



## Tuz Stresinin Nane (*Mentha piperita* L.)’de Büyüme ile Uçucu Yağ Miktarı ve Bileşenleri Üzerine Etkileri

Nilgün Göktürk Baydar\*, Özkan Çoban

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 32270 Isparta, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Araştırma Makalesi

Geliş 30 Ocak 2017  
Kabul 16 Mart 2017

#### Anahtar Kelimeler:

*Mentha piperita* L.  
NaCl  
Büyüme  
Uçucu yağ içeriği  
Uçucu yağ bileşenleri

#### \*Sorumlu Yazar:

E-mail: nilgunbaydar@sdu.edu.tr

### ÖZET

Nane (*Mentha piperita* L.) güçlü kokusu ve tadı ile tıbbi ve aromatik bitkiler içinde yer alan önemli bitki türlerinden biridir. Yaprak ve uçucu yağları kozmetik, gıda, ilaç ve kişisel bakım ürünlerinde kullanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerde verim ve sekonder metabolit biosentezinin abiyotik stres faktörlerinden aşırı derecede etkilendikleri bilinmektedir. Tuzluluk da bitkileri etkileyen en önemli stres faktörlerinden biridir. Bu araştırma, tuz stresinin nane bitkisinde büyüme ile uçucu yağ miktarı ve bileşenleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla üç farklı konsantrasyonda sodyum klorür (NaCl) (0, 100 ve 150 mM) uygulamalarının yapıldığı çalışmada, incelenen bütün kriterlerin NaCl uygulamalarından önemli derecede etkilendikleri belirlenmiştir. Sürgün uzunluğu, yaş ve kuru bitki ağırlıkları ile uçucu yağ içeriğinin NaCl seviyelerindeki artışla birlikte önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra NaCl uçucu yağ bileşenlerinde de farklılıklara neden olmuştur. NaCl konsantrasyonunun 150 mM seviyesine çıkmasıyla nane yağının ana bileşenlerinden olan mentol ve menton miktarlarının önemli miktarda düştüğü saptanmıştır. Bütün bu sonuçlardan NaCl'nin nane bitkisinin büyüme, uçucu yağ içeriği ve uçucu yağ kalitesini özellikle yüksek konsantrasyonlarda olumsuz yönde ve dikkate değer bir biçimde etkilediği tespit edilmiştir.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 5(7): 757-762, 2017

## The Effects of Salt Stress on Growth, Essential Oil Content and Components of Mint (*Mentha piperita* L.)

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received 30 January 2017  
Accepted 16 March 2017

#### Keywords:

*Mentha piperita* L.  
NaCl  
Growth  
Essential oil content  
Essential oil constituent

#### \*Corresponding Author:

E-mail: nilgunbaydar@sdu.edu.tr

### ABSTRACT

Peppermint is one of the valuable medicinal and aromatic plants with its powerful flavour and fragrance. Its leaf and essential oil are used in cosmeceuticals, foods, pharmaceutical and personal care products. It is well known that yield and secondary metabolite biosynthesis in the medicinal and aromatic plants are strongly influenced by abiotic stresses. Salinity is also one of the most important stress factors affecting plants. This study was carried out to determine the effect of salt stress on growth, essential oil content and oil constituents in peppermint plants. For this aim, three different concentrations of sodium chloride NaCl (0, 100 and 150 mM) were applied to peppermint plants. As a result of the study it was determined that all of the investigated parameters were significantly affected by NaCl applications. Shoot length, fresh and dry weights of plants and essential oil content decreased in line with the elevating level of NaCl. Besides, NaCl also caused differences in essential oil composition. Menthol and menthone, the main components of the peppermint oil, reduced significantly when NaCl concentration rose to 150 mM. Based on the results, it may be concluded that NaCl especially at high concentrations considerably and negatively affected plant growth, essential oil content and quality of the essential oil.

## Giriş

Anavatanı Akdeniz Bölgesi özellikle Anadolu ve Mısır olan nane (*Mentha spp*), dünya üzerinde geniş alanlarda yayılım gösteren ve ekonomik önemi son derece yüksek, çok yıllık aromatik bir bitkidir. İçermiş olduğu tanen, pulegon, izomenton, metil asetat, menton ve özellikle de mentol bileşikleri ile başta tıp olmak üzere, gıda, parfümeri, kozmetik gibi önemli endüstriyel alanlarda yaygın olarak kullanılan nane, aynı zamanda yaprakları ile de önemli bir baharat bitkisidir (Herro ve Jacob, 2010; Baydar, 2013). Ancak pek çok bitkide olduğu gibi, nane bitkisinin de büyüme ve gelişmesi birçok çevresel faktörün etkisi altındadır. Bu faktörlerin en önemlilerinden biri de uçucu yağ verimi ve kalitesi üzerinde son derece önemli etkileri olan tuzluluktur. Nitekim Dünya’da tarımsal üretimde belirgin kayıplara neden olan, bitkinin büyüme ve verimliliğini sınırlayan, ayrıca uçucu yağlar ve flavanolidler gibi sekonder metabolit birikimini de etkileyen en önemli abiyotik stres etmenlerinin başında tuz stresi gelmektedir (Nikolova ve Ivancheva, 2005; Clark ve Menary, 2008). Tuz stresi, bitkilerde çimlenme ve canlılık değerlerini düşüren, hatta stresin yoğunluğu ve süresine bağlı olarak bitkinin tamamen canlılığını yitirmesine neden olan, morfolojik özellikler ile başta fotosentez ve solunum olmak üzere birçok fizyolojik olayı olumsuz yönde etkileyen ve bütün bunların sonucu olarak da büyüme, gelişme ve verimde kayıpların ortaya çıkmasına neden olan önemli bir stres faktörüdür (Rout ve Shaw, 2001; Parida ve Das, 2005; Sosa ve ark., 2005; Aziz ve ark., 2008a; Baghalian ve ark., 2008). Tuz stresinden etkilenen bitki türlerinden biri de nane olup, tuzun farklı nane türlerinde hücre fonksiyonlarını bozduğu, bitki büyüme ve gelişimini aksattığı, yaprak sayısı, alanı, bitki boyu, bitki ağırlığı ile yapraklardaki klorofil miktarını azaltarak fotosentezi düşürdüğü tespit edilmiştir (Aziz ve ark., 2008b; El-Danasoury ve ark., 2010; Khorasaninejad ve ark., 2010). Bunun yanı sıra tuzluluk nanedeki sekonder metabolit birikimini de etkilemekte olup; uçucu yağ verimini azalttığı, uçucu yağ bileşenleri üzerinde ise farklı şekillerde etkide bulunduğu belirlenmiştir (Aziz ve ark., 2008b; Khorasaninejad ve ark., 2010).

Dünyada tarım arazilerinin %20’sinde, sulanan arazilerin %50’sinde (Zhu, 2001; Yokoi ve ark., 2002; Sudhir ve Murthy, 2004), Türkiye’de ise sulanan alanların yaklaşık %32,5’inde tuzluluk probleminin bulunduğu bildirilmektedir (Ekmekçi ve ark., 2005). Bu verilerden tuzluluğun gerek dünyada gerekse ülkemizde tarımsal üretimi sınırlandıran önemli bir stres faktörü olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmada yukarıda belirtildiği gibi önemli fizyolojik etkileri olan tuz stresinin *Mentha piperita* türüne ait nanelerde, bitki gelişimi ile uçucu yağ miktarı ve bileşenleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak Antalya Tarım A.Ş.’den temin edilen, çeliklerden vejetatif olarak çoğaltılmış 3-4 yapraklı İngiliz nanesi (*Mentha piperita*) fideleri kullanılmıştır.

### Metot

**Tuz uygulamalarının yapılması:** Nane fideleri iklim odasına getirilmelerinin ardından, öncelikle içinde 1:1 oranında vermikülit: perlit karışımı bulunan 4 l’lik plastik tüplere, her birinde 5 adet fide olacak şekilde dikilmişlerdir. Daha sonra fideler 2 hafta süreyle ½ Hoagland solüsyonu (Hoagland ve Arnon, 1950) ile 2’şer gün aralıklarla sulanmışlardır. Bu sürenin sonunda nanelere tuz uygulamaları yapılmaya başlanmıştır. Bu amaçla fideler, içinde 0 mM, 100 mM ve 150 mM olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda sodyum klorür (NaCl) içeren ½ Hoagland solüsyonu ile sulanmışlar ve belirtilen bu konsantrasyonlarda sulama işlemine 2’şer gün aralıklarla 2 ay süresince devam edilmiştir. Hasat, NaCl uygulamalarının başlamasından 2 ay sonra ve çiçeklerin %50’sinin açtığı dönemde gerçekleştirilmiştir. Araştırma tesadüf parselleri planında faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 fide olacak şekilde kurulmuştur.

**Sürgün uzunluğu ile yaş ve kuru bitki ağırlıklarının belirlenmesi:** Ortalama sürgün uzunluğu, hasat sırasında her bir bitkideki en uzun sürgünün toprak yüzeyinden en uç kısmına kadarki uzunluğunun cm cinsinden ölçülmesi ile tespit edilmiştir. Hasat edilen bitkilerin g cinsinden tartılmasıyla yaş bitki ağırlığı; bu bitkilerin oda koşullarında ve gölgede sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmasının ardından kurumuş bitkilerin tartılması ile de kuru bitki ağırlıkları g cinsinden belirlenmiştir.

**Uçucu yağ miktarının belirlenmesi:** Her bir tekerrür için oda koşullarında kurutulan 10 bitkiye ait toprak üstü kısımları homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra bu karışımdan 30 g alınarak Clevenger tipi su distilasyonu aparatında yaklaşık 3 saat süreyle damıtılmışlardır. Distilasyon işleminin ardından, aparatın ölçülü kısmında toplanan yağ miktar ölçülmüş ve oranlama ile % yağ oranı hesaplanmıştır. Daha sonra Gharib ve ark. (2008) tarafından kullanılan aşağıdaki formüle göre uçucu yağ miktarı, bitki başına µl cinsinden (µl/bitki) hesaplanmıştır. Analizler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

$$UYM=BA \times Y \times 1000$$

UYM	= Uçucu yağ miktarı (µl/bitki)
BA	= Bitki ağırlığı (g)
Y	= % Yağ

**Uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi:** Elde edilen uçucu yağlar susuz sodyum sülfat ile kurutulduktan sonra Gaz kromatografisi/Kütle spektrometresi (Gas chromatography/Mass spectrometry, GC/MS) analizlerinde kullanılmışlardır. Uçucu yağ bileşenleri Süleyman Demirel Üniversitesi Deneysel ve Gözlemsel Araştırma ve Uygulama Merkezi’nde bulunan Quadrupole (QP-5050) detektör ve kapiler kolon (CP-Wax 52 CB (50 m x 0,32 mm, film kalınlığı 0,25 µm) donanımlı Shimadzu QP 5050 model GC/MS cihazında belirlenmiştir. 50 µl uçucu yağ 5 ml n-hekzan içinde çözüldürüldükten sonra 1/100 split modda enjekte edilmiştir. Cihazın çalışma koşulları: taşıyıcı gaz, akış hızı 20 ml/dak olan helyum; enjektör ve dedektör sıcaklığı, 240°C; dedektör enerjisi akışı, 70 eV;

iyonlaştırma türü, EI; akış hızı, 10 psi; enjeksiyon hacmi 1 µl şeklinde ayarlanmıştır. Her bir bileşen, kütle spektrumlarının Wiley, NIST ve Tutor kütüphanelerinde karşılaştırmasıyla tanımlanmış ve pik alanlarının hesaplanmasıyla % değerleri tespit edilmiştir. GC/MS analizlerinde 18 ana bileşen tespit edilmiş olup, bunlar alikonma sürelerine göre  $\alpha$ -pinen, sabinene,  $\beta$ -pinen,  $\beta$ -mirsene, linalool, limonen, 1,8 sineol,  $\beta$ -terpineol, menton, isomenton, mentofuran,  $\alpha$ -terpinolen, linalil asetat, isomentol, mentol, pulegon, piperiton ve  $\beta$ -karyofilen olarak sıralanmışlardır.

#### İstatistik Analizler

Araştırma sonucunda incelenen bütün özellikler SPSS 16.0 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiş ve uygulamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır.

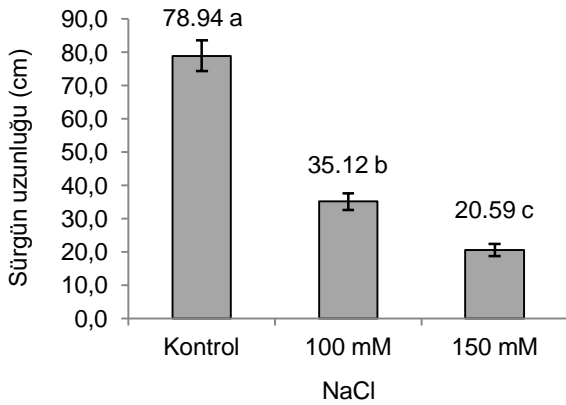
#### Bulgular ve Tartışma

Farklı konsantrasyonlarda NaCl içeren ortamlarda yetiştirilen İngiliz nanesi (*Mentha piperita* L.)'ne ait bitkilerde bitki gelişiminin ve uçucu yağ içeriklerinin NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak önemli derecede değiştiği tespit edilmiştir.

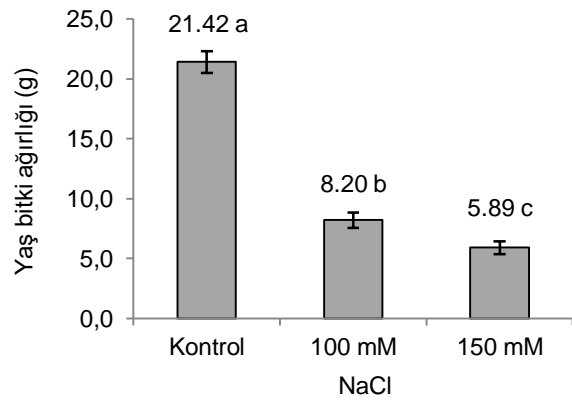
Araştırmada incelenen ilk gelişme kriteri sürgün uzunluğu olup, artan NaCl konsantrasyonuna paralel olarak sürgün uzunluğunun önemli derecede azaldığı belirlenmiştir (Şekil 1). Buna göre en uzun sürgünler 78,94 cm ile kontrol bitkilerinden elde edilirken, 100 mM ve 150 mM NaCl uygulamalarıyla sürgün uzunluğunun sırasıyla 35,12 cm ile 20,59 cm'ye düştüğü tespit edilmiştir. Tuz stresi bitkilerde sürgün büyümesinin sınırlandırılmasına neden olarak, bitki gelişiminde dikkate değer bir yavaşlamanın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Dajic (2006), tuz stresine maruz bırakılmış bitkilerde görülen sürgün büyümesindeki azalmanın fotosentezin engellenmesi, turgorun azalması, kök hassasiyeti ve sürgünlere mineral madde taşınımındaki bozuklukların neden olduğunu ifade etmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlarla benzer şekilde Aziz ve ark. (2008b) ile Khorasaninejad ve ark. (2010) tuz stresi altında

yetiştirdikleri *Mentha piperita* türüne ait nane bitkilerinde tuz konsantrasyonlarındaki artışa paralel olarak sürgün uzunluğunun azaldığını kaydetmişlerdir

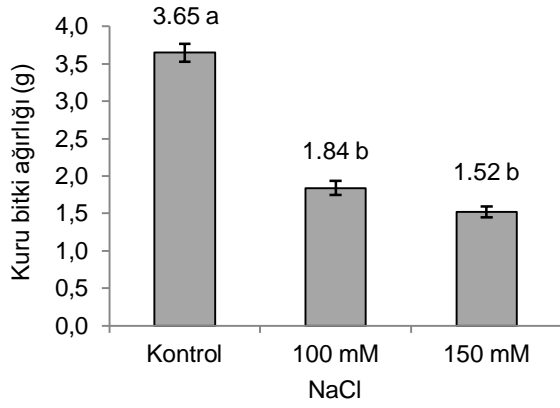
Araştırmada incelenen büyüme kriterlerinden bitki yaş ve kuru ağırlıklarının NaCl konsantrasyonunun artışı bağlı olarak önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 2 ve 3). Buna göre kontrol bitkilerinde 21,42 g olarak belirlenen bitki yaş ağırlığının 100 mM NaCl ile 8,20 g'a, 150 mM konsantrasyonu ile de 5,89 g'a düştüğü belirlenmiştir. Bitki kuru ağırlıklarının da benzer şekilde kontrol bitkilerine göre NaCl uygulanmış bitkilerde daha düşük olduğu saptanmıştır. Önemli gelişme kriterlerinden olan yaş ve kuru bitki ağırlıklarının, tuz uygulamalarına tabi tutulmuş bitkilerde konsantrasyon artışına paralel olarak önemli derecede azaldığı, en düşük değerlerin de 150 mM tuz içeren ortamlardaki bitkilerden elde edildiği belirlenmiştir. Böylece tuz uygulamasının bitki için önemli bir stres faktörü olduğu ve negatif yönde etkilerinin bulunduğu saptanmıştır. Bu araştırma sonuçlarına paralel olarak Tabatabaie ve Nazari (2007) ile Aziz ve ark. (2008b)'nin *Mentha piperita* türüne ait nane bitkisinde yaptıkları çalışmalar sonucunda, tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerde yaprak alanı ve yaprak sayısının tuz uygulaması sonucu azaldığını ve bitki ağırlığının düştüğünü belirtmişlerdir. Bitki büyümesindeki bu düşüş, osmotik etkilerin neden olduğu su absorpsiyonundaki azalış, iyonik dengesizliğin sonucu olarak ortaya çıkan beslenme eksiklikleri ve birçok metabolik aktivitelere görülen yavaşlamalar sonucu ortaya çıkmaktadır (Kumar ve ark., 2005). Nitekim Munns (2003) de benzer şekilde tuzun bitkilerde aşırı alımının ozmotik strese, spesifik iyon toksitesine ve iyonlar arasındaki dengesizliğe neden olarak büyüme ve gelişme üzerinde olumsuz etkilere neden olduğunu belirlemiştir. *Mentha piperita* türüne ait nanede tuzun kök gelişimi üzerindeki etkilerini inceleyen Khorasaninejad ve ark. (2010), tuzun yarattığı stres sonucunda kök uzunluğunun ve ağırlığının azaldığını tespit etmişlerdir. Limon otunda yapılan bir çalışmada da benzer şekilde tuz konsantrasyonu arttıkça kök kuru ağırlığında önemli düşüşlerin meydana geldiği bildirilmiştir (Öztürk ve ark., 2004).



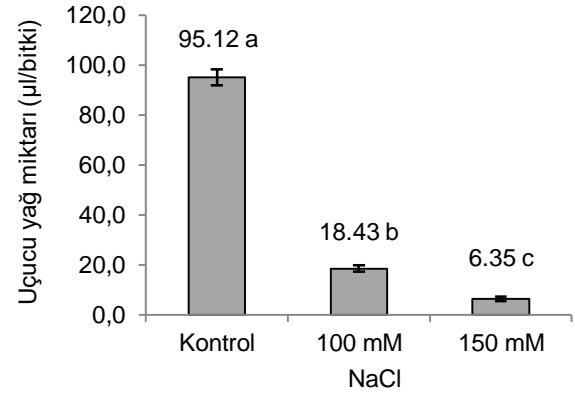
Şekil 1 Nane bitkisinde NaCl uygulamalarının sürgün uzunluğu üzerine etkileri



Şekil 2 Nane bitkisinde NaCl uygulamalarının yaş bitki ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 3 Nane bitkisinde NaCl uygulamalarının kuru bitki ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4 Nane bitkisinde NaCl uygulamalarının uçucu yağ miktarı üzerine etkileri

Çizelge 1 Nane bitkisinde NaCl uygulamalarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkileri

Uçucu yağ Bileşenleri	Alıkönme zamanı	NaCl (mM)		
		0	100	150
$\alpha$ -Pinen	7.85	0.54±0.06	0.13±0.00	-
Sabinen	11.075	0.61±0.06	0.16±0.01	-
$\beta$ -Pinen	11.2	1.82±0.13	0.20±0.01	-
$\beta$ -Mirsen	11.768	1.15±0.10	0.80±0.04	-
Linalool	14.969	1.52±0.12	2.86±0.23	6.67±0.64
Limonen	15.717	1.28±1.12	2.27±0.28	0.77±0.07
1,8- sineol	16.258	7.45±0.86	4.25±0.52	2.73±0.18
$\beta$ -Terpineol	32.025	1.45±0.09	0.70±0.04	0.58±0.02
Menton	32.508	25.41±3.11	27.08±3.84	20.64±2.25
Isomenton	32.895	6.57±0.62	5.12±0.38	4.21±0.21
Mentofuran	33.642	13.87±1.24	11.71±1.00	20.00±1.86
$\alpha$ -Terpinolen	37.142	1.65±0.14	2.25±0.25	3.52±0.42
Linalil asetat	37.75	-	1.96±0.17	12.73±0.98
İzomentol	40.525	0.38±0.02	3.80±0.14	3.19±0.14
Mentol	43.292	20.34±1.86	23.24±1.70	4.46±0.38
Pulegon	44.483	7.78±0.74	7.74±0.56	14.60±1.90
Piperiton	44.927	0.46±0.03	0.24±0.01	0.20±0.00
$\beta$ -karyofilen	45.316	3.12±0.39	1.03±0.14	0.90±0.07
Toplam		96.01	95.54	95.20

Nane bitkisinin baharat olarak kullanılmasının yanı sıra bu denli önemli bir bitki olarak değerlendirilmesinin asıl sebebi içerdiği uçucu yağlardır. Bu nedenle araştırmada NaCl uygulamalarının nane bitkisinin uçucu yağ miktarı ve bileşenleri üzerine olan etkileri de incelenmiştir. Araştırmada NaCl uygulanan bitkilerde tuz seviyesindeki artışla birlikte uçucu yağ miktarının önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4). Buna göre en yüksek uçucu yağ miktarı 95,12 µl/bitki ile kontrol bitkilerinden elde edilirken, NaCl'nin 100 mM konsantrasyonunda bitki başına 18,43 µl, 150 mM konsantrasyonunda ise 6,35 µl/bitki'ye düştüğü tespit edilmiştir. Benzer şekilde farklı nane türlerinde (Tabatabaie ve Nazari, 2007; Aziz ve ark., 2008b; Khorasanhinejad ve ark., 2010; El-Danasoury ve ark., 2010) ve limon otu bitkilerinde (Öztürk ve ark., 2004) tuz uygulamalarının bitki bünyesinde meydana gelen uçucu yağ miktarını önemli derecede düşürdüğü tespit edilmiştir. Uçucu yağ miktarındaki bu azalmalar fotosentezdeki azalmalar ya da metabolik sistemlerdeki

değişikliklerden kaynaklanabilmektedir (Aziz ve ark., 2008b). Nanelerde uçucu yağ biyosentezi karbon heterotropik olan epidermal yağ bezleri içinde gerçekleşmekte olup (Croteau ve Johnson, 1984), karbon öncülerinin sürekli olarak sağlanabilmesi için fotosentez yapan hücrelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle stres sırasında fotosentez meydana gelen düşüşler, uçucu yağ sentezinin de düşmesine neden olmaktadır.

Sekonder metabolitler içinde yer alan uçucu yağlar, oldukça kompleks yapıdaki uçucu bileşenlerin bir araya gelmeleriyle oluşurlar (Tabatabaie ve Nazari 2007). Bu araştırmada, daha önceden Hussain ve ark. (2010) ile Verma ve ark. (2010) tarafından da bildirildiği şekilde, mentol, menton, mentofuran, isomenton, pulegon 1,8-sineol,  $\beta$ -terpineol, sabinen, limonen ve  $\beta$ -karyofilen nane yağında en fazla bulunan bileşikler olarak tespit edilmiştir. Ayrıca NaCl'nin sadece uçucu yağ miktarını değil aynı zamanda uçucu yağ bileşenlerinin kompozisyonlarını da değiştirdiği tespit edilmiştir (Tablo 1). Nane yağının kalitesini belirleyen ve en değerli

bileşenleri olan mentol ve menton miktarlarının en yüksek değerlere sırasıyla % 23,24 ve %27,08 ile 100 mM konsantrasyonunda NaCl uygulanan bitkilerinden elde edildiği, ancak NaCl konsantrasyonunun 150mM'a çıkmasıyla bu bileşenlerin en düşük seviyelere indiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde Aziz ve ark. (2008b) yüksek tuz konsantrasyonlarında mentolün; Khorasaninejad ve ark (2010) ise menton miktarının düştüğünü tespit etmişlerdir. Mentol nane aromalı ürünlerin elde edilmesinde kullanılan anahtar rolü içeren en önemli bileşen olup, nane yağındaki mentol miktarının yüksek olması nane yağının kalitesini de artıran en önemli unsurdur (Peixoto ve ark., 2009). Ayrıca mentol ve mentonun yüksek antimikrobial aktiviteleri de bulunmaktadır. (Iscan ve ark., 2002; Mahady ve ark., 2005). Bu nedenle mentol gıda, kozmetik ve ilaç sanayinde en fazla tercih edilen bileşenler içinde yer almaktadır (Sivropoulou ve ark., 1995). Mentofuran ve pulegon da nane yağının kalitesini belirleyen diğer önemli bileşiklerdir. Nitekim bu bileşiklerin hepatoksik etkisi ve ciğerler üzerindeki zararlı toksisitesi nedeniyle (Gordon ve ark., 1982; Thomassen ve ark., 1988), uçucu yağlarda yüksek konsantrasyonlarda bulunmaları tercih edilmemektedir. Araştırmada mentofuran miktarı kontrolde %13,87 olarak tespit edilirken, 100 mM NaCl uygulamasında %11,71'e düştüğü; pulegon miktarının ise kontrol ve 100 mM NaCl uygulamasında %7,78 ile %7,74 ile birbirine çok yakın değerler gösterdikleri tespit edilmiştir. Ancak NaCl konsantrasyonunun 150 mM'ye çıkmasıyla mentofuran miktarının %20,00'ye, pulegon miktarının ise %14,60'a çıkarak araştırmadaki en yüksek seviyelere ulaştıkları tespit edilmiştir. Benzer şekilde Tabatabaie ve Nazari (2007), artan NaCl konsantrasyonu ile pulegon miktarının arttığını, Khorasaninejad ve ark (2010) ise 100mM NaCl konsantrasyonunda mentofuran miktarının kontrol grubuna göre azaldığını saptamışlardır. Araştırmada 1,8- sineol,  $\beta$ -terpineol, izomenton, piperiton ve  $\beta$ -karyofilen gibi bileşikler ise en yüksek değerlere kontrol grubu bitkilerde ulaşırken, bu bileşiklerin artan NaCl konsantrasyonlarına paralel olarak azaldıkları tespit edilmiştir. Linalool ve  $\alpha$ -terpinolen ise artan NaCl seviyeleri ile miktarları yükselen bileşikler arasında yer almışlardır. Nane yağında bulunan  $\alpha$ -pinen, sabinen,  $\beta$ -pinen ve  $\beta$ -mirsen bileşenlerinin en yüksek seviyeye kontrol grubu bitkilerde ulaşırken; 100 mM NaCl uygulamasında bu bileşenlerin miktarının düştüğü, 150 mM de ise bu bileşenlere rastlanılmadığı tespit edilmiştir. Araştırmada tespit edilen bir diğer bileşik de limonen olup, en yüksek limonen konsantrasyonu %2,27 ile 100 mM NaCl uygulanan bitkilerde belirlenmiştir. Kontrol grubunda bulunmayan linalil asetat ise artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yağlarda saptanmıştır. Daha önce farklı nane türlerinde yapılan çalışmalarda da tuz konsantrasyonuna göre uçucu yağ bileşenlerin miktarlarında önemli değişikliklerin meydana geldiği tespit edilmiştir (Aziz ve ark., 2008b; Karray-Bouraoui ve ark., 2009; Khorasaninejad ve ark., 2010).

Sonuç olarak, bütün veriler değerlendirildiğinde tuzluluğun nane bitkisi için önemli bir stres faktörü olduğu belirlenmiştir. Ortamlarda artan NaCl konsantrasyonuna paralel olarak bitkinin büyüme ve gelişmesinin azaldığı, uçucu yağ miktarının önemli derecede düştüğü tespit edilmiştir. Uçucu yağ

bileşenlerinin de NaCl'den etkilendiğinin belirlendiği araştırmada, özellikle 150 mM NaCl'nin nane yağının en önemli bileşiği olan mentolü düşürerek, sağlık üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle istenmeyen mentofuran ve pulegon miktarının da artışına neden olarak yağ kalitesini önemli ölçüde düşürdüğü tespit edilmiştir.

## Teşekkür

Araştırmacılar projeyi finansal olarak destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkür eder.

## Kaynaklar

- Aziz EA, Hendawi ST, Azza EED, Ömer EA. 2008a. Effect of soil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil and constituents of *Thymus vulgaris* Plant. Amer-Eurasian J. Agri. & Environ. Sciences, 4(4): 443-450.
- Aziz EE, Al-Amier H, Craker LE. 2008b. Influence of salt stress on growth and essential oil production in peppermint, pennyroyal, and apple mint. J. Herbs, Spices Med. Plants, 14: 3-9.
- Baghalian K, Haghiry A, Naghavi MR, Mohammadi A. 2008. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). Scientia Hort., 116: 437-41.
- Baydar H. 2013. Tıbbi Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilim ve Teknolojisi. SDÜ Basım Evi, 303, Isparta.
- Clark RJ, Menary RC, 2008. Environmental effects on peppermint (*Mentha piperita* L.) II. effects of temperature on photosynthesis, photorespiration and dark respiration in peppermint with reference to oil composition. Aust. J. Plant Physiol., 7(6): 693-697.
- Croteau R, Johnson MA, 1984. Biosynthesis of terpenoids in glandular ability and growth characters in two maize cultivars. Pak. J. Bot., 41: 87-98.
- Dajic Z, 2006. Salt stress. Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants. (K.V.M. Rao and K.J. Reddy (eds)), Chapter 6, p 345.
- Ekmekçi E, Apan M, Kara T. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. OMÜ, Zir. Fak. Der., 20 (3): 118-125.
- El-Danasoury M, Al-Amier H, El-Din Helaly A, Aziz EE, Craker L. 2010. Essential oil and enzyme activity in spearmint under salt stress. J. Herbs Spices Med. Plants., 16: 136-145.
- Gharib FA, Moussa LA, Massoud ON. 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. Int. J. Agric. Biol., 10: 381-387.
- Gordon WP, Forte AJ, McMurty RJ, Gal J, Nelson SD. 1982. Hepatotoxicity and pulmonary toxicity of pennyroyal oil and its constituent terpenes in the Mouse. Tox. Appl. Pharm., 65(3): 413-424
- Herro E, Jacob SE. 2010. *Mentha piperita* (peppermint). Dermatitis. 21(6): 327-329.
- Hoagland DR, Arnon DI. 1950. The water-culture method of growing plants without soil. Calif. Agr. Expt. Sta. Circ., 347.
- Hussain AI, Farooq A, Nigam PS, Ashraf M, Gilani AH. 2010. Seasonal variation in content, chemical composition and antimicrobial and cytotoxic activities of essential oils from four *Mentha* species. J. Sci. Food Agric., 90: 1827-1836.
- Iscan G, Kirimer N, Kurkcuoglu M, Baser KHC, Demirci F. 2002. Antimicrobial screening of *Mentha piperita* essential oils. J. Agric. Food Chem., 50: 3943-3946.

- Karray-Bouraouia N, Rabhib M, Neffati M, Baldand B, Ranieri A, Marzouk B, Lachaâla M, Smaouib A. 2009. Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of *Mentha pulegium*. *Ind Crops Prod.*, 30: 338–343.
- Khorasaninejad S, Mousavi A, Soltanloo H, Hemmati K, Khalighi A. 2010. The effect of salinity stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of peppermint (*Mentha piperita*L.). *World Appl. Sci. J.*, 11 (11): 1403-1407.
- Kumar R, Goyal V, Kuhad MS. 2005. Influence of fertility–salinity interactions on growth, water status and yield of Indian mustard (*Brassica juncea*). *Indian J Plant Physiol.*, 10: 139–144.
- Mahady GB, Pendland SL, Stoia A Hamill FA, Fabricant D, Dietz BM, Chadwick LR. 2005. *In vitro* susceptibility of *Helicobacter pylori* to botanical extracts used traditionally for the treatment of gastrointestinal disorders. *Phytother. Res.*, 19: 988-991.
- Munns R. 2003. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.*, 25: 239-250.
- Nikolova MT, Ivancheva SV. 2005. Quantitative flavonoid variations of *Artemisia vulgaris* L. and *Veronica chamaedrys* L. in relation to altitude and polluted environment. *Acta Biol. Szeged.*, 49: 29-32.
- Öztürk A, Unlukara A, İpek A, Gürbüz B. 2004. Effects of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of lemon balm (*Melissa officinalis*). *Pak. J. Bot.*, 36(4): 787–792.
- Parida AK, Das AB. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants. *Ecotox. Environ. Safety*, 60: 324-349.
- Peixoto ITA, Furlanetti VF, Anibal PC, Duarte MCT, Höfling JF. 2009. Potential pharmacological and toxicological basis of the essential oil from *Mentha* spp. *Rev. Ciênc. Farm. Básica. Apl.*, 30(3): 235-239.
- Rout NP, Shaw BP. 2001. Salt tolerance in aquatic macrophytes: ionic relation and interaction. *Biol. Plant*, 55: 91-95.
- Sivropoulou A, Kokkimi S, Lanaras T, Arsenakis M. 1995. Antimicrobial activity of mint essential oils. *J. Agric. Food Chem.*, 43: 2384-2388.
- Sosa L, Llanes A, Reinoso H, Reginato M, Luna V. 2005. Osmotic and specific ion effect on the germination of *Prosopis strombulifera*. *Ann. Bot.*, 96: 261-7.
- Sudhir P, Murthy SDS. 2004. Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. *Photosynthetica*, 42 (4): 481-486.
- Tabatabaie SJ, Nazari J. 2007. Influence of nutrient concentrations and NaCl salinity on the growth, photosynthesis, and essential oil content of peppermint and lemon verbena. *Turk. J. Agric. For.*, 31: 245-253.
- Thomassen D, Slattery JT, Nelson SD. 1988. Contribution of menthofuran to the hepatotoxicity of pulegone: assessment based on matched area under the curve and on matched time course. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 244(3): 825-829.
- Verma RS, Rahman L, Verma RK, Chauhan A, Yadav AK, Singh A. 2010. Essential oil composition of menthol mint (*Mentha arvensis*) and peppermint (*Mentha piperita*) cultivars at different stages of plant growth from Kumaon region of Western Himalaya. *OAJMAP*, 1(1): 13-18.
- Yokoi S, Bressan RA, Hasegawa PM. 2002. Salt stress tolerance of plants. *Jircas Work. Rep.*, 25-33.
- Zhu, J.K., 2001. Plant salt tolerance. *Trends Plant Sci.*, 6: 66-71.