



## The effect of different nitrogen doses on yield and yield components of Basil (*Ocimum basilicum* L.) plant

Nimet KATAR<sup>\*1</sup>, Duran KATAR<sup>2</sup>, Mustafa CAN<sup>3</sup>  
ORCID: 0000-0003-0699-167X; 0000-0003-1340-8040; 0000-0003-1533-7039

<sup>1</sup> İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 26160 Eskişehir, Turkey  
<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 26160 Eskişehir, Turkey  
<sup>3</sup> İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 64400 Uşak, Turkey

### Abstract

In this study, it is aimed to determine the effect on yield and yield components of basil (*Ocimum basilicum* L.) of different nitrogen doses (0, 3, 6, 9, 12 and 15 kg da<sup>-1</sup>). The study was carried out in a randomized complete block design with three replications under Eskişehir ecological conditions in 2019-2020. The plant height, fresh herb yield, fresh and dry leaf yields, essential oil content and essential oil yield of *Ocimum basilicum* L. were investigated in the study and the effect of different nitrogen doses on examined all parameters were found to be significant. The results (2019 and 2020 mean) obtained from the experiment showed that fresh herba yield, fresh leaf yield, dry leaf yield and essential oil yield ranged between 748.00-1617.80 kg da<sup>-1</sup>, 449.55-1062.40 kg da<sup>-1</sup>, 89.76-166.63 kg da<sup>-1</sup> and 0.79-1.24 L da<sup>-1</sup>, respectively. In addition, essential oil contents were determined between 0.72-0.88%. Considering the results obtained from the study, the most suitable nitrogen dose that can be recommended in basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivation under Eskişehir and similar ecological conditions is 9 kg da<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Basil, *Ocimum basilicum* L., nitrogen doses, yield and essential oil content

----- \* -----

## Farklı azot dozlarının Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkisi

### Özet

Bu çalışmada, farklı azot dozlarının (0, 3, 6, 9, 12 ve 15 kg da<sup>-1</sup>) reyhan (*Ocimum basilicum* L.) 'ın verim ve verim öğeleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak Eskişehir ekolojik koşullarında 2019-2020 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada bitki boyu, taze herba verimi, taze ve kuru yaprak verimleri, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi incelenmiş, farklı azot dozlarının incelenen tüm parametrelerin üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Deneme sonucunda (2019 ve 2020 yılları ortalaması) taze herba verimi, taze yaprak verimi, kuru yaprak verimi ve uçucu yağ verimi sırasıyla 748.00-1617.80 kg da<sup>-1</sup>, 449.55-1062.40 kg da<sup>-1</sup>, 89.76-166.63 kg da<sup>-1</sup> ve 0.79-1.24 L da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Uçucu yağ oranları ise %0.72-0.88 arasında belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, Eskişehir ve benzer ekolojik koşullarda reyhan (*Ocimum basilicum* L.) yetiştiriciliğinde 9 kg da<sup>-1</sup> azot dozu tavsiye edilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Reyhan, *Ocimum basilicum* L., azot dozları, verim ve uçucu yağ oranı

### 1. Giriş

Lamiaceae familyasında yer alan *Ocimum* cinsinin Dünya'da 65 türünün olduğu bildirilmiştir [1]. *Ocimum* cinsi, Asya, Afrika ve Güney Amerika'nın tropikal ve subtropikal bölgelerine özgü yıllık ve çok yıllık otsu veya çalimsı bitkilerden oluşmaktadır [2]. *Ocimum* türleri Türkiye'de fesleğen ya da reyhan olarak bilinmektedir [3]. Bu türler içinde Dünya'da en çok yetiştirilen ve en çok ekonomik öneme sahip olan tür ise *Ocimum basilicum* L. türüdür [4]. Bu türün

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

(*Ocimum basilicum* L.) Fransa, Mısır, Endonezya ve Macaristan gibi ülkelerde tarımının yapıldığı bildirilmiştir [5]. Türkiye'de doğal yayılış göstermeyen reyhan bitkisi özellikle Batı ve Güney Anadolu'da tıbbi ve baharat amaçlı olarak yetiştirilmekte [6] olup bu amaçla *O. basilicum* ve *O. minimum* türleri üretimde yer almaktadır [7]. Reyhan (*Ocimum basilicum* L.)'ın yaprak ve çiçeklerinden uçucu yağ elde edilmektedir. Yapılan çalışmalarda reyhan bitkisinden elde edilen uçucu yağın % 0.25-1.79 arasında değiştiği belirlenmiştir [8, 9, 10].

Reyhan bitkisinin belirgin bir aroma ihtiva etmesi nedeniyle çok eskiden beri baharat olarak kullanıldığı [12], uçucu yağının ise mide rahatsızlıklarında, yatıştırıcı, idrar söktürücü, ağrı kesici, balgam söktürücü, solucan düşürücü, sakinleştirici, ağız ve diş şikayetlerinde, ishal ve kronik dizanteride, solunumla ilgili rahatsızlıklarda ve mantar hastalığı tedavisinde etkili olduğu bildirilmiştir [12]. Aynı zamanda uçucu yağın böcek kovucu, nematisidal, antibakteriyel, antifungal ve antioksidan özelliklere sahip olduğu [13, 14, 15], reyhandaki bulunan sekonder metabolitlerin ve uçucu yağın ise antiviral ve antimikrobiyal etki gösterdiği rapor edilmiştir [16, 17]. Diğer taraftan linalool, metil kavikol, öjenol, linalol, metil sinnamat, kafür ve sitralin reyhan uçucu yağının ana bileşenlerini oluşturduğu ifade edilmiştir [15].

Önemli makro besin elementlerinden olan azot, bitki büyüme ve gelişimi üzerinde diğer mineral besinlerden daha fazla bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte azotlu gübrenin yetersiz ya da aşırı uygulaması ürün verimi ve kalitesini olumsuz etkilemekte, aşırı azot verilmesinin zaman içinde çevre sorunlarına da sebep olduğu bilinmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde azotlu gübre uygulamasının ürünün verimi, uçucu yağın oranı ve bileşenleri üzerinde etkili olduğu bilinmektedir [18]. Yapılan literatür taramasında azotlu gübrelemenin *Ocimum basilicum* L. türünün verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemek üzere yürütülen çok az çalışma [5] olduğu görülmüştür.

Bu çalışmanın amacı, Eskişehir ekolojik koşullarında farklı azot dozlarının reyhan (*Ocimum basilicum* L.)'ın verim ve verim parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesidir.

## 2. Materyal ve yöntem

Bu çalışma, Eskişehir Orman Fidanlık Müdürlüğü arazisinde 2019 ve 2020 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü üretim dönemlerinde deneme yıllarına ve uzun yıllara ait toplam yağış ve ortalama sıcaklık verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre her iki çalışma yılı (2019 ve 2020) üretim döneminde toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına kıyasla daha yüksek olmuştur. Diğer taraftan aynı dönemde denemenin birinci ve ikinci yılında ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 17.6 °C ve 17.5 °C olarak hemen hemen aynı olduğu tespit edilmiş olup uzun yıllar ortalama sıcaklık değerinden (16.4 °C) daha yüksek gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 1).

Tablo 1. Deneme alanına ait bazı iklim verileri\*

Aylar	Toplam Yağış (mm)			Ortalama Sıcaklık (°C)		
	2019	2020	UY**	2019	2020	UY**
Nisan	38.6	13.0	43.1	10.2	10.9	9.6
Mayıs	30.3	38.9	40.0	17.4	16.3	14.9
Haziran	57.5	74.3	23.7	21.1	19.5	19.1
Temmuz	17.4	1.2	13.1	21.8	23.2	22.1
Toplam	143.8	127.4	119.9	-	-	-
Ortalama	-	-	-	17.6	17.5	16.4

\*Kaynak : Eskişehir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü \*\*UY: Uzun Yıllar (1970-2011)

Denemenin kurulduğu araziden alınan toprak örneğinde yapılan analiz sonucunda; deneme alanı toprağının killi-tınlı, hafif alkalin (pH 7.6), orta kireçli, organik madde içeriğinin yetersiz ve faydalanılabilir fosfor ( $P_2O_5$ ) açısından yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri\*

Derinlik	Tekstür	Kireç (%)	Faydalanılabilir Fosfor ( $P_2O_5$ ) ( $kg\ da^{-1}$ )	pH	Organik Madde (%)
0-60 cm	Killi-tınlı	8	13.8	7.6	1.7

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

Araştırmada bitkisel materyal olarak Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilen reyhan (*Ocimum basilicum* L.) tohumlarından yetiştirilen fideler kullanılmıştır. Bitkisel materyal popülasyon niteliğinde olup yaprakları yeşil renkli, orta iri ve hafif buruşuk, çiçek rengi ise pembedir. Çalışma için ihtiyaç duyulan fideleri elde etmek için serada hazırlanmış olan ve içerisine 1/3 oranında kum + 2/3 oranında torfla doldurulmuş yastıklara tohumlar Mart ayında ekilmiştir. Yastıklarda fideler 20 gün gelişmelerini devam ettirdikten

sonra hem yastıklardaki sıklığı azaltmak hem de daha rahat büyümelerine imkân vererek pişkin fideler elde etmek amacıyla viyollere şaşırtılmıştır. Bu şekilde yetiştirilen fideler deneme tarlasında hazırlanmış olan parsellere 2019 yılında 25.04.2019 tarihinde, 2020 yılında ise 20.04.2020 tarihinde 40x25 cm mesafe ile dikilmiştir.

Her iki yılda tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olan plantasyonda her blok 6 parselden (0, 3, 6, 9, 12 ve 15 kg da<sup>-1</sup> azot dozu), her parsel 6 sıradan oluşmakta olup, sıra uzunlukları ise 5 m olarak belirlenmiştir. Çalışmada her parselde dikim öncesi dekara 5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hesabı ile gübre verilmiştir. Azotlu gübrelerin ise yarısı dikim öncesinde diğer yarısı ise dikimden bir ay sonra uygulanmıştır. Yabancı ot mücadelesi ile çapalama gibi kültürel işlemler elle, sulama işlemi damla sulama sistemiyle yapılmıştır. Parsellerdeki bitkiler tam çiçeklenme döneminde 25.07.2019 ve 23.07.2020 tarihlerinde hasat edilmiştir. Her parselin kenarlarından birer sıra ve sıra uçlarından da 3'er bitki kenar tesiri olarak bırakılarak rastgele seçilen 10'ar bitkinin boyları ölçülmüş, ardından bitkiler toprak seviyesinden 10 cm yükseklikte biçilerek hasat edilmiştir. Hasat edilen parsellerden alınan örneklerde saplarından ayrılmış yaprakların kurutma işlemi etüvde 35-38°C de 48 saat olarak uygulanmıştır. Kuru yaprak numunelerinin uçucu yağ oranları Clevenger distilasyon aparatı ile belirlenmiştir. Bu amaçla 100 g kuru yaprak numuneleri 1000 ml saf suda 3 saat süre ile distile edilmiştir. Distilasyon işlemi tamamlandıktan sonra clevenger aparatının dereceli kısmından okunan uçucu yağ miktarı değerleri üzerinden uçucu yağ oranları yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

Çalışmadan elde edilen veriler SPSS paket programında tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, incelenen özelliklerin önemlilik düzeyleri belirlenmiştir. Önemli olduğu belirlenen özellikler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır.

### 3. Bulgular

Bu çalışmada, incelenen tüm parametreler üzerine farklı azot dozlarının etkisi önemli (p<0.01) bulunurken, yıl x azot dozu interaksiyonunun etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Diğer taraftan kuru yaprak ve uçucu yağ verimleri hariç diğer incelenen parametrelerde yıllar arasındaki fark önemli (p<0.01) olmuştur (Tablo 3).

Farklı azot dozlarının ve yılların bitki boyu üzerine etkisi önemli (p<0.01) bulunurken, yıl x azot interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Bitki boyu çalışmanın ilk yılında (2019) 36.33-51.67 cm arasında, ikinci yılında (2020) ise 35.03-50.02 cm arasında değişmiştir. Reyhan bitkisi sıcaklığa pozitif tepki vermiş, bitkilerin ilk büyüme aylarında (Mayıs-Haziran) gerçekleşen sıcaklığın çalışmanın ilk yılında (2019) ikinci yıla (2020) nispeten daha fazla olması sebebiyle 2019 yılında bitki boyu daha uzun olmuştur (Tablo 1). En yüksek bitki boyu değeri her iki yılda da 12 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamasında ölçülmüştür. Kontrol bitkilerine göre uygulanan tüm azot dozlarında bitki boyu önemli seviyede artmış, yıllar ortalamasında en yüksek bitki boyu (50.84 cm) 12 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamasında elde edilmiştir. Fakat 9, 12 ve 15 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamaları arasında bitki boyu açısından istatistiksel bir fark görülmemiştir (Tablo 3). [19] Türkiye reyhanları ile yaptıkları çalışmalarında bitki boyunu 13.20-65.40 cm arasında, [10] ise 15.66-52.33 cm arasında ölçmüşlerdir. Çalışmalarda ölçülen bitki boyu değerleri arasındaki farklılıklar çalışmalarda kullanılan materyalin genotipik farklılığının yanı sıra çalışmaların yürütüldüğü bölgelerin ekolojik koşulları ve gübreleme, sulama gibi yetiştiricilik uygulamalarındaki farklılıklarla izah edilebilir. Elde edilen veriler artan azot miktarı ile bitki boyunun arttığını göstermiştir. Bu durum azotlu gübrelerin bitkinin vejetatif gelişimini dolayısıyla bitki boyunu teşvik edici özelliği ile açıklanabilir [20, 21].

Taze herba verimi üzerine yılların ve azot dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli (p<0.01) bulunmuştur. Diğer taraftan yıl x azot interaksiyonunun taze herba verimi üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Çalışmanın ilk yılı olan 2019 yılında ikinci yıla (2020) kıyasla daha yüksek taze herba verimleri elde edilmiştir. Reyhan bitkisinin üretim dönemindeki (Nisan-Temmuz) yağışların ve sıcaklık değerlerinin 2019 yılında 2020 yılına göre daha fazla olması bitki gelişimini ilk yılda pozitif etkilemiş, buna bağlı olarak 2019 yılı taze herba verimleri daha fazla alınmıştır (Tablo 1). Taze herba verimleri iki yıl ortalamasında 748.00-1617.80 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. En yüksek taze herba verimi 1617.80 kg da<sup>-1</sup> ile 15 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamasından elde edilirken bunu 1561.20 kg da<sup>-1</sup> ile 12 kg da<sup>-1</sup> azot uygulaması izlemiştir, her iki azot uygulaması istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Tablo 3). En düşük taze herba verimi kontrol bitkilerinde gözlenmiş, artan azot dozlarında taze herba verimi de önemli derecede artmıştır. [5] reyhan ile yürüttükleri çalışmalarında taze herba verimini azot verilmeyen bitkilerde 279.50-365.82 kg da<sup>-1</sup> arasında, 5 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamasında ise 321.98-487.31 kg da<sup>-1</sup> arasında elde ettiklerini bildirmişlerdir. Diğer taraftan [22] Ankara koşullarında *Ocimum basilicum* L. ile iki yıl süre ile yürüttüğü çalışmada en yüksek toplam taze herba verimini (ilk yıl iki biçim toplamı 2037.6 kg da<sup>-1</sup> ve ikinci yıl üç biçim toplamı 3178.2 kg da<sup>-1</sup> olmak üzere) her iki yılda 15 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamasında elde etmiş, fakat 5, 10 ve 15 kg da<sup>-1</sup> azot dozları arasında istatistiksel olarak fark olmadığını belirlemiştir. Çalışmalar arasındaki bu farklı sonuçların, kullanılan bitki materyallerinin genetik yapısının farklı olmasından, çalışmaların yürütüldüğü bölgelerin değişen ekolojik koşullarından ve çalışmalarda özellikle biçim sayısının farklı olmasından ileri geldiği söylenebilir.

Taze ve kuru yaprak verimi üzerine farklı azot dozlarının etkisi önemli (p<0.01) bulunurken, yıl x azot interaksiyonunun etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Taze herba verimine benzer şekilde çalışmanın ilk yılı olan 2019 yılında ikinci yıla (2020) nispetle daha fazla taze ve kuru yaprak verimleri elde edilmiştir. Fakat yılların etkisi taze yaprak verimi üzerine önemli olurken, kuru yaprak üzerine önemli olmamıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Farklı azot dozlarının reyhan (*Ocimum basilicum* L.)'in verim ve verim öğelerine etkisi

Azot dozları	Bitki boyu (cm)			Taze herba verimi (kg da <sup>-1</sup> )		
	2019	2020	Ortalama	2019	2020	Ortalama
0	36.33	35.03	35.68 c	761.62	734.38	748.00 e
3	47.00	45.60	46.30 b	930.00	902.30	916.15 d
6	48.33	46.83	47.58 b	1173.90	1137.40	1155.70 c
9	51.00	49.40	50.20 a	1496.70	1409.80	1453.30 b
12	51.67	50.02	50.84 a	1586.50	1535.80	1561.20 a
15	51.00	49.21	50.10 a	1645.00	1590.60	1617.80 a
<b>Ortalama</b>	<b>47.56 A</b>	<b>46.02 B</b>	<b>46.78</b>	<b>1265.60 A</b>	<b>1218.40 B</b>	<b>1242.00</b>
Yıl (Y)		**			**	
Azot (A)		**			**	
Y x A		öd			öd	
Azot dozları	Taze yaprak verimi (kg da <sup>-1</sup> )			Kuru yaprak verimi (kg da <sup>-1</sup> )		
	2019	2020	Ortalama	2019	2020	Ortalama
0	457.73	441.36	449.55 e	91.39	88.13	89.76 e
3	576.60	559.43	568.02 d	102.30	99.26	100.78 d
6	751.31	727.97	739.64 c	130.07	126.03	128.05 c
9	972.88	927.60	950.24 b	161.35	148.12	154.73 b
12	1047.10	1013.70	1030.40 a	163.41	158.19	160.80 ab
15	1080.20	1044.50	1062.40 a	169.43	163.83	166.63 a
<b>Ortalama</b>	<b>814.31 A</b>	<b>785.75 B</b>	<b>800.03</b>	<b>136.33</b>	<b>130.59</b>	<b>133.46</b>
Yıl (Y)		**			öd	
Azot (A)		**			**	
Y x A		öd			öd	
Azot dozları	Uçucu yağ oranı (%)			Uçucu yağ verimi (L da <sup>-1</sup> )		
	2019	2020	Ortalama	2019	2020	Ortalama
0	0.86	0.89	0.88 a	0.79	0.79	0.79 c
3	0.86	0.89	0.88 a	0.88	0.88	0.88 c
6	0.82	0.84	0.83 a	1.07	1.07	1.07 b
9	0.79	0.82	0.81 ab	1.28	1.21	1.24 a
12	0.70	0.73	0.72 c	1.14	1.14	1.14 ab
15	0.72	0.74	0.73 bc	1.21	1.21	1.21 a
<b>Ortalama</b>	<b>0.79 B</b>	<b>0.82 A</b>	<b>0.81</b>	<b>1.06</b>	<b>1.05</b>	<b>1.05</b>
Yıl (Y)		**			öd	
Azot (A)		**			**	
Y x A		öd			öd	

(\*\*) : p&lt;0.01, (öd) : önemli değil

2019 yılında taze herba veriminin daha fazla elde edilmesine bağlı olarak 2019 yılı taze ve kuru yaprak verimleri de yüksek olmuştur. 2019 ve 2020 yılları ortalamasında taze yaprak verimleri 449.55-1062.40 kg da<sup>-1</sup> arasında elde edilmiştir. Kurutulduktan sonra reyhan (*Ocimum basilicum* L.) yapraklarının ağırlığı yaklaşık % 80-84 azalmış, kuru yaprak verimleri 89.76-166.63 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. En düşük taze ve kuru yaprak verimleri kontrol bitkilerinde gözlenmiş, artan azot dozlarında taze ve kuru yaprak verimleri önemli derecede artış göstermiştir. En yüksek taze ve kuru yaprak verimleri yıllar ortalamasında 15 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamasında elde edilirken, bunu 12 kg da<sup>-1</sup> azot uygulaması izlemiştir. Fakat 12 ve 15 kg da<sup>-1</sup> azot uygulaması arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir (Tablo 3). [9] İzmir-Menemen koşullarında kuru yaprak verimini 110.00-412.00 kg da<sup>-1</sup> arasında, [23] ise Isparta koşullarında 132.00-453.45 kg da<sup>-1</sup> arasında bulmuşlardır. Diğer taraftan [5] azot uygulaması (5 kg da<sup>-1</sup>) ile kuru yaprak veriminin artış gösterdiğini ve verimin yıllara bağlı olarak 51.28-75.55 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini, [24] ise bitki başına yaprak sayısının 10 kg da<sup>-1</sup> azot dozuna kadar artış gösterdiğini saptamışlardır. Çalışmalar arasındaki bu farklılıklar, kullanılan bitki materyallerinin genetik yapısının farklı olmasından, çalışmaların yürütüldüğü bölgelerin değişen ekolojik koşulları ve agronomik uygulamalardaki farklılıklar ile izah edilebilir.

Önemli bir kalite parametresi olan uçucu yağ oranı bakımından yıllar ve azot dozları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli (p<0.01) bulunurken, yıl x azot dozları etkileşimi arasındaki farklılık ise önemsiz bulunmuştur. İlk yıl ortalama uçucu yağ oranı % 0.79 iken ikinci yıl % 0.82 olarak ölçülmüştür (Tablo 3). Bitkilerin

hasat edildiği temmuz ayında gerçekleşen ortalama sıcaklık değeri 2020 yılında (23.2°C) bir önceki yıla (21.8°C) göre daha fazla olmuş, artan sıcaklığın uçucu yağ sentezine pozitif etki yapması ile uçucu yağ oranı artış göstermiştir [25]. Reyhan'da azotlu gübre uygulaması uçucu yağ oranı üzerine önemli derecede fakat negatif olarak etki göstermiş, artan azot dozları ile uçucu yağ oranı azalmıştır. Uçucu yağ oranı en düşük oranda (sırasıyla % 0.72 ve % 0.73) yüksek azot dozlarında (sırasıyla 12 ve 15 kg da<sup>-1</sup>) belirlenirken, en yüksek oranda (% 0.88) ise azot uygulanmayan parseller ile düşük azot dozunda (3 kg da<sup>-1</sup>) belirlenmiştir (Tablo 3). Daha önce reyhan bitkisi ile yapılan çalışmalarda uçucu yağ oranını [9] % 0.3-1.4 arasında, [10] % 0.25-1.06 arasında ve [24] % 0.5-0.7 arasında bulduklarını bildirmişlerdir. *Ocimum basilicum* L.'da farklı azot dozlarının (0, 5, 10 ve 15 kg da) etkisinin araştırıldığı bir çalışmada uçucu yağ oranının azot dozlarından önemli oranda etkilenmediği belirlenmiştir [22]. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer olarak Aydın ekolojik koşullarında reyhan bitkisi ile yapılan bir çalışmada da azot uygulaması ile uçucu yağ oranının azaldığı bildirilmiştir [5].

Çalışmada yıllara ait uçucu yağ verimi ilk yıl 0.79-1.28 L da<sup>-1</sup> ikinci yıl ise 0.79-1.21 L da<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup her iki yıl ortalaması hemen hemen aynı olmuştur. Kuru yaprak verimine benzer şekilde yılların ve yıl x azot interaksyonunun uçucu yağ verimine etkisi önemsiz olmuştur. Yıllar ortalamasında uçucu yağ verimleri 0.79-1.24 L da<sup>-1</sup> arasında değişmiş, azot dozları arasındaki fark ise önemli (p<0.01) bulunmuştur (Tablo 3). En yüksek uçucu yağ verimi 1.24 L da<sup>-1</sup> ile 9 kg da<sup>-1</sup> azot dozundan alınırken, en düşük değer ise 0.79 L da<sup>-1</sup> ile kontrol bitkilerinden alınmıştır. Uçucu yağ verimi 9 kg da<sup>-1</sup> azot dozuna kadar önemli derecede artmış ve 9, 12 ve 15 kg da<sup>-1</sup> azot dozları aynı istatistikî grupta yer almıştır (Tablo 3). Uçucu yağ verimi uçucu yağ oranı ile kuru yaprak verimine bağlı olarak değişmektedir. Çalışmada artan azot dozlarında uçucu yağ oranının azalması buna mukabil kuru yaprak veriminin artması uçucu yağ veriminin kuru yaprak verimi artışından daha fazla etkilendiğini göstermektedir. Benzer olarak azot uygulaması ile reyhanda uçucu yağ veriminin artış gösterdiği rapor edilmiştir [22, 26]. Uçucu yağ verimine ait bulgularımız, [5]'in Aydın ekolojik koşullarında elde ettiği 0.33-0.55 L da<sup>-1</sup> değerinden daha yüksek bulunurken, [23]'ün Isparta ekolojik koşullarında elde ettiği 0.78-2.88 L da<sup>-1</sup> değerinden daha düşük olmuştur. Bu durum çalışmaların yürütüldüğü lokasyonların iklim ve toprak özelliklerinin etkisinin yanı sıra kullanılan bitki materyallerinin farklı genotipik yapısı ile açıklanabilir. Diğer taraftan tıbbi ve aromatik bitkilerde uçucu yağ oranı ve verimini bitkinin genotipi, bitkinin yaşı, yetiştirme lokasyonu, sıra arası mesafe, hasat zamanları, gübreleme ve kurutma işlemlerinin etkilediği rapor edilmiştir [25, 27, 28, 29, 30, 31].

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinde azot uygulaması bitki boyu, taze herba verimi, taze yaprak verimi, kuru yaprak verimi, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi üzerine önemli derecede etkili olmuştur. Uçucu yağ oranı artan azot dozlarında önemli derecede azalırken, bitki boyu, taze herba verimi, taze yaprak verimi, kuru yaprak verimi ve uçucu yağ verimi artan azot dozları ile önemli derecede artış göstermiştir.

Azot, bitkiler tarafından yeterli büyümenin yanı sıra amino asit, enzim ve protein oluşumu için nispeten büyük miktarlarda ihtiyaç duyulan temel makro besin elementidir. Çevre koşullarının iyi ve toprakta azot seviyesinin yeterli olduğu durumlarda bitkinin yeterli bir büyümeye sahip olduğu ve fotosentez sürecine bağlı olarak ihtiyaç duyulan proteinlerin üretildiği bilinmektedir. Bununla birlikte, çevresel koşullar zayıf olduğunda ve azot gibi temel bir besinin mevcudiyeti sınırlı olduğunda, fotosentezin daha az olması nedeniyle bitki büyümesi düşse de, bitkiler tarafından depolama ve savunma gibi işlemler için kullanılan sekonder (ikincil) metabolitlerin üretimi genellikle artmaktadır. Nitekim bu çalışmada reyhan bitkisine azot uygulandığında yaprak sayısı ve iriliği ile yapraktaki klorofil ve fotosentetik oranının artış göstermesi ile vejetatif gelişme fazla olmuş buna bağlı olarak da kuru yaprak verimi dolayısıyla uçucu yağ verimi de artmıştır. Diğer taraftan önemli bir kalite parametresi olan uçucu yağ oranı ise açıklanan nedenlerle artan azot dozlarında düşme göstermiştir.

Çalışmada en yüksek kuru yaprak veriminin 12 ve 15 kg da<sup>-1</sup> azot dozlarından alındığı ancak 9 ve 12 kg da<sup>-1</sup> azot dozlarının kuru yaprak verimi bakımından aynı istatistikî grupta yer aldığı, en yüksek uçucu yağ veriminin ise 9, 12 ve 15 kg da<sup>-1</sup> azot dozlarından alındığı görülmektedir. Sonuç olarak, çalışmadan elde edilen veriler ve aşırı azotlu gübrelemenin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ile birlikte getirdiği ekonomik maliyet dikkate alındığında, Eskişehir ve benzer ekolojik koşullarda reyhan (*Ocimum basilicum* L.) yetiştiriciliğinde en uygun azot dozunun 9 kg da<sup>-1</sup> olduğu ifade edilebilir.

#### Kaynaklar

- [1] Paton, A., Harley, R. & Harley, M. (1999). *Ocimum*: An overview of relationships and classification. In: Holm, Y. and Hiltunen, R., Editors, *Ocimum. Medicinal and Aromatic Plants*, Industrial Profiles, Harwood Academic, Amsterdam.
- [2] Darrah, H.H. (1988). *The Cultivated Basil*, Buckeye Printing, Independence, MO.
- [3] Baytop, T. (1999). *Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi Geçmişte ve Bugün (2. Basım)*, Nobel Tıp Kitapevleri

- [4] Marotti, M., Piccaglia, R. & Giovanelli, E. (1996). Differences in essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) Italian cultivars related to morphological characteristics. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 44, 3926-3929.
- [5] Arabacı, O. & Bayram, E. (2004). The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. (Basil). *Journal of Agronomy*, 3(4), 255-262.
- [6] Yıldız, G., Gül, F. & Kulak, M. (2015). Herb yield and chemical composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil in relation to the different harvest period and cultivation conditions. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 12. 10.4314/ajtcam.v12i6.7.
- [7] Telci, İ., Bayram, E., Yılmaz, G. & Avcı, A.B. (2005). *Türkiye’de Kültürü Yapılan Yerel Fesleğen (Ocimum spp.) Genotiplerinin Morfolojik, Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Karakterizasyonu ve Üstün Bitkilerin Seleksiyonu (Sonuç Raporu)*, TOGTAG-3102 Nolu Proje, TÜBİTAK.
- [8] Nurzynska-Wierdak, R., Borowski, B. & Dzida, K. (2013). Essential oil composition of sweet basil cultivars as affected by nitrogen and potassium fertilization. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37, 427-436.
- [9] Karık, Ü., Çiçek, F., Oğur, E., Çınar, O. & Birol, D. (2014). Menemen ekolojik koşullarında bazı ticari ve yerel fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) çeşitlerinin morfolojik, verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (2), 10-20.
- [10] Karaca, M., Kara, Ş. & Özcan, M. (2017). Bazı fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) popülasyonlarının herba verimi ve uçucu yağ oranının belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 160-169.
- [11] Labra, M., Miele, M., Ledda, B., Grassi, F., Mazzei, M. & Sala, F. (2004). Morphological characterization, essential oil composition and dna genotyping of *Ocimum basilicum* L. cultivars. *Plant Science*, 167, 725-731.
- [12] Aşımgil, A. (1996). *Şifalı Bitkiler*, Timaş Yayınları İstanbul, 352s.
- [13] Simon, J.E., Quinn, J. & Murray, R.G. (1999). Basil: A Source of Essential Oils. In: Janick, J., Simon, J.E. (Eds.), *Advanced in New Crops* (pp. 484-489), Timber Press, Portland, OR.
- [14] Juliani, H.R. & Simon, J.E. (2002). Antioxidant Activity of Basil. In: Janic, J., Whipkey, A. (Eds.), *Trends in New Crops and New Uses* (pp. 575-579), ASHS Press, Alexandria, VA.
- [15] Lee, S., Umamo, K., Shibamoto, T. & Lee, K. (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, 91, 131-137.
- [16] Chiang, L.C., Ng, L.T., Cheng, P.W., Chiang, W. & Lin, C.C. (2005). Antiviral activities of extracts and selected pure constituents of *Ocimum basilicum*. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 32, 811-816.
- [17] Bassole, I.H.N., Meda, A., Bayala, B., Tirogo, S., Franz, C., Novak, J., Nebié, R.C. & Dicko, M.H. (2010). Composition and antimicrobial activities of *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha x piperita* L. and *Ocimum basilicum* L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination. *Molecules*, 15, 7825-7839.
- [18] Aboukhalid, K., Faiz, C., Douaik, A., Bakha, M., Kursu, K., Agacka-Moldoch, M., Machon, N., Tomi, F. & Lamiri, A. (2017). Influence of environmental factors on essential oil variability in *Origanum compactum* benth. growing wild in Morocco. *Chemistry Biodiversity*, 14(9), 1-41. DOI: 10.1002/cbdv.201700158.
- [19] 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*, 1110677 Nolu Proje, TÜBİTAK.
- [20] Frabboni, L., Simone, G. & Russo, V. (2011). The influence of different nitrogen treatments on the growth and yield of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 5, 799-803.
- [21] Khalid, K.A. (2013). Effect of nitrogen fertilization on morphological and biochemical traits of some apiaceae crops under arid region conditions in Egypt. *Nusantara Bioscience*, 5, 15-21.
- [22] Daneshian Moghaddam, A.M. (2010). Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.)’ de Farklı Bitki Sıklığı ve Azot Dozlarının Verim, Verim Ögeleri, Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Bölümü, Doktora Tezi, 153 syf.
- [23] Günay, E. & Telci, İ. (2017). Isparta ekolojik koşullarında bazı reyhan (*Ocimum basilicum* L.) genotiplerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (2), 100-109.
- [24] Isabella Sifola, M. & Barbieri, G. (2006). Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae*, 8, 408-413.
- [25] Can, M. & Katar, D. (2020). Yapraktan uygulanan farklı organik gübrelerin *Mentha x piperita* L. ve *Mentha spicata* L. türlerinin tarımsal ve kalite özelliklerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(3), 361-373.
- [26] Golcz, A., Politycka, B. & Seidler-Lozykowska, K. (2006). The effect of nitrogen fertilization and stage of plant development on the mass and quality of sweet basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) *Herba Polonica*, 52 (1/2), 22-30.
- [27] Mammadov, R. (2014). *Tohumlu Bitkilerde Sekonder Metabolitler*, Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 841, Ankara.

- [28] Katar, N. & Katar, D. (2020). Effect of Different Row Spaces on Yield and Quality of Anise (*Pimpinella anisum*) under Eskisehir Ecological Conditions, *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 13 (3), 314-321.
- [29] Katar, N., Katar, D. & Yıldız, E. (2021). Farklı kurutma sürelerinin Zufa/Çördük Otu (*Hyssopus officinalis* L.) bitkisinin verim ve uçucu yağ oranı üzerine etkisinin belirlenmesi, *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 14 (1), 28-34.
- [30] Katar, D., Can, M. & Katar, N. (2020). Farklı lokasyonların lavandin (*Lavandula × intermedia* Emeric ex Loisel.)’de uçucu yağ oranı ve kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3), 546-553.
- [31] Katar, D., Katar, N. & Can, M. (2021). The effect of different nitrogen doses on yield and yield components of oregano (*Origanum syriacum* var. *bevanii*). *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 2(1), 206-215.