığı gibi, ilkbahar bitkilerinin 3. biçiminde görülmüştür.

Taze ve kuru herba verimlerinde açıklandığı gibi, kuru yaprak verimi ilkbahar ekimleri ve sene bazında ilk biçimlerde yüksek çıkmıştır. Maksimum kuru yaprak veriminin 2. senenin 1. biçiminde görülmesinin nedeni muhtemelen bitkilerin 2. senenin başında besin kaynaklarından daha etkin yararlanması ve fazla dal üretmesi neticesinde yaprak sayısının artmasından ortaya çıkmıştır. Bitkilerde ikinci yıl toprak altı organlarda daha fazla besin maddesinin depolanması, bitkilerin hızlı ve daha gür gelişmesine neden olmaktadır (Duriyaprapan ve ark., 1986, Singh ve ark., 1995). İlk biçimlerde uzun günlere bağlı olarak güneşlenme süresinin artması, bitkinin gelişimini olumlu yönde etkileyerek, yaprak alanını ve kuru madde birikimini artırır. Güneşlenme süresi veya ışık şiddetinin artması ile kuru herba ve kuru yaprak veriminin yükseldiği bildirilmiştir (Fernandes ve ark., 2013). Yılmaz (2018), *M. × piperita* L. türüne ait farklı klon ve çeşitlerde 2. sene kuru yaprak veriminin arttığını ve ilk biçimlerde daha yüksek verime ulaştığını bildirmiştir. Yeşil ve ark. (2018), benzer sonuçlar kaydetmişlerdir.

3.5. Yaprak:Sap Oranı

Biçim ($p<0.01$) ve ekim zamanı $\times$ biçim interaksiyonunun ($p<0.05$) yaprak:sap oranı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4). Sonuçlara göre kuru yaprak veriminde olduğu gibi en fazla yaprak:sap oranı 3. biçimde saptanmıştır. 4., 5. ve 6. biçimler istatistiksel olarak aynı grupta yer alarak, ikinci sırada yer almışlardır. En düşük yaprak:sap oranı ise 1. ve 2. biçimlerde izlenmiştir. Ekim zamanı $\times$ biçim interaksiyonunun en yüksek yaprak:sap oranı sonbahar bitkilerinin 3. biçiminde saptanmıştır. Yaprak:sap oranı, fotosentetik asimilatlar üretimi açısından bitkilerin önemli büyüme endekslerinden biridir. Bu parametre büyük ölçüde kuru yaprak verimini etkileyebilecek tarımsal uygulamalar, iklim, genetik yapı ve bitkinin yaşı gibi faktörlerden etkilenir (Koochehi ve Sabet Teimouri, 2011). Yaprak:sap oranının yüksek olması, nane bitkisinin ekonomik organı olan yaprakların iyi verime ulaştığını göstermektedir. Ancak, olumlu yorumlanması için bitkilerin optimal verimliliğe ulaşması gerekir. Sonuçlara göre 2. senede ve bitkinin istikrarı ile birlikte yaprak sap oranı artış göstermiştir. Daha önce de tartışıldığı gibi bitkinin gelişimi ile birlikte, yaprak sayısının artması beklenir. Bu artış yaprak:sap oranında da artışa neden olur. Öte yandan kuru yaprak ağırlığındaki artış, yaprakta kuru madde oranının artışının göstergesidir. Yaprakların kuru ağırlık eğrisi sigmoidaldır ve normal şartlarda zamanla yaprak gelişimi ve büyümesi devam eder. Ancak, yetiştirme mevsiminin sonuna doğru yaşlanma ve defoliyasyon sebebiyle düşüşler izlenir (Azarpour ve ark., 2012). Bu yüzden hasat döneminin de yaprak:sap oranı üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır.

3.6. Uçucu Yağ Oranı

Biçim ($p<0.01$) ve ekim zamanı $\times$ biçim interaksiyonunun ($p<0.01$) uçucu yağ oranı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4). İlkbahar bitkileri daha fazla uçucu yağ oranına sahip olmuştur, fakat bu üstünlük istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Herba ve yaprak veriminde görüldüğü gibi denemenin her 3 senesinde de ilk biçimler daha yüksek oranlara ulaşmıştır. En fazla uçucu yağ biyosentezi 1. biçimde izlenmiştir. Sonuçlara göre, uçucu yağ oranlarında her sene düşüş görülmüştür. Ekim zamanı $\times$ biçim interaksiyonunda ise en fazla uçucu yağ oranı ilkbahar bitkilerinin 1. biçiminde bulunmuştur. Ekim zamanı $\times$ biçim interaksiyonu sonuçları incelendiğinde, uçucu yağ oranı bakımından ilkbahar ekimi üstünlük sağlamıştır. Tıbbi ve aromatik bitkilerde uçucu yağlar gibi sekonder metabolitlerin üretimi ve kalitesi, genetik yapı, iklim koşulları (ışık, sıcaklık, yağış, sulama, toprak, yükseklik, yer vb.), çevre mikro ve makro organizmaları, uygulanan tarımsal teknikler, hasat zamanı ve üretim sonrası işlemlere bağlıdır (Soltanbeigi ve Sakartepe, 2020). Bu faktörlerle birlikte, *M. × piperita* uçucu yağ oranı önemli ölçüde salgı tüylerinin büyüklüğü ve monoterpenlerin biyosentez hızından etkilenir. Salgı tüyleri kendi gelişme dönemlerinde farklı çevresel koşullar altında aynı davranışı sergiler. Sonuç olarak uçucu yağ oranının da salgı tüylerinin büyüklüğü ve sayısı ile yüksek bir korelasyona sahip olduğu bildirilmiştir (Rios-Esteva ve ark., 2008; Rios-Esteva ve ark., 2010). Bu bilgilere dayanarak, ilkbahar ile sonbahar ekimlerinden elde edilen uçucu yağ oranında önemli bir fark görülmemesi, genetik yapının diğer faktörlere karşı daha baskın olduğu ile açıklanabilmektedir. Uçucu yağ biyosentezi uzun günlerde ve şiddetli ışıklarda artış gösterir (Chang ve ark., 2008; Fernandes ve ark., 2013). İlk biçimlerin uzun vejetasyon süresine sahip olması, besin kaynaklarından daha fazla yararlanması anlamına gelmekte olup, uçucu yağ miktarının da artması beklenir. İzadi ve ark., (2010) ve Yılmaz (2018) sıra ile İran ve Türkiye’de *M. × piperita* üzerine yaptıkları araştırmalarda, ilk biçimlerde elde edilen uçucu yağ oranının ikinci biçimlere göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Bu sonuçlar çalışmada elde edilen

bulguları desteklemektedir. Ayrıca, *M. × piperita* uçucu yağ oranı üzerinde farklı besin maddelerinin olumlu etkileri tespit edilmiş olup (Zhelyazkov ve ark., 2010), kurutma yöntemi, süresi ve sıcaklığı da uçucu yağ oranını önemli derecede etkilemektedir (Beigi ve ark., 2018). Kurutulmuş ve taze *M. × piperita* yapraklarından elde edilen uçucu yağ oranı sırasıyla % 3.2 ve % 2.9 olarak belirlenmiştir (Ayran ve ark., 2018). Özel ve Özgüven (1999), *M. × piperita* L. var Mitcham'da ilkbahar ekimlerinin uçucu yağ oranını sonbahar ekimlerine göre kısmen daha yüksek bulmuşlardır. Bu sonuç elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir. Özgüven ve Kırıcı (1999), Çukurova bölgesinin iki farklı lokasyonunda (Adana ve Pozantı) yürüttükleri denemede, *M. × piperita* L. var Mitcham'da uçucu yağ oranını % 2.48-4.99 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmanın Adana lokasyonuna ait minimum ve maksimum uçucu yağ oranı sıra ile % 2.93 ve % 4.99 olarak saptanmıştır. Verimli tarım arazisinde kurulan bu çalışmaya ait en yüksek oran 2. senenin 1. biçiminde tespit edilmiştir. Genel olarak bu değerler bu çalışmanın bulgularından daha yüksektir. Bu durumun marjinal arazi koşullarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

3.7. Uçucu Yağ Verimi

Ekim zamanı ($p<0.05$), biçim ($p<0.01$) ve ekim zamanı $\times$ biçim interaksiyonunun ($p<0.01$) uçucu yağ verimi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4). Sonuçlara göre, en yüksek uçucu yağ verimi ilkbahar bitkilerinden elde edilmiştir. Biçimler bakımından en yüksek uçucu yağ verimi 3. biçimde (2. senenin 1. biçimi) saptanmıştır. Diğer parametrelerde de olduğu gibi yıl bazında ilk biçimler üstünlük göstermiştir ve sezonlar geçtikçe toplam uçucu yağ veriminde düşüş izlenmiştir. Ekim zamanı $\times$ biçim interaksiyonuna göre en yüksek verim ilkbahar bitkilerinin 3. biçiminde saptanmıştır. En düşük verim ise sonbahar bitkilerinin 6. biçiminde görülmüştür. Nerede daha fazla uçucu yağ oranı ile birlikte uçucu yağ veriminin de yüksek olması istenilen bir özelliktir. Uçucu yağ verimi kuru yaprak verimi ile uçucu yağ oranı üzerinden hesaplandığından bu özellikler üzerinde etkili olan faktörler uçucu yağ verimi üzerinde de önemli etkilerde bulunmaktadır (Sharma ve ark., 1992; Telci, 2001). Sonuç olarak, uçucu yağ verimi doğrudan kuru yaprak verimi ve uçucu yağ oranına bağlıdır. Özgüven ve Kırıcı (1999), Adana'da yürüttükleri çalışmada *M. × piperita* L. var Mitcham'ın uçucu yağ verimini 2 yıl ve 3 biçimde sıra ile 30.2 L ha⁻¹ (1. biçim), 55.9 L ha⁻¹ (2. biçim), ve 23.5 L ha⁻¹ (2. yıl 3. biçim) olarak bildirmişlerdir. Üç biçim alınan bu çalışmanın toplam yağ verimi 109.6 L ha⁻¹ olmuştur. Özel ve Özgüven (1999), *M. × piperita* L. var Mitcham'da sonbahar ekimlerinin uçucu yağ oranını ilkbahar ekimlerine kıyasla daha yüksek bularak birinci yılda ortalama 124.6 L ha⁻¹ ve ikinci yılda ise 91.0 L ha⁻¹ uçucu yağ verimi almışlardır.

3.8. Uçucu Yağ Bileşenleri

GC-MS analizleri sonucu toplam 45 kimyasal bileşen tanımlanmıştır (Tablo 5). Bu sonuçlara göre menthol (% 23.2-37.46) ve menthone (% 22.82-31.56) major bileşenler olarak belirlenmiştir. En yüksek menthol oranı sonbahar ekiminin 1. biçiminde saptanmıştır. Şekil 1'de görüldüğü gibi sonbahar bitkilerinde sentezlenen menthol oranı, ilkbahar bitkilerine kıyasla yüksek bulunmuştur. Deneme süresince, menthol oranı her yıl bir öncesine göre düşüş göstererek, en yüksek ve en düşük oranlar sıra ile her iki ekim zamanının ilk ve son biçimlerinde izlenmiştir. Her iki ekim zamanının 2. senesinin dışında ilk biçimler daha yüksek menthol oranına sahip olmuştur. En yüksek Menthol oranı ilkbahar ekiminin 5. biçiminde tespit edilmiştir (Tablo 5). Sonbahar ve ilkbahar ekimlerinde menthone oranı bakımından, bariz bir fark bulunmamakla birlikte, menthol oranının tam tersi şekilde yıl geçtikçe menthone oranlarında da artış gerçekleşmiştir. Menthol oranlarında izlendiği gibi ilkbahar bitkilerinin 1. senesi hariç, ilk biçimler daha yüksek menthone oranına sahip olmuştur. İkinci biçimler serin aylarda gerçekleşmiştir. Menthone düşük sıcaklıklar sonucu menthol ve esterlerine dönüşebilmektedir (Murray ve ark., 1988).

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, menthol ve menthone oranları arasında ters ilişki görülmüştür. Menthone oranı arttıkça, menthol oranı düşüş göstermiştir (Şekil 1). α -Pinene (% 2.33-5.61), β -pinene (% 0.78-1.88), sabinene (% 0.5-2.72), limonene (% 1.2-4.1), 1,8-cineole (% 5.22-9.98), menthofuran (% 1.47-4.72), isomenthone (% 1.14-5.95), menthyl acetate (% 2.14-5.2), neomenthol (% 1.09-2.5), caryophyllene (% 0-2.67), α -terpineole (% 0.4-1.53) ve germacrene D (% 0.66-2.73) *M. × piperita* türünün sonbahar ve ilkbahar ekimlerine ait 6 farklı biçimden elde edilen uçucu yağların diğer önemli bileşenleri olarak belirlenmiştir.

Tablo 5. *M. × piperita*'da ekim zamanı ve farklı biçimlerin uçucu yağ bileşenlerine etkisi
Table 5. The effect of planting time and various cuttings on essential oil components in *M. × piperita*

RI*	Bileşenler Compounds (%)	Sonbahar Ekim Zamanı / Fall						İlkbahar Ekim Zamanı / Spring					
		1. Sene / 1 st Year		2. Sene / 2 nd Year		3. Sene / 3 rd Year		1. Sene / 1 st Year		2. Sene / 2 nd Year		3. Sene / 3 rd Year	
		1. Biçim 1 st Cut.	2. Biçim 2 nd Cut.	3. Biçim 3 rd Cut.	4. Biçim 4 th Cut.	5. Biçim 5 th Cut.	6. Biçim 6 th Cut.	1. Biçim 1 st Cut.	2. Biçim 2 nd Cut.	3. Biçim 3 rd Cut.	4. Biçim 4 th Cut.	5. Biçim 5 th Cut.	6. Biçim 6 th Cut.
103 1	α -Pinen	2.82	5.61	2.42	4.44	3.38	4.06	2.37	4.66	3.2	3.42	2.33	4.14
112 0	β -Pinen	1.04	1.36	1.33	1.14	1.23	1.32	1.88	1.53	1.33	0.78	1	1.35
112 7	Sabinene	0.5	0.72	2.5	0.76	2.42	2.05	1.02	0.79	1.9	1.32	2.72	2.51
116 4	β -Myrcene	0.2	0.32	0.49	0.43	0.49	0.5	0.34	0.32	0.49	0.46	0.47	0.48
116 8	(+)-4-Carene	-	0.14	0.39	0.19	0.28	0.3	0.23	0.14	0.36	0.27	0.24	0.19
119 0	α -Terpinene	0.27	0.18	0.17	0.14	0.42	0.3	0.14	0.16	0.56	0.12	0.2	0.11
120 6	Limonene	2.48	4.13	3.73	2.41	3.14	2.87	0.63	2.81	1.2	2.65	2.46	3.07
121 6	1,8-Cineole	7.09	7.34	6.65	5.66	5.42	5.32	9.98	8.31	7.21	6.53	5.22	5.24
124 0	trans- β -Ocimene	-	0.14	0.4	0.19	0.38	0.25	-	0.14	0.37	0.2	0.36	0.26
125 4	γ -Terpinene	0.63	0.41	0.68	0.39	0.67	0.3	-	0.4	0.63	0.54	0.69	0.31
125 7	cis- β -Ocimene	-	-	0.11	0.05	0.86	0.1	-	0.34	0.12	-	0.05	0.1
128 1	α -Cymene	0.25	0.13	0.31	0.2	0.21	0.26	0.92	0.34	0.28	0.24	0.24	0.23
129 2	Amyl isovalerate	0.55	0.25	0.13	0.27	0.11	0.11	-	0.27	0.11	0.09	0.21	0.13
130 2	α -Terpinolene	-	0.33	0.44	0.29	0.4	0.34	-	0.48	0.43	0.34	0.39	0.42
134 5	3-Octanol, acetate	-	0.71	0.74	0.1	0.13	0.17	-	0.58	0.13	0.17	0.14	0.14
139 1	3-Octanol	0.64	0.52	0.9	0.58	0.77	0.69	0.55	0.57	0.74	0.77	0.64	0.65
146 9	cis-Sabinene hydrate	0.1	1.34	-	1.52	-	1.08	-	1.31	-	1.19	1.52	1.11
147 6	Menthone	24.21	23.59	27.73	26.27	31.28	29.13	22.82	23.62	27.51	26.1	31.56	30.43
149 4	Menthofuran	1.47	1.56	1.83	2.29	4.15	4.72	2.06	1.76	1.64	3.19	4.63	4.16
150 3	Isomenthone	4.24	3.63	1.14	3.4	5.21	4.72	5.95	3.28	4.43	5.27	5.51	5.2
152 9	β -Bourbonene	0.35	0.41	0.11	0.65	0.68	0.64	0.09	-	0.58	0.27	0.7	0.62
153 2	Dihydroedulan	0.49	-	0.19	0.25	0.26	0.35	0.14	0.08	0.24	0.14	0.28	0.32
155 0	Linalool	0.7	0.38	0.71	0.46	0.28	0.4	0.13	0.11	0.8	0.36	0.25	0.21
158 5	Menthyl asetat	3.77	2.73	2.86	3.39	3.74	4.78	5.04	5.2	3.13	3.26	2.21	2.14
160 2	Neomenthol	2.5	1.84	1.36	2.24	1.24	1.09	1.73	2.22	1.66	1.53	1.7	1.12
160 9	Caryophyllene	0.47	0.76	1.42	1.15	1.26	1.13	-	0.42	2.08	2.67	1.15	1.48
164 3	Menthol	37.46	35.14	33.87	34.57	25.56	24.88	33.11	31.22	28.2	29.85	26.32	23.2
167 1	cis- β -Farnesene	-	0.22	0.32	0.24	0.41	0.39	-	-	0.63	0.31	0.7	0.65
169 8	α -Terpineol	1.36	0.4	1.01	0.82	0.86	0.91	1.44	1.53	1.14	0.93	0.89	1.01
170 8	Borneol	0.09	0.12	0.21	0.17	0.25	1.76	0.15	0.13	0.24	0.18	0.26	1.74
171 6	Germacrene D	1.7	1.06	2.05	1.36	1.96	2.32	0.66	1.11	2.73	1.81	2.15	2.15
173 4	Piperitone	1.06	0.45	-	0.94	-	-	1.29	0.56	0.21	0.1	0.11	-
175 5	Bicyclogermacrene	0.08	0.47	1.12	-	0.62	0.32	0.9	0.1	1.19	0.98	0.21	0.22
176 5	δ -Cadinene	0.11	0.08	0.1	0.07	0.08	0.1	0.1	0.08	0.12	0.09	0.09	0.08
180 0	cis-Sabinol	0.13	-	0.08	0.07	-	-	0.14	0.87	-	0.11	-	0.12
180 8	Nerol	-	0.37	0.21	-	-	-	-	0.48	0.74	0.26	0.73	0.51
181 0	α -Dihydroionone	0.14	0.23	0.07	0.15	0.15	0.14	-	0.21	0.26	0.13	0.09	0.11
194 8	trans-Jasmone	0.08	0.09	0.08	-	-	-	0.21	0.2	0.17	0.07	0.2	0.12
199 5	Caryophyllene oxide	0.18	0.17	0.1	0.25	0.21	0.19	0.66	0.21	0.26	0.29	0.23	0.18
202 9	Perilla alcohol	0.08	0.18	tr	0.16	0.11	0.11	0.59	0.16	0.09	0.06	0.13	0.68
205 7	Ledol	1.06	0.61	0.8	0.6	0.43	0.15	0.93	0.82	1.19	0.75	0.15	0.23
213 3	(-)-Spathulenol	0.1	0.2	0.08	0.07	-	0.06	0.26	0.32	0.13	0.12	0.08	0.1
218 9	Thymol	0.2	0.06	0.07	0.06	-	0.08	0.33	-	0.06	-	0.06	0.06
219 5	α -Cadinol	0.14	0.09	0.09	0.15	0.11	0.14	0.23	0.13	0.11	0.19	0.14	0.12
236 5	Mint furanone	0.17	0.3	0.06	0.13	0.06	0.68	2.01	0.21	0.28	0.06	0.06	0.72

RI: Retention indices calculated against n-alkanes (C7-C30) on HP-Innowax column; HP-Innowax kolonunda n-alkanlara (C7-C30) karşı hesaplanan alıkonma indeksleri

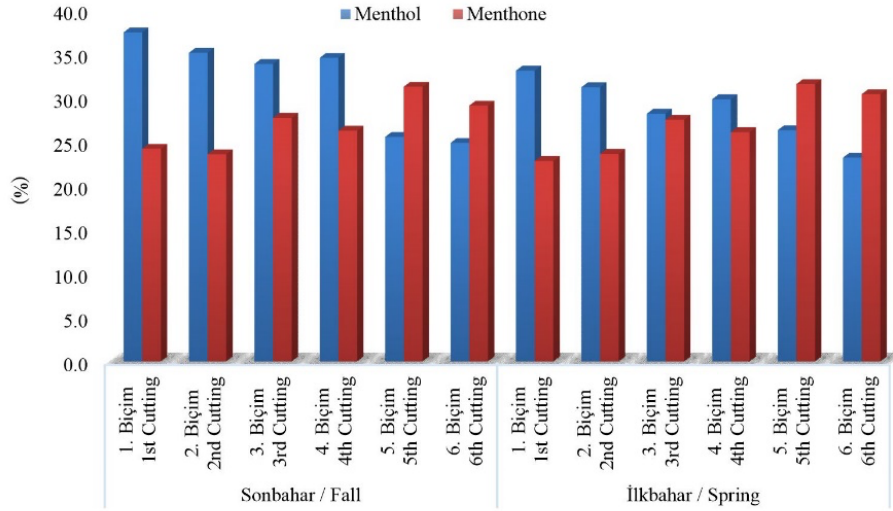


Figure 1. The effect planting time and various cuttings on the variation of menthol ve menthone ratios in *M. × piperita*

Şekil 1. *M. × piperita*'da ekim zamanı ve farklı biçimlerin menthol ve menthone oranlarının değişimi üzerine etkisi

α -Pinene oranı bakımından her iki ekim zamanının 2. biçimleri oldukça yüksek bulunmuştur. Sonbahar ekimlerinin 1. senesi hariç, diğer yıllarda ilk biçimler daha fazla sabinene üretmekle beraber, bu bileşenin oranı her iki ekim zamanının 3. biçimi ile son iki biçiminde artış göstermiştir. Limonene biyosentezi açısından sonbahar ekimlerinde genel olarak düşüş, ilkbahar ekimlerinde ise yükseliş yaşanmıştır. Her iki ekim zamanında 1,8-cineole oranında düşüşler meydana gelerek, ilkbahar ekimlerinde bu maddenin oranları nisbeten yüksek bulunmuştur. Menthofuran'ın yüksek bulunması kalite açısından *M. × piperita* uçucu yağını olumsuz etkilediğinden, istenmeyen bir bileşendir. Her iki ekim zamanında da bitkilerin yaşlanması ile beraber menthofuran oranı da artış göstermiştir. Bu bileşenin yükselişi, menthol oranında düşüşe sebep olmuştur. Öte yandan bu bileşenin oranı farklı değerlerle menthone'a çok yakın bir seyir izlemiştir. Menthyl acetate sonbahar ekimlerinde 1. biçim hariç son biçime doğru yükseliş ve ilkbahar biçimlerinde ise düşüş göstermiştir.

Farklı farmakopeler, *M. × piperita* uçucu yağının kimyasal içeriğinin sınırlarını menthol (% 30.0-55.0), menthone (% 14.0-32.0), isomenthone (% 1.5-10.0), menthyl acetate (% 2.8-10.0), limonene (% 1-5), menthofuran (% 1.0-9.0), 1,8-cineole (% 3.5-4.0), limonene (% 1.0-5.0), isopulegol (en fazla % 0.2), pulegone (en fazla % 4.0), ve carvone (en fazla % 1.0) olarak önermiştir. Ayrıca, 1,8-cineole/limonene oranının 2.0'dan büyük olmaması gerektiği bildirilmiştir (British Pharmacopoeia, 1995; European Pharmacopoeia, 2005). Tablo 5. verilerine göre 1,8-cineole/limonene oranına ilişkin sonbahar ekimlerinde 2., 3. ve 5. biçimler ile ilkbahar ekimlerinin 6. biçimi hariç diğer biçimlerde bu oran sağlanmıştır. 1,8-cineole/limonene oranını sağlamayan biçimlerde ise oran değeri 1.7'nin üstündedir (Tablo 4). Birçok standarda göre de *M. × piperita*'nın major bileşenleri menthol (% 30-55) ve menthone (% 14-32)'dur. Menthol çoğunlukla serbest alkol formunda ve düşük miktarda da acetate (% 3-5) ve valerate esterleri şeklinde görülür. Mevcut diğer önemli monoterpenler arasında izomenthone (% 2-10), 1,8-cineole (% 6-14), α -pinene (% 1.0-1.5), β -pinene (% 1-2), limonene (% 1-5), neomenthol (% 2.5-3.5) ve menthofuran (% 1-9) bulunmaktadır (Bisset, 1994; Bruneton, 1995; Blaschek ve ark., 1998; European Pharmacopoeia, 2005; European Pharmacopoeia, 2013). Özgüven ve Kırıcı (1999), bu çalışma ile aynı lokasyonun verimli arazilerinde *M. × piperita* L. var Mitcham üzerinde yaptıkları çalışmada bu bitkinin uçucu yağ bileşenlerini α -pinene (% 0.09-0.52), β -pinene (% 0.42-0.94), limonene (% 0.98-1.12), 1,8-cineole (% 6.4-7.91), menthone (% 25.0-45.15), menthofuran (% 9.27-15.04), menthol (% 19.18-29.73), pulegone (% 1.29-6.23), piperitone (% 0.80-0.94), menthyl acetate (% 0.88-2.20) ve β -caryophyllene (% 1.33-2.19) olarak belirlemişlerdir. *M. × piperita* uçucu yağ bileşenleri ile yapılan benzer çalışmalar ve uluslararası düzeyde kabul gören standartların değerleri incelendiğinde, bu çalışmada elde edilen bulgular standartlara uyum göstermiştir. Ek olarak, toksik etkiye sahip olan Pulegone (Azırak, 2007), tespit edilmemiştir (Tablo 5). Uçucu yağ konusunda da tartışıldığı gibi, kimyasal

komponentler birçok endojen ve eksojen faktörden etkilenir. Uçucu yağın kimyasal bileşimi büyük ölçüde genetik faktörler tarafından kontrol edilir ve belirlenir, ancak çevresel ve zirai faktörler sekonder metabolitlerin üretiminde önemli değişikliklere neden olabilir (Lima ve ark., 2003; Gobbo-Neto ve Lopes, 2007). Örneğin ışık şiddeti genel olarak bitkilerin fotosentetik aktivitesi ile güçlü bir şekilde ilişkilidir ve bu nedenle çeşitli türlerde karbon fiksasyonu, bitkisel büyüme ve kuru madde birikimini arttırmaktadır. Buna bağlı olarak uçucu yağ bileşenleri dahil, sekonder metabolitler fotosentetik karbondan meydana gelir (Loreto ve ark., 1996). Oksijenli monoterenler, *M. × piperita* uçucu yağının (% 74.21-80.86) major kimyasal bileşen grubunu oluşturmuştur. Genel olarak, farklı biçimlere ait bu grubun miktarları iki ekim sezonu arasında belirgin bir değişiklik göstermemiştir. En yüksek oksijenli monoterenler, her iki ekim sezonunda da 1. biçimlerde saptanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. *M. × piperita*'da ekim zamanı ve farklı biçimlerine ait uçucu yağ bileşenlerinin kimyasal gruplandırması

Table 6. Chemical grouping of essential oil components belonging to planting time and various cuttings in *M. × piperita*

Grouped compounds (%)	Sonbahar Ekim Zamanı / Fall						İlkbahar Ekim Zamanı / Spring					
	1. Sene / 1 st Year		2. Sene / 2 nd Year		3. Sene / 3 rd Year		1. Sene / 1 st Year		2. Sene / 2 nd Year		3. Sene / 3 rd Year	
	1. Biçim 1 st Cut.	2. Biçim 2 nd Cut.	3. Biçim 3 rd Cut.	4. Biçim 4 th Cut.	5. Biçim 5 th Cut.	6. Biçim 6 th Cut.	1. Biçim 1 st Cut.	2. Biçim 2 nd Cut.	3. Biçim 3 rd Cut.	4. Biçim 4 th Cut.	5. Biçim 5 th Cut.	6. Biçim 6 th Cut.
Oksijenli monoterenler Oxygenated monoterpenes	80.86	76.7	74.93	78.76	74.42	74.88	81.73	75.77	74.21	75.72	78.95	75.51
Hidrokarbon monoterenler Monoterpene hydrocarbons	8.19	13.47	12.97	10.63	13.88	12.65	7.53	12.11	10.87	10.34	11.15	13.17
Oksijenli seskiterpenler Oxygenated sesquiterpenes	1.48	1.07	1.07	1.07	0.75	0.54	2.08	1.48	1.69	1.35	0.6	0.63
Seskiterpen monoterenler Sesquiterpene hydrocarbons	2.71	3	5.12	3.47	5.01	4.9	1.75	1.71	7.33	6.13	5	5.2
Alkol / Alcohol	0.64	0.52	0.9	0.58	0.77	0.69	0.55	0.57	0.74	0.77	0.64	0.65
Ester	4.32	3.69	3.73	3.76	3.98	5.06	5.04	6.05	3.37	3.52	2.56	2.41
Ketone	0.08	0.09	0.08	-	-	-	0.21	0.2	0.17	0.07	0.2	0.12
Terpen temelli bileşenler Terpene related compounds	0.63	0.23	0.26	0.4	0.41	0.49	0.14	0.29	0.5	0.27	0.37	0.43
Toplam / Total (%)	98.91	98.77	99.06	98.67	99.22	99.21	99.03	98.18	98.88	98.17	99.47	98.12

Hidrokarbon monoterenler kimyasal gruplandırmada ikinci sırada yer almıştır (% 7.53-13.88). Bu gruba ilişkin en düşük oranlar her iki ekim sezonunun 1. biçimlerinde izlenmiştir. Tüm monoterenlerin sonuçları değerlendirildiğinde, en yüksek oksijenli monoterenlerin görüldüğü biçimlerde, hidrokarbon monoterenler düşük çıkmıştır. Her iki ekim sezonunda da biçimler arttıkça, oksijenli seskiterpenlerin oranında düşüş yaşanmıştır. Bu grubun en düşük oranları 3. senede tespit edilmiştir. Denemenin ilkbahar ekim sezonunun ilk senesi dışında, bu sezona ait seskiterpen hidrokarbonlar grubu daha yüksek bulunmuştur. Alkol, ester, keton ve terpen temelli bileşikler diğer kimyasal grupları oluşturmuştur (Tablo 6). Menthol, menthone ve bunlara ait izomerler, menthyl esterler ve piperitone gibi oksijenli monoterenler, nanenin özel tat ve kokusunu sağlayan bitkinin ana kimyasal bileşen grubudur (Heydari ve ark., 2018).

4. Sonuç

Marjinal arazi koşullarında tıbbi ve aromatik bitkilerin kültürü ile ilgili akademik çalışma yok denecek kadar azdır. Ekim zamanı yönünden rizom ile çoğaltılan ve kurulan sonbahar ve ilkbahar *M. × piperita* plantasyonu kıyaslandığında, ilkbahar ekimi daha yüksek verime ulaşmıştır. Bunun nedeni sonbahar plantasyonunun bir ay kadar geç gerçekleşmesi ve rizomların kış soğuklarından olumsuz etkilenmesi olarak tahmin edilmektedir. Üç senelik bu çalışmanın sonuçlarına göre marjinal arazide yetiştirilen *M. × piperita*'nın verim ve verim komponentleri normal tarım alanlarına kıyasla düşük olsa da başarılı ve ekonomik boyutlara ulaşmıştır. Ancak, marjinal arazi koşullarına bağlı olarak zamanla toprakta besin maddelerini azalması ve zamanla bitkilerin yaşlanması, verimi düşürmüştür. Her ne kadar uçucu yağ oranı bitkinin genetik yapısına bağlı olsa da çevresel faktörler bu oranı etkilemektedir. Bu yüzden saptanan uçucu yağ oranları arazi şartlarına bağlı olarak değişiklikler göstermiştir. Uçucu yağ verimi ise kuru yaprak verimi başta olmak üzere agronomik verime bağlıdır. Kimyasal analizler sonucu biçimlere ilişkin belirlenen uçucu yağ profili oldukça zengin ve standartlara uyumlu bulunmuştur. Muhtemelen, vejetasyon süresi boyunca marjinal araziye bağlı meydana gelen stres ve diğer koşullar sekonder metabolit biyosentezini olumlu yönde etkilemiştir. Dünya genelinde günden güne artan gıda ihtiyacı göz önüne alındığında, tıbbi ve aromatik bitkiler gibi stratejik olmayan ürünlerin yetiştirilmesi için verimli tarım arazilerinin tahsis risklidir. Fakat, tıbbi bitkilerin sağlık ve gıda gibi birçok alanda kullanıldığı ve maddi açıdan geri dönüşümü yüksek olduğundan, marjinal topraklara sahip ve üretime uygun bölgelerin sosyo-ekonomik durumları değerlendirilerek, söz konusu bitkilerin yetiştirilmesi yaygınlaştırılabilir. Bu hususta en önemli

faktör doğru bitkiyi seçmektir. *Mentha* türleri gibi su ihtiyacı yüksek olan bitkiler yeterli sulama suyu olan marjinal arazilerde önerilebilir. Aksi durumda, kuraklığa dayanıklı bitkiler tercih edilebilir.

Teşekkür

Bu yayın bir doktora tezinin bir bölümünden hazırlanmıştır. Ayrıca, çalışmanın bütünü Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (ZF2012D4).

Kaynakça

- Adams, R.P. (2017). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry, 4.1 ed. Allured Publishing Co., Carol Stream, Illinois.
- Aktepe, B.P., Mertoglu, K., Evrenosoğlu, Y., Aysan, Y. (2019). Farklı bitki uçucu yağların *Erwinia amylovora*'ya karşı antibakteriyel etkisinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (1): 34-41. <https://doi.org/10.33462/jotaf.516848>
- Alankar, S. (2009). A Review on Peppermint Oil. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 2 (2): 27-33.
- Alkire, B.H., Simon, J.E. (1996). Response of midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) and native spearmint (*M. spicata* L.) to rate and form of nitrogen fertilizer. *Acta Horticulture* 426: 537-549. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1996.426.58>
- Arrobas, M., Ferreira, I.Q., Afonso, S., Rodrigues, M.A. (2018). Sufficiency ranges and crop nutrient removals for peppermint (*Mentha × piperita* L.) established from field and pot fertilizer experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 49 (14): 1719-1730. <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1474909>
- Ayran, I., Çelik, S.A., Kan, A., Kan, Y. (2018). A Study on essential oil yield and components of dried and fresh foliage of peppermint (*Mentha piperita* L.) Cultivated in Turkey. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences* 2 (1): 199-201. <https://doi.org/10.31015/jaefs.18036>
- Azarpour, E., Motamed, M.K., Bozorgi, H.R. (2012). Stevia Agronomy and Extension. Azad University Pub. Lahijan.
- Azırak, S. (2007). *Thymol ve carvacrol'un in vivo genotoksik etkilerinin araştırılması*. (Doktora Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Beigi, M., Torki-Harchegani, M., Ghasemi Pirbalouti, A. (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. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1453839>
- Bisset, N.G. (1994). Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. CRC Press, Stuttgart, Boca Raton.
- Blaschek, W., Hänsel, R., Kelle, K., Reichling, J., Rimpler, H., Schneider, G. (1998). Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis. 5th ed. Berlin.
- British Pharmacopoeia. (1995). Vol. I (International Edition and Addendum). Her Majesty's Stationery Office, London,
- Bruneton, J. (1995). Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants. Lavoisier Publishing Co., Paris.
- Capuzzo, A., Maffei, M.E. (2016). Molecular fingerprinting of peppermint (*Mentha piperita*) and some mentha hybrids by sequencing and RFLP analysis of the 5S rRNA non-transcribed spacer (NTS) region. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 150 (2): 236-243. <https://doi.org/10.1080/11263504.2014.969355>
- Chang, X., Alderson, P.G., Wright, C.J. (2008). Solar irradiance level alters the growth of basil (*Ocimum basilicum* L.) and its content of volatile oils. *Environmental and Experimental Botany* 63 (1-3): 216-223. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.10.017>
- Çalışkan, T., Maral, H., Pala, C., Kafkas, N.E., Kırıcı, S. (2019). Morphogenetic variation for essential oil content and composition of sage (*Salvia officinalis* L.) in çukurova condition. arabian journal of medicinal & aromatic plants 5 (1): 32-38. <https://doi.org/10.48347/IMIST.PRSM/ajmap-v5i1.15680>
- Davazdahemami, S., Sefidkon, F., Jahansooz, M.R., Mazaheri, D. (2008). Comparison of biological yield, essential oil content and composition and phenological stages of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) in three planting dates. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 24 (3): 263-270.
- Duriyapuran, S., Britten, E.J., Basford, K.E. (1986). The effect of temperature on growth, oil yield and oil quality of Japanese mint. *Annals of Botany* 58: 729-736. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087236>
- Ebrahim Ghochi, Z., Mohsenabadi, G.R., Majidian, M. (2017). Evaluation of yield, quantity and quality traits in intercropping of peppermint (*Mentha piperita* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum - griseum* L.) under different planting dates. *Journal of agricultural science and sustainable production* 27(3): 1-15.
- European Pharmacopoeia 5.0, 5.1-5.8. (2005) Strasbourg Council of Europe.
- European Pharmacopoeia. (2013). Peppermint oil, 07/2012:0405. 8th ed. European Directorate for the Quality of Medicines and Healthcare. Strasbourg.
- FAO (Food and Agricultural Organization of United Nations). (2008). A Framework for Bioenergy Environmental Impact Analysis. Öko-Institut, Ifeu-Institute, Copernicus Institute financed by the Food and Agriculture Organization, Rome.
- Fejér, J., Gruľová, D., Feo, V.D. (2017). Biomass production and essential oil in a new bred cultivar of peppermint (*Mentha × piperita* L.). *Industrial Crops and Products* 109 (15): 812-817. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.09.034>
- Fernandes, V.F., Almeida, L.B., Feijó, E.V.R.S., Silva, D.C., Oliveira, R.A., Mielke, M.S., Costa, L.C.B (2013). Light intensity on growth, leaf micromorphology and essential oil production of *Ocimum gratissimum*. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 23 (3): 419-424. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2013005000041>

- Gobbo-Neto, L., Lopes, N.P. (2007). Medicinal plants: factors of influence on the content of secondary metabolites. *Química Nova* 30 (2): 374-381. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>
- Hanumanthappa, M., Jayaprakash, R., Nagaraj, R. (2018). Economic Potentials of medicinal and aromatic plants in dryland and rainfed areas of India. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7(3): 384-386.
- Heydari, M., Zanfardino, A., Taleci, A., Shahnejat Bushehri, A.A., Hadian, J., Maresca, V., Sorbo, S. et.al. (2018). Effect of heat stress on yield, monoterpene content and antibacterial activity of essential oils of *Mentha × piperita* var. Mitcham and *Mentha arvensis* var. piperascens. *Molecules* 23 (8): 1903. <https://doi.org/10.3390/molecules23081903>
- Izadi, Z., Ahmadvand, G., Asna Ashri, M., Piri, J. (2010). Effect of nitrogen and plant density on some growth characteristic, yield and essence in peppermint. *Iranian Journal of Field Crops Research* 8 (5): 824-836.
- Joshi, K., Singh, V., Kumar, A., Tiwari, R. (2018). Effect on herbage and oil yield in different *Mentha* species intercropped with poplar. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7 (1): 1750-1754.
- Kang, S., Post, W., Nichols, J., Wang, D., West, T., Bandaru, V., Izaaurralde, R. (2013). Marginal lands, concept, assessment and management. *Journal of Agricultural Science* 5 (5): 129-139. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n5p129>.
- Kassahun, B.M., Silva, J.A.T., Solomon, A.M. (2011). Agronomic characters, leaf and essential oil yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) as influenced by harvesting age and row spacing. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology* 5 (1): 49-53.
- Koocheki, A., Sabet, Teimouri, M. (2011). Effects of fertilizer types and irrigation intervals of on quantity criteria of lavender (*Lavandula angustifolia*), rosemary (*Rosemarinus officinalis*) and hyssop (*Hyssopus officinalis*). *Iranian Journal of Field Crops Research* 9 (1): 78-87.
- Lima, H.RP., Kaplan, M.A.C., Cruz, A.V.M. (2003). Influence of abiotic factors on terpenoids production and variability in the plants. *Floresta e Ambiente* 10 (2): 71-77.
- Loreto, F., Ciccioli, P., Cecinato, A., Brancaleoni, E., Frattoni, M., Tricoli, D. (1996). Influence of environmental factors and air composition on the emission of [alpha]-Pinene from *Quercus ilex* leaves. *Plant Physiol* 110 (1):267-275. <https://doi.org/10.1104/pp.110.1.267>
- Mammadov, R. (2014). Secondary Metabolites in Spermatophytes. Nobel Pub. Ankara.
- Mansoori, A. (2014). The effect of plant density and harvesting time on growth and essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Journal of Medical and Bioengineering* 3 (2): 113-116. <https://doi.org/10.12720/jomb.3.2.113-116>
- Murray, M.J., Marble, P., Lincoln, D., Mefendehl, F.W. (1988). Peppermint Oil Quality Differences and the Reason for Them. (Flavor and Fragrances: A World Perspective. Eds. Lawrence, B.M., Mookhejee, B.D., Willis, B.T.) 189-210. Elsevier Press, Amsterdam.
- Nair, B. (2001). Final report on the safety assessment of *Mentha Piperita* (peppermint) oil, *Mentha Piperita* (peppermint) leaf extract, *Mentha piperita* (Peppermint) leaf, and *Mentha Piperita* (peppermint) leaf water. *International Journal of Toxicology* 20 (3): 61-73. <https://doi.org/10.1080/10915810152902592>
- Omidbeigi, R. (2013). Production and Processing of Medicinal Plants II. 2nd ed. Behnashr Pub. Msh'had.
- Ostadi, A., Javanmard, A., Amani-Machiani, M., Morshedloo, M.R., Nouraein, M., Rasouli, F., Maggi, F. (2020). Effect of different fertilizer sources and harvesting time on the growth characteristics, nutrient uptakes, essential oil productivity and composition of *Mentha × piperita* L. *Industrial Crops and Products Volume* 148: 112290. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112290>
- Özel, A., Özgüven, M. (1999). Effect of different planting times on yields and agricultural characters of different mint (*Mentha* spp.) varieties under the Harran plain conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23 (4): 921-928.
- Özgüven, M., Kırıcı, S. (1999). Farklı ekolojilerde nane türlerinin verim ile uçucu yağ oran ve bileşenlerinin araştırılması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23 (5): 465-472.
- Özgüven, M., Soltanbeigi, A., Şekeroğlu, N. (2012). The study of the adaptation, yield and quality of the different variety of anise (*Pimpinella anisum* L.) under efficient and marginal lands in Çukurova area (Turkey). 1st National Congress on Medicinal Plants. 16-17 May. Kish Island, Iran.
- Rios-Estapa, R., Lange, I., Lee, J.M., Lange, B.M. (2010). Mathematical modeling-guided evaluation of biochemical, developmental, environmental, and genotypic determinants of essential oil composition and yield in peppermint leaves. *Plant Physiology* 152 (4): 2105-2119. <https://doi.org/10.1104/pp.109.152256>
- Rios-Estapa, R., Turner, G.W., Lee, J.M., Croteau, R.B., Lange, B.M. (2008). A systems biology approach identifies the biochemical mechanisms regulating monoterpene essential oil composition in peppermint. *The Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (8): 2818-2823. <https://doi.org/10.1073/pnas.0712314105>
- Rita, P., Animesh, D.K. (2011). An updated overview on peppermint (*Mentha piperita* L.). *International Research Journal of Pharmacy* 2(8): 1-10.
- Robertson, G.P., Dale, V.H., Doering, O.C., Hamburg, S.P., Melillo, J.M., Wander, M.M., Parton, W.J. et al. (2008). Sustainable Biofuels Redux. *Science* 322 (5898): 49-50. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1161525>

- SEEMLA (Sustainable Exploitation of Biomass for Bioenergy from Marginal Lands in Europe). (2016). <http://www.advancefuel.eu/contents/files/seemla-final-conference-wp1.pdf> (Erişim tarihi: 08.03.2021)
- Sharma, S., Tyagi, B., Naqvi, A.A., Thakur, R.S. (1992). Stability of essential oil yield and quality characters in Japanese mint (*M. arvensis* L.) under varied environmental conditions. *Journal of Essential Oil Research* 4 (4): 411-416. <https://doi.org/10.1080/10412905.1992.9698093>
- Singh, M., Singh, V.P., Singh, D.V. (1995). Effect of planting time on growth, yield and quality of spearmint (*Mentha spicata* L.) under subtropical climate of Central Utar Pradesh. *Journal of Essential Oil Research* 7 (6): 621-626. <https://doi.org/10.1080/10412905.1995.9700516>
- Soltanbeigi, A., Sakartepe, E. (2020). Chemical specification of wild *Salvia tomentosa* Mill. collected from Inner Aegean Region of Turkey. *Journal of Medicinal and Spice Plants* 24 (1): 31-35.
- Telci, İ. 2001. *Farklı nane (Mentha spp.) klonlarının bazı morfolojik, tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma.* (Doktora Tezi) Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Telci, İ., Elmastaş, M., Demirtaş, İ., Kacar, O., Aytaç, Z., Yılmaz, E. (2015). Türkiye’de kültürü yapılan reyhanlarda (*Ocimum basilicum* L.) flavonoid ve fenolik asit kompozisyonlarının araştırılarak farklı kemotiplerin belirlenmesi, önemli bileşiklerin ekolojilere göre değişimi ve antioksidan potansiyellerinin karşılaştırılması. Araştırma Projesi Raporu, No: 1110677, TÜBİTAK.
- Tuğay, M.E., Kaya, N., Yılmaz, G., Telci, İ., Dönmez, E. (2000). Tokat ve çevresinde yaygın olarak bulunan bazı aromatik bitkilerin bitkisel ve teknolojik özellikleri. Araştırma Projesi Raporu, No: TOGTAG-1690, TÜBİTAK.
- Umarusman, M.A., Aysan, Y., Özgüven, M. (2019). Farklı bitki ekstraktlarının bezelye bakteriyel yaprak yanıklığına (*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*) antibakteriyel etkilerinin araştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (3): 297-314. <https://doi.org/10.33462/jotaf.527213>
- Upadhyay, R.K., Bahl, J.R., Verma, R.S., Padalia, R.C., Chauhan, A., Patr, D.D. (2014). New source of planting material for quality cultivation of menthol-mint (*Mentha arvensis* L.). *Industrial Crops and Products* 59: 184-188. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.019>
- Yeşil, M., Öner, E., Özcan, M.M. (2018). Determination of agricultural characteristics of different mint (*Mentha* sp.) species in Ordu ecological conditions. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 6 (12): 1734-1740. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i12.1734-1740.1979>
- Yılmaz, K. (2018). *Isparta koşullarında yetiştirilen Mentha piperita L. türüne ait klon ve çeşitlerin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Zheljajkov, V.D., Cantrell, C.L., Astatkie, T., Ebelhar, M.W. (2010). Peppermint productivity and oil composition as a function of nitrogen, growth stage, and harvest time. *Agronomy Journal* 102 (1), 124-128. <https://doi.org/10.2134/agronj2009.0256>