

**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2020, 57 (3):433-440  
DOI: [10.20289/zfdergi.583458](https://doi.org/10.20289/zfdergi.583458)

Bülent YAĞMUR<sup>1a\*</sup>

Bülent OKUR<sup>1b</sup>

Özlem TUNCAY<sup>2a</sup>

Dursun EŞİYOK<sup>2b</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme  
Bölümü 35100 Bornova-İzmir

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Bahçe Bitkileri Bölümü 35100  
Bornova-İzmir

<sup>1a</sup>Orcid No:0000-0002-7645-8574

<sup>1b</sup>Orcid No:0000-0002-6829-3749

<sup>2a</sup>Orcid No:0000-0002-5218-1056

<sup>2b</sup>Orcid No:0000-0002-7995-6544

\*sorumlu yazar: [bulent.yagmur@ege.edu.tr](mailto:bulent.yagmur@ege.edu.tr)

**Anahtar Sözcükler:**

Roka, azotlu gübreler, nitrat, nitrit, verim

**Keywords:**

Salad rocket, nitrogen fertilizers, nitrate,  
nitrite, yield

**Farklı Organik ve İnorganik Azotlu Gübre Uygulamalarının Roka Bitkisininin (*Eruca sativa* Mill.) Azot Fraksiyonları ve Bitki Besin Maddesi İçeriği Üzerine Etkileri**

The Effect Of Organic And Inorganic Nitrogen Fertilizers On Nitrogen Fractions And Plant Nutrition Contents Of Salad Rocket

**Alınış** (Received): 27.06.2019

**Kabul Tarihi** (Accepted): 27.01.2020

**ÖZ**

**Amaç:** Bu çalışmada; roka bitkisinin (*Eruca sativa* Mill.) farklı azot formlarını içeren gübrelerle 2 yıl boyunca yetiştirilmesi sonucu yapraklarındaki nitrat, nitrit ve toplam azot birikimi ile bitki besin maddelerinin değişimi incelenmiştir.

**Materyal ve Metot:** Sera çalışması olarak yürütülen denemede farklı azot kaynakları olarak; çiftlik gübresi (100 ton ha<sup>-1</sup>), Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (150 kg N ha<sup>-1</sup>) ve (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (150 kg N ha<sup>-1</sup>) kullanılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülen denemede roka yapraklarının hasat edilmesi sonrası azot fraksiyonları ile diğer besin madde içerikleri ve verimi saptanmıştır.

**Bulgular ve Sonuç:** Her iki yıl için de rokanın verimi, azot, nitrat ve nitrit içerikleri üzerine özellikle nitratlı gübrelerin etkisi istatistiksel olarak % 5 düzeyinde ve önemli olarak belirlenmiştir. Amonyumlu gübre ve çiftlik gübresi de nitratlı gübreyi izlemiş ve daha az etkili olmuşlardır. Ekim zamanı ve azotlu gübre çeşitlerinin rokanın makro ve mikro besin elementi içeriği üzerine etkileri önemli olmamıştır.

**ABSTRACT**

**Objective:** In this study; rocket plant (*Eruca sativa* Mill.) was grown with fertilizers containing different nitrogen forms for 2 years and the accumulation of nitrate, nitrite and total nitrogen in the leaves and the change of plant nutrients were examined.

**Material and Methods:** In the experiment carried out as a greenhouse study, three different nitrogen sources were used; farmyard (cattle) manure (100 t ha<sup>-1</sup>), calcium nitrate (150 kg N-ha<sup>-1</sup>) and ammonium sulfate (150 kg N-ha<sup>-1</sup>). According to the randomized plot design with three replicatons, nitrogen fractions and other nutrient contents and yield were determined after harvesting of rocket leaves.

**Results and Conclusion:** The effect of nitrate fertilizers on nitrogen, nitrate and nitrite contents of rocket was determined as 5% statistically significant for both years. Ammonium fertilizer and farmyard manure followed nitrate fertilizer and were less effective. The effects of sowing time and nitrogen fertilizer types on macro and micro nutrient content of rocket were not significant.

## GİRİŞ

Roka, Akdeniz ülkelerinde Roma İmparatorluğu döneminden beri bilinen yabancı olarak doğada bulunan ve kültüre alınmış bir bitkidir. Birinci yıl yaprakları için sofralık olarak üretilir, düşük sıcaklıklarda kışı geçirdikten sonra ilkbaharda generatif döneme geçer ve tohum oluşturur. Bütün yıl boyunca yetiştiriciliği yapılmakta ve taze yaprakları salata ve yanlık olarak sevilerek tüketilmektedir. Tohumlarından elde edilen yağlar insan beslenmesinde, ilaç sanayinde ve değişik şekillerde değerlendirilir. İnsan sağlığı bakımından öneminin son yıllarda çoğu kişi tarafından bilinmesi bu sebzenin üretim ve tüketiminin artmasına neden olmuştur. Ülkemizde 1100 ton civarında roka üretimi yapılmaktadır. İlkbahar ve sonbahar aylarında hava sıcaklığının çok yüksek ve çok düşük olmadığı koşullarda, toprakta ve havada yeterli rutubetin bulunduğu dönemlerde bitkiler çok iyi gelişir ve kaliteli ürün alınır. Roka toprak istekleri bakımından seçici bir sebzedir. Organik maddelerce zengin, nötr reaksiyonlu ve kumlu-tınlı bünyeli topraklar yetiştiricilik için en uygun topraklardır. (Eşiyok, 2012).

Sebzelerin çoğu üretim sırasında uygulanan azotlu gübrelere nitratı kolaylıkla ve yüksek miktarlarda alır (Colla ve arkadaşları, 2010, 2011). Nitrat içeriği, sebzelerin önemli bir kalite göstergesidir. Yapraklı sebzeler olarak da tanımlanan roka, tere, maydanoz, ıspanak, pazı, marul, kereviz vb. sebzeler önde gelen nitrat biriktirici türler olarak kabul edilir. İnsanların nitratı, çiğ sebze tüketimi ile (% 80), içme suyu ile (% 15), hayvansal ürünler (et ve peynir) ve tahıllar yolu ile (% 5) alırlar. (Lundberg ve ark. 2008; Rathod ve ark. 2016). Nitrat tek başına toksik olmayan bir bileşiktir. Ancak vücuda alınan nitratın yaklaşık %5'i tükürük ve sindirim sisteminde toksik bir bileşik olan nitrite dönüşmektedir. Nitrit ve onun diğer maddelere bağlanarak oluşturduğu N-nitroso bileşikler, insanlarda ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedir (EFSA, 2008). Bu nedenle sebzelerin gübrelenmesinde hangi tip azotlu gübrelemenin yapılması gerektiği önemli bir konudur. Santamaria (2006), amonyum ve nitratın farklı oranlarının kullanıldığı hidroponik bir ortamda roka yetiştirmişlerdir. Toplam 4mM azot konsantrasyonunun kullanıldığı denemede, NH<sub>4</sub> ile beslenme durumunda yaprak alanı, sayısı ve dolayısıyla verimin düşük olduğu NH<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub> oranının eşit olduğu uygulamada ise daha yüksek değerlere ulaşıldığı saptanmıştır. NH<sub>4</sub> ile beslenmede yapraklarda nitrat birikimi hiç görülmezken, 50 NH<sub>4</sub>:50 NO<sub>3</sub> (6440 mg.kg<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>) ve 0 NH<sub>4</sub>:100 NO<sub>3</sub> (6081 mg.kg<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>) ile beslenme durumlarında ise yaprakların NO<sub>3</sub> içeriğinin

insan sağlığı için öngörülen 2000 mg.kg<sup>-1</sup> değerinden çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Mansuroğlu ve ark. (2018), roka yetiştiriciliğinde 5 azot dozu (0, 10, 20, 30 ve 40 kg N da<sup>-1</sup>) ile amonyum sülfat ve amonyum nitrat gübrelere farklı oranlarda karışımından oluşan 5 farklı azot formunu kullanmışlardır. Araştırmacılar artan azot dozuna bağlı olarak roka yapraklarında çok yüksek nitrat (1151,0-3603,0 mg kg<sup>-1</sup>) ve nitrit (15,2-974,8 mg kg<sup>-1</sup>) değerleri saptamışlardır. Buzdolabında muhafaza edilen bitkilerde nitrat değerlerinin düştüğünü ancak, bazı uygulamalarda depolama sonrası nitrit değerlerinin yükseldiğini belirleyen araştırmacılar; rokanın hemen sonra tüketilmesi ve çok uzun süreyle muhafaza edilmemesini önermişlerdir. Wierdak (2006), iki yıl süre ile yaptığı bir araştırmada üç farklı formda azotlu gübre kullanarak (kireç karışımı azot, üre ve amonyum sülfat) farklı N konsantrasyonları (birinci yıl 0,2, 0,4 ve 0,6 N dm<sup>-3</sup> ve ikinci yıl ise 0,25, 0,50 ve 0,75 g N dm<sup>-3</sup>) uygulamıştır. Uygulanan gübrenin türünden bağımsız olarak, artan azot dozları rokanın taze ağırlık veriminin düşmesine neden olmuştur. Yaprakların kuru maddesindeki nitrat içeriği, azot dozuna ve çalışma yılına bağlı olarak % 0,02-0,98 arasında değişmiştir. Maksimum taze ağırlık, C vitamini içeriği ve minimum yaprak nitrat içeriği değerleri, sonbahar roka ekiminde ve 0,20-0,25 g N dm<sup>-3</sup> uygulamasında saptanmıştır.

Yapılan bu araştırmalarda, kullanılan azot formları ve dozlarının nitrat birikimi üzerinde farklı etkilere sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da inorganik azot formlarını (nitrat ve amonyumlu) içeren iki kimyasal gübre ile organik formda azot içeren çiftlik gübresi roka yetiştiriciliğinde kullanılarak, farklı kökenli bu azot formlarının roka yapraklarındaki azot fraksiyonlarının içeriği ile verim ve bitkinin makro-mikro besin element miktarları üzerine etkileri araştırılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme, E.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü seralarında tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Denemede farklı azot kaynakları olarak, organik (çiftlik gübresi) ve inorganik (nitratlı ve amonyumlu) ticari gübrelere kullanılmıştır. Çiftlik gübresi 100 ton.ha<sup>-1</sup>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> gübresi 150 kg N ha<sup>-1</sup> ve (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübresi de 150 kg N ha<sup>-1</sup> dozunda ekimden önce homojen bir şekilde üst toprak tabakasına verilerek karıştırılmıştır. Denemede fosfor ve potasyum tüm parsellere sabit dozda, fosfor triple superfosfat olarak (Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O) 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ve potasyum da potasyum sülfat olarak (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 180 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> dozunda toprağa uygulanmıştır. Bahçe Bitkileri Bölümünün tohum stoklarından elde edilen

roka tohumları bir metrekaareye 1 g olacak şekilde ve 2 m<sup>2</sup>'lik tohum yataklarına 10 cm sıra arası olacak şekilde ekilmiştir. Metrekarede her iki yılda da 450 bitki yetiştirilmiştir. Roka bitkisinin üretim dönemi yılda toplam yaklaşık 6 ay kadardır. Deneme 2 yıl sürmüştür. Sulama bitkinin su tüketim miktarı dikkate alınarak yapılmış, ot temizliği vb. kültürel işlemler gerektiğinde yapılmıştır. Roka yapraklarının % 90'ı 7-10 adet yaprak olduğu zaman mümkün olduğunca toprağa yakın olacak şekilde kesilerek hasat edilmiş ve E.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarlarında usulüne uygun yöntemler kullanılarak analizleri yapılmıştır. Deneme toprağı ve çiftlik gübresine ait bazı fizikokimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Deneme toprağı ve çiftlik gübresinin bazı fizikokimyasal özellikleri

**Table 1.** Some physicochemical properties of the experiment soil and farmyard manure

Deneme Toprağı		Çiftlik Gübresi	
Bünye	Kumlu killi tın		-
pH	7.36		9.10
Toplam Tuz (%)	0.059		1.92
Org. Madde (%)	2.06		34.13
Toplam N (%)	0.100		1.110
Yarayışlı (mg kg <sup>-1</sup> )	P	4.2	% 0.76
	K	460	% 1.50
	Na	190.0	% 0.18
	Ca	3750	% 7.47
	Mg	56	% 0.76
	Fe	52	-
	Cu	4.60	1.62 mg kg <sup>-1</sup>
	Mn	26.0	93.10 mg kg <sup>-1</sup>
	Zn	0.90	294 mg kg <sup>-1</sup>

### Toprak ve Bitki örneklerinin Analizlerinde Uygulanan Yöntemler

Toprak reaksiyonu (pH) Jackson (1967)'e göre saf su ile doyurulmuş toprak macununda cam elektrotlu Beckman pH metresi ile ölçülerek, eriyebilir toplam tuz saf su ile satüre edilmiş toprak macununda elektrik direnç ölçülerek (U.S. Soil Survey Staff, 1955)'e göre, toprak kireç içeriği scheibler kalsimetresi ile (Schlichting ve Blume 1966), toprak mekanik analizi hidrometre yöntemine göre (Bouyoucoucous, 1955), organik madde (Reuterberg ve Kremkus, 1951)'e göre, toplam azot

(%N) modifiye makro kjeldahl yöntemine göre (Bremner, 1965), alınabilir fosfor (P) (Bingham, 1949), alınabilir K, Ca, ve Mg 1 N Amonyum asetat (NH<sub>4</sub>OAC) yöntemine göre Flame fotometrede, Mg ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde tayin edilmiştir (Nielsen, 1972; Pratt, 1965). Mikro elementlerden alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn ise DTPA yöntemine göre (Lindsay ve Norvell, 1978)'e göre belirlenmiştir. Roka yaprak örnekleri kuru madde için 65°C'ye ayarlı etüvde sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulduktan sonra değirmenlerde öğütülüp analize hazır hale getirilmiştir. Yapraklardaki toplam azot Kacar, 1972'ye göre nitrit azotu Griess-Hosway yöntemi ile Bremner, (1965) ve Hildebrent (1976)'ya göre ve nitrat azotu da Balks ve Reekers (1955)'e göre kolorimetrik olarak saptanmıştır. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi TARİST istatistiki paket proğramı (Açıkgoz ve ark., 1994) kullanılarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılmıştır, ortalamalar arasındaki önemli farklar ise Duncan'ın çoklu testine göre değerlendirilmiştir (P<0.05).

### ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

#### Rokanın Verimi İle Yapraklarındaki Nitrat, Nitrit ve Toplam Azot Miktarları

Her iki yılda da ekim zamanı ve farklı azot kaynağı uygulamalarının roka verimi ile roka yapraklarının nitrat, nitrit ( 2. Yıl azot kaynağı hariç) ve toplam azot içeriği üzerine etkisi istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Araştırmamızda roka yetiştiriciliğinde en yüksek verim birinci yılda Eylül ayında (2177.5 gr/m<sup>2</sup>) ikinci yılda ise Eylül (2130 gr/m<sup>2</sup>) ve Nisan (2443.8 gr/m<sup>2</sup>) aylarında inorganik gübre uygulamalarında elde edilmiştir. Verim azalması ise en belirgin şekilde her 2 yıl için de mart ayında gerçekleşmiştir. Bu aylardaki verimde, maksimum verimin elde edildiği aylara göre 1/3 oranında bir azalma söz konusudur. Araştırmadan elde edilen verileri azot kaynağına bağlı olarak değerlendirdiğimizde, her iki yılda da en yüksek verimin, nitratlı ve amonyumlu gübre uygulamalarında, en düşük verimin ise çiftlik gübresi uygulamasında ortaya çıktığı görülmüştür. Bitki kendisi için gerekli azotu inorganik gübrelerden daha kolay bir şekilde almaktadır (Pavlou et al. 2007). Bu nedenle inorganik gübreleme rokada verimi daha fazla artırmıştır. Verimdeki bu artış çiftlik gübresine göre yaklaşık % 10-16 arasında değişim göstermiştir. Bu durum roka yetiştiriciliğinde sadece çiftlik gübresi ile yapılacak üretimin verim olarak daha düşük sonuç vereceğinin de bir göstergesi olmuştur.

İlk yıl yaprakların nitrat içerikleri mart ayında en yüksek (319.14 mg.kg<sup>-1</sup>), mayıs ayında en düşük (257.08 mg.kg<sup>-1</sup>), ikinci yılda ise temmuz ayında en yüksek (278.57 mg.kg<sup>-1</sup>) ve nisan ayında ise en düşük (194.80 mg.kg<sup>-1</sup>) olarak analiz edilmiştir. Grzebelus ve Baranski (2001), yüksek yağışlı ve soğuk mevsimlerde yapraklardaki nitrat miktarının azaldığını, sıcak ve nemli mevsimlerde ise arttığını bildirmiştir. Araştırmamızda da yapraklardaki nitrat birikimi aylara göre farklılıklar göstermiş ve bahar aylarında daha düşük nitrat içerikleri belirlenmiştir.

Her iki yılda da çiftlik gübresi ve amonyumlu gübre uygulamasında birbirine çok yakın nitrat (ortalama 267 ve 234 mg.kg<sup>-1</sup>) değerleri saptanırken, nitratlı gübre uygulamasının her iki yılda da bu iki uygulamadan

biraz daha yüksek nitrat (270 ve 237 mg.kg<sup>-1</sup>) içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Yaprakların nitrit içerikleri organik ve inorganik gübre uygulamalarında her iki yılda da pek fazla değişmemiştir. Yapraklarda en yüksek toplam azot içeriği birinci yılda Nisan ayında ve nitratlı gübre uygulamasında (%3.84 ve %3.67), ikinci yılda ise Haziran ayında ve yine nitratlı gübre uygulamasında (%3.76 ve %3.53) belirlenmiştir (Çizelge 2). Yaprakların azot içeriği genellikle nitratlı gübre, amonyumlu gübre ve çiftlik gübresi uygulaması sırasına göre azalış göstermiştir. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da bulunmuştur (Pommerering ve ark., (1992); Bremier (1982); Yağmur ve ark., 2005; Wang ve Li, 2007; Pavlou ve ark. 2007; Stagnari ve ark. 2007).

**Çizelge 2.** Ekim zamanı ve farklı azot kaynaklarının rokanın verim ve yapraktaki azot fraksiyonları üzerine etkisi

**Table 2.** Effects of sowing time and different nitrogen sources on yield and nitrogen fractions in salad rocket leaves

Yıllar	Ekim zamanı	Verim (gr / m <sup>2</sup> )	Nitrat-N (mg kg <sup>-1</sup> )	Nitrit-N (mg kg <sup>-1</sup> )	Toplam Azot (%)
1. Yıl	Mart	732.9 <sup>1</sup> d	319.14 a	0.031 a	3.83 a
	Nisan	1937.3 b	262.84 b	0.027 ab	3.84 a
	Mayıs	1500.3 c	257.08 c	0.024 b	3.45 b
	Haziran	1945.3 b	264.60 b	0.026 b	3.83 a
	Temmuz	1722.9 b	275.09 b	0.029 a	3.77 a
	Ağustos	1621.6 b	269.71 b	0.028 a	2.94 c
	Eylül	2177.5 a	271.66 b	0.027 ab	3.51b
İstatistiki önem		**2	**	**	**
<b>Azot kaynağı</b>					
Çiftlik Gübresi <sup>3</sup>		1506.4 b	267.87 b	0.024 c	3.59 b
Amonyumlu Gübre <sup>4</sup>		1730.3 a	267.39 b	0.025 b	3.62 b
Nitratlı Gübre <sup>5</sup>		1751.0 a	270.91 a	0.026 a	3.67 a
İstatistiki önem		**	**	**	**
2. Yıl	Mart	814.3 c	195.63 b	0.024 b	2.88 b
	Nisan	2443.8 a	194.80 b	0.025 b	2.77 b
	Mayıs	1467.1 b	198.13 b	0.015 c	3.49 a
	Haziran	1909.1 b	274.20 a	0.026 b	3.76 a
	Temmuz	1694.1 b	278.57 a	0.032 a	2.92 b
	Ağustos	1590.0 b	268.85 a	0.026 b	3.46 a
	Eylül	2130.1a	268.08 a		
İstatistiki önem		**	**	**	**
<b>Azot kaynağı</b>					
Çiftlik Gübresi <sup>3</sup>		1542.2 b	234.96	0.025 c	3.45 b
Amonyumlu Gübre <sup>4</sup>		1804.5 a	234.69	0.026 b	3.48 b
Nitratlı Gübre <sup>5</sup>		1817.0 a	237.65	0.027 a	3.53 a
İstatistiki önem		**	öd	**	**

<sup>1</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan'ın çoklu testine göre önemlidir. <sup>2</sup>\*\*: P < 0.05 düzeyine göre önemlidir. öd: önemli değil. <sup>3</sup>:Büyükbaş <sup>4</sup>:(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> <sup>5</sup>:Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Tüm uygulamalardan elde edilen nitrat ve nitrit değerleri insan sağlığı için izin verilen sınırlar arasında yer almıştır. Elde edilen sonuçlar Ruckebauer (1985) ve Bergmann (1988)'in roka ve şikori gibi yaprağı yenen sebzelerde belirledikleri sınır nitrat değerinden (1500 mg kg<sup>-1</sup> taze ağırlık) daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Roka bitkisi yapraklarında belirlenen nitrat, nitrit ve toplam azot miktarları Bianco (1995); Eşiyok ve ark., (1998a); Eşiyok ve ark., (1998b); Haag ve Minami (1998) ve Elgin (2004) tarafından verilen değerler ile kıyaslandığında organik ve inorganik gübre uygulamalarının roka bitkisinin azot beslenmesi açısından herhangi bir soruna yol açmadığı saptanmıştır. Azotlu gübre formu olan NO<sub>3</sub>-N'undaki N elementi

bitki tarafından daha hızlı alınmış ve yapraklarda birikime neden olmuştur.

### Roka Bitkisi Yapraklarındaki Makro Element Miktarları

Ekim zamanı ve uygulanan azot kaynağının her iki yılda da roka bitkisinin makro element içeriği üzerinde istatistikî anlamda bir etkisi ortaya çıkmamıştır (Çizelge 3). Roka bitkisinin makro element değerleri sırasıyla 1. yıl ve 2. yıl olacak şekilde fosfor için (P) % 0.50-0.56; 0.43-0.56, potasyum (K) elementi için % 2.48-3.30; 2.25-2.85, kalsiyum (Ca) elementi için % 2.12-3.36; 2.70-3.08 ve magnezyum (Mg) elementi için % 0.19-0.54; 0.22-0.65 değerleri arasında analiz edilmiş ve bütün makro elementlerin artışı nitratlı gübre> amonyumlu gübre ve >çiftlik gübresi sırasını izlemiştir.

**Çizelge 3.** Ekim zamanı ve azot kaynaklarının, rokanın makro besin element içeriği üzerine etkisi

**Table 3.** Effects of sowing time and nitrogen sources on macro nutrient content of salad rocket

Yıllar	Ekim zamanı	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
1. Yıl	Mart	0.54	3.27	2.12	0.42
	Nisan	0.54	3.30	2.59	0.54
	Mayıs	0.54	2.51	3.36	0.19
	Haziran	0.56	3.28	2.48	0.42
	Temmuz	0.55	2.56	2.76	0.22
	Ağustos	0.50	2.69	3.07	0.47
	Eylül	0.56	2.48	3.09	0.29
İstatistikî önem		öd	öd	öd	öd
<b>Azot kaynağı</b>					
Çiftlik Gübresi <sup>3</sup>		0.53	2.81	2.76	0.37
Amonyumlu Gübre <sup>4</sup>		0.55	2.99	2.83	0.36
Nitratlı Gübre <sup>5</sup>		0.54	2.89	2.75	0.37
İstatistikî önem		öd	öd	öd	öd
2. Yıl	Mart	0.52	2.43	2.70	0.54
	Nisan	0.50	2.25	2.88	0.24
	Mayıs	0.43	2.85	2.93	0.65
	Haziran	0.51	2.72	3.04	0.43
	Temmuz	0.54	2.57	2.80	0.22
	Ağustos	0.50	2.70	3.08	0.48
	Eylül	0.56	2.48	3.10	0.28
İstatistikî önem		öd	öd	öd	öd
<b>Azot kaynağı</b>					
Çiftlik Gübresi <sup>3</sup>		0.52	2.64	2.92	0.44
Amonyumlu Gübre <sup>4</sup>		0.50	2.60	3.03	0.45
Nitratlı Gübre <sup>5</sup>		0.51	2.55	2.77	0.44
İstatistikî önem		öd	öd	öd	öd

öd: önemli değil. <sup>3</sup>:Büyükbaş <sup>4</sup>:(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> <sup>5</sup>: Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

## Roka Bitkisi Yapraklarındaki Mikro Element Miktarları

Makro element sonuçlarına benzer şekilde ekim zamanı ve uygulanan azot kaynağının her iki yılda da roka bitkisinin mikro element içeriği üzerinde istatistiki anlamda bir etkisi ortaya çıkmamıştır. Roka yapraklarının mikro element içerikleri üzerine uygulanan farklı azot formu içeren inorganik ve organik gübreler çok belirgin bir şekilde etkili olmamış ve değişimler çok dar aralıklarda gerçekleşmiştir (Çizelge 4). Roka bitkisi yapraklarında belirlenen makro ve mikro besin element miktarları Bianco (1995); Eşiyok ve ark., (1998a); Eşiyok ve ark., (1998b); Haag ve Minami (1998) ve Elgin (2004) tarafından verilen değerler ile

benzerlik göstermiş ve organik ve inorganik gübre uygulamalarının roka bitkisinin beslenmesi açısından herhangi bir soruna yol açmadığı saptanmıştır.

## SONUÇ

Bornova koşullarında farklı azotlu gübre formu ve organik gübre uygulamaları yapılarak yetiştirilen rokanın verim, nitrat nitrit ve mineral madde içeriklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada; roka bitkileri, iklim koşulları ve tohum ekiminin uygun olduğu dönemlerde hazırlanan deneme alanlarına tohum ekimi yapılarak iki yıl süre ile yetiştirilmiştir. Deneme alanına rokanın ihtiyacı olan azot üç farklı formda verilmiştir. Azot kaynağı olarak çiftlik gübresi, amonyum ve nitrat

**Çizelge 4.** Ekim zamanı ve azot kaynaklarının, rokanın mikro besin elementi içeriği üzerine etkisi

**Table 4.** Effects of sowing time and nitrogen sources on micro nutrient content of salad rocket

Yıllar	Ekim zamanı	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )
1. Yıl	Mart	319.9	4.49	58.4	35.1
	Nisan	235.0	5.08	71.9	34.1
	Mayıs	169.4	3.89	67.5	36.9
	Haziran	249.6	5.32	72.2	37.3
	Temmuz	242.9	5.39	68.3	33.4
	Ağustos	276.8	4.79	70.6	28.3
	Eylül	231.3	4.67	71.9	32.7
İstatistiki önem		öd	öd	öd	öd
<b>Azot kaynağı</b>					
Çiftlik Gübresi <sup>3</sup>		251.4	4.46	71.1	34.7
Amonyumlu Gübre <sup>4</sup>		244.0	4.79	67.6	34.2
Nitratlı Gübre <sup>5</sup>		243.9	4.76	67.4	33.1
İstatistiki önem		öd	öd	öd	öd
2. Yıl	Mart	235.5	6.54	79.3	34.9
	Nisan	147.5	5.72	74.6	37.8
	Mayıs	207.8	6.34	85.8	45.7
	Haziran	277.1	4.88	71.2	28.4
	Temmuz	269.5	5.30	70.3	33.6
	Ağustos	278.4	4.84	70.9	28.5
	Eylül	231.8	4.69	72.2	32.8
İstatistiki önem		öd	öd	öd	öd
<b>Azot kaynağı</b>					
Çiftlik Gübresi <sup>3</sup>		252.6	5.64	77.9	34.5
Amonyumlu Gübre <sup>4</sup>		246.8	5.53	75.8	33.8
Nitratlı Gübre <sup>5</sup>		246.5	5.49	73.0	33.4
İstatistiki önem		öd	öd	öd	öd

öd: önemli değil. <sup>3</sup>:Büyükbaş <sup>4</sup>:(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> <sup>5</sup>: Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

formunda azot içeren mineral gübreler deneme planına uygun olarak tohum ekiminden önce uygulanmıştır.

Hasat olgunluğuna gelen roka bitkileri hasat edilerek verim, nitrat nitrit ve mineral madde içerikleri incelenmiştir. Ekim dönemlerine bağlı olarak iklim koşullarının elverişli olduğu Eylül ve Nisan aylarında roka bitkilerinde verim diğer aylara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yüksek sıcaklık ve kuraklık rokanın verim miktarını olumsuz yönde etkilemiştir. Yüksek sıcaklık ve kurak dönemlerde verimde düşüş görülmüş, aynı durum düşük sıcaklık koşullarında da meydana gelmiş ve verim azalmıştır.

Amonyum ve nitrat formunda gübrelerle yapılan yetiştiricilikte roka yapraklarında çiftlik gübresi uygulamasına göre daha fazla nitrat içeriğinin olduğu görülmüştür. İklim koşulları ve yetiştirme dönemlerine bağlı olarak da roka yapraklarının nitrat içeriğinin değiştiği görülmüştür. Ancak her üç gübre uygulamasında da elde edilen nitrat değerleri insan sağlığı yönünden herhangi bir zarar oluşturacak düzeye ulaşmadığı belirlenmiştir. Elde edilen nitrit içeriği değerleri bakımından gübre uygulamaları arasında önemli bir farklılığın olmadığı görülmüştür.

Farklı azot kaynaklarının hasat edilen roka yapraklarının besin madde içerikleri üzerine etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir. Ancak uygulamalar sonucu elde edilen besin maddesi miktarları roka bitkisi için belirlenen sınır değerleri arasında olduğu, herhangi bir noksanlık veya fazlalık

durumunun olmadığı saptanmıştır.

Genellikle yetiştirme ortamını oluşturan topraktaki azotlu bileşikler (N), azotlu gübre formu toprağın nem içeriği, sıcaklık, kuraklık, hasat zamanı ve hasat mevsimi bitkilerde nitrat birikimini belirleyen önemli faktörlerdir.

Birim alandan daha fazla ürün almak için yapılan fazla gübreleme sonucunda bitkilerde ürün artışı görülmekle birlikte beraberinde birçok sorunu getirmektedir. Özellikle aşırı azotlu gübreleme sonucunda bitki dokularında önemli oranda nitrat birikimi görülmektedir. Bitkiler metabolik ihtiyaçlarının üzerinde azotla gübrelendiğinde kök ve tepe organlarında nitrat azotunu biriktirebilmektedirler. Ispanak, marul, roka, tere gibi bitkiler kuru maddelerinin %10'unundan fazla nitrat içermemelidirler.

Sebzelerin nitrat ve nitrit içerikleri bitkinin türü, çeşidi, genetik yapısı, bitki yaşı, çevresel faktörler ve uygulanan gübre formuna bağlı olarak değişebilmektedir. Özellikle yaprağı tüketilen ıspanak, marul, roka, tere ve maydanoz gibi sebzelerin nitrat içeriğini etkileyen faktörlerin başında verimi artırmak için aşırı azotlu gübre kullanımı gelmektedir. Sebzelerdeki nitrit miktarı ise bu etmenlerin yansırı yetersiz taşıma ve depolama koşullarından da etkilenmektedir. Aşırı azotlu gübre kullanımının azaltılması için kullanılacak gübrenin miktarı, formu, uygulama zamanı ve şeklinin mutlaka toprak analizleri sonucunda belirlenmesi, bu tür sebze yetiştiren üreticilerin uygun gübre kullanımı konusunda eğitilmesi ve denetlenmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N. Aktaş, M. E., Moghaddam, A ve Özcan, K.,1994. PC' ler için Veri Tabanı Esaslı İstatistik Paketi: TARİST, Tarla Bitkileri Kongresi, 24-28.04.1994. E.Ü.Ziraat Fak. Ofset Basımevi, Bornova- İzmir, S. 264-267.
- Baker, A.V. Mills, H.A. 1980. Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops.Hort Rev. 2, 395-423.
- Balks, R and Reekers, I., 1955. Bestimmung des Nitrat und Ammoniakstickstoffs im Boden (Determination of nitrate and ammonium nitrogen in soil). Landwir. Forsch. 8(1):7-13.
- Bergmann W, 1988. Ernährungs-störungen bei Kulturpflanzen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, NewYork.
- Bianco, V.V Rocket an ancient underutilized vegetable crop and its potential Rocket Genetic Resources Network. Report of First Meeting, November Rome, Italy
- Bingham, F.T., 1949. Soil Test for Phosphorus, Calif. Agri. 3 (8), 11-14.
- Bouyoucos, G.J. A., 1955 . Recalibration of the Hydrometer Method for making Mechanical Analysis of the Soil.Agronomy Journal,Vol:4, No:9 434.
- Bremier , T. 1982. Environmental factors and Cultural Mesasures Affecting the Nitrate Content in Spinach. Fert. Res. 3 (3). 191-292.
- Bremner, J.M., 1965. Total Nitrogen Edito C.A. Black Methods of Soil Analysis. Part 2. Amer. Soc.Argon Inc. Publisher Madison Wisconsin, U.S.A. pp:1149-1178.
- Colla, G. Cardona Suárez, C.M., Cardarelli, M., Roupheal, Y., 2010. Improving nitrogen use efficiency in melon by grafting. HortScience 45, 559-565.
- Colla, G. Roupheal, Y., Mirabelli, C., Cardarelli, M., 2011. Nitrogen-use efficiency traits of mini-watermelon in response to grafting and nitrogen-fertilization doses. J. Plant Nutr. Soil Sci. 174, 933-941.
- Elgin, Ç Bazı organik gübrelerin roka bitkisinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. E.Ü. Fen Bilimleri Enst. Y.Lisans Tezi (Basılmamış).
- Eşiyok, D., Oktay, M., Yağmur, B. 1998a. Farklı azot seviyelerinin rokanın topraktan kaldırmış olduğu besin maddeleri ve verimi üzerine etkisi. 2. Sebze Tarımı Sempozyumu Eylül Tokat
- Eşiyok, D., Okur, B., Delibacak, S., Duman, İ., 1998b. Effects of manure doses and growth media on the productivity and mineral composition of rocket leaves (*Eruca sativa*), Int. Workshop on : Improved Crop Quality by Nutrient Management. Eds D. Anaç and P. Martin Prevel Bornova-İzmir
- Eşiyok, D., 2012. Kışık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. Mete Basım Matbaacılık Hizmetleri,140-145.

- European Food Safety Authority (EFSA). 2008. <https://www.efsa.europa.eu>.
- Grzebelus D., Baranski R. 2001 Identification of accessions showing low nitrate accumulation in a germplasm collection of garden beet, *Acta Hort.* 563, 253–255.
- Hildebrandt, N., 1976. Zur Problematik der Nitrosamine in der Pflanzenernährung. Dissertation Justus Liebig Universität Giessen.
- Jackson , M. L., 1967. Soil Chemical Analysis Prentice Hall of India Priv. Ltd. New Delhi.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri, Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Klavuzu:155.
- Lindsay, W., L and Norwell, W. A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc. Iron, Mn and Copper Soil sci. Soc. Of Amer. Jour. Vol:42, 421-428.
- Lundberg, J.O., Weitzberg, E., Gladwin, M.T., 2008. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nat. Rev. Drug Discovery* 7, 156–167.
- Mansuroğlu, G., Bozkurt, S., Telli, S., Kara, M., 2018. Farklı Doz ve Formlarda Uygulanan Azot Gübrelemesi Koşullarında Üretilen Rokada Verim Tepkileri ve Depolama Önce ve Sonrasındaki Nitrat-Nitrit Birikimi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1):1-11.
- Nielsen, J.D., 1972. Fixation and Release of Potassium and Ammonium Ione in Danish Soils, *Plant and Soil*, Vol:36, pp: 71-88.
- Pavlou GC, Ehaliotis CD, Kavvadias VA. , 2007. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. *Sci. Hortic. Amsterdam* 111(4): 319–325.
- Pommerering, B., D., Palzzo, D., Mastrovito, S., Martelli, S., Vandia, 1992. A quick test for determining NO<sub>3</sub> concentration in fresh vegetables. *Advances in Horticulture Science* 6:1, 33-36 13 ref.
- Pratt, P.F. Potassium, ed. Black, C.A. ,1965. *Methods of Soil Analysis Part 2* Amer. Soc. of Argon. Inc.Pub. Madison, Wisconsin, U.S.S-1022.
- Rathod, K.S. Velmurugan, S., Ahluwalia, A., 2016. A 'green' diet-based approach to cardiovascular health Is inorganic nitrate the answer *Mol.Nutr.Food Res.*60,185–202.
- Reuterberg, E. und Kremkus, F., 1951. Bestimmung von Gesamt Humus und Alkalilöslichen Humus Stoffon in Bodden. *Zeitschrift Pflanzenernahrung Düngung und Bodenkunde*. Verlag Chemie. GmbH, Weinheim .
- Ruckenbauer W, 1985. Nitrat im mangel und überfluß. *Berutungsschr Örtter Dünger Beratungsstelle*
- Santamaria, P., 2006. Nitrate in Vegetables, Toxicity, Content, Intake and EC Regulation, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol:86,10-17.
- Slighting, E. und Blume E. H.P., 1966. *Bodenkundliches Practicum*. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, pp: 121-125.
- Stagnari F, Di Bitetto V, Pisante M. , 2007. Effects of N fertilizers and rates on yield, safety
- U.S. Soil Survey Staff., 1955. *Soil Survey Manuel Handbook*, 18 U.S. Gov. Print Off.Washington D.C.340-3434.
- Wang, Z., Li, S., 2007. Effects of Nitrogen and Phosphorus Fertilization on Plant Growth and Nitrate Accumulation in Vegetables. *Journal of Plant Nutrition* Vol.27, 3 539-556.
- Wierdak, N. R., 2006. The effect of nitrogen fertilization on yield and chemical composition of garden rocket (*Eruca sativa* Mill.) in autumn cultivation. *Acta Scientiarum Polonorum, Horturum Cultus*, 5(1): 53-63.
- Yağmur B., Bozokalfa M.K., Eşiyok D., 2005. Fosfor ve Potasyum Uygulamalarının Sap Kerevizinde (*Apium graveolens* L. var. dulce) Verim Mineral Madde Nitrat ve Nitrit Miktarı Üzerine Etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27: 121-130.