



## The Effect of Foliar Fertilization with Different Doses of Nitrate Sources on Yield, Nitrate Accumulation and Cost of Lettuce (*Lactuca sativa* L.)

Haluk Çağlar Kaymak<sup>1,a,\*</sup> Adem Aksoy<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Atatürk University, 25240 Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Atatürk University, 25240 Erzurum, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 10/12/2019 Accepted : 04/02/2020</p> <p><b>Keywords:</b> Crisphead lettuce Calcium nitrate Fertilization Urea Potassium nitrate</p>	<p>The aim of this study was to determine effect of additional foliar fertilization with different doses of nitrate sources on yield, nitrate accumulation and cost of lettuce (<i>Lactuca sativa</i> L.) in field conditions. A summer heat resistant crisphead lettuce (cv. 'Bohemia F<sub>1</sub>') was used as plant material. Also urea (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>), potassium nitrate (KNO<sub>3</sub>) and calcium nitrate (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) were used as additional foliar fertilization with doses of 0.4%, 0.6% and 0.8%. Total nitrogen values of lettuce leaves ranged from 2.20% (KNO<sub>3</sub> 0.4%) to 3.00% (Urea 0.8%). The highest nitrate accumulation was determined with 0.8% application of Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> with 2610 mg kg<sup>-1</sup>, while the lowest nitrate accumulation was determined with 2070 mg kg<sup>-1</sup> only in base fertilization (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>). As a result of additional foliar fertilization with different nitrogen sources, it was determined that the highest yield values were 4926 kg da<sup>-1</sup> (Urea 0.6%), 4787 kg da<sup>-1</sup> (Urea 0.8%) and 4719 kg da<sup>-1</sup> (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) in lettuce, respectively. However, considering the fertilizer costs in the research where the other agricultural inputs are the same, in the profitability analysis, the highest profit was determined in additional foliar fertilization with different doses of urea (0.6%) due to its low cost compared to other fertilizers. According to the results of the research, when the profitability is taken into consideration, it can be clearly said that the treatments with urea are more suitable and recommendable additional foliar fertilization for both high yield and more profit.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(4): 971-976, 2020

## Farklı Azot Kaynakları ile Yapılan Yaprak Gübrelemesinin Marul (*Lactuca sativa* L.)'da Verim, Nitrat Birikimi ve Maliyet Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 10/12/2019 Kabul : 04/02/2020</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Gübreleme Kıvırcık marul Kalsiyum nitrat Üre Potasyum nitrat</p>	<p>Bu araştırma, farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinin marul (<i>Lactuca sativa</i> L.)'da verim ve nitrat birikimi üzerine etkisini belirlemek amacı ile tarla koşullarında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak bir adet yaz sıcaklarına dayanıklı kıvırcık marul (cv. 'Bohemia F<sub>1</sub>') çeşidi, yaprak uygulaması olarak da üre (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>), potasyum nitrat (KNO<sub>3</sub>) ve kalsiyum nitrat (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)'ın %0,4, %0,6 ve %0,8'lik dozları kullanılarak yaprak gübrelemesi yapılmıştır. Yaprakta toplam azot değerleri %2,20 (KNO<sub>3</sub> %0,4) ile %3,00 (Üre %0,8) arasında değişmiştir. En yüksek nitrat birikimi 2610 mg kg<sup>-1</sup> ile Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'ın %0,8'lik uygulamasında belirlenirken, en düşük nitrat birikimi ise 2070 mg kg<sup>-1</sup> ile sadece taban gübrelemesi (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) yapılan parselde tespit edilmiştir. Farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesi sonucunda marulda en yüksek verim değerleri sırasıyla 4926 kg da<sup>-1</sup> (Üre %0,6), 4787 kg da<sup>-1</sup> (Üre %0,8) ve 4719 kg da<sup>-1</sup> (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> %0,6) olarak tespit edilmiştir. Ancak, diğer girdilerin eşit olduğu araştırmada; gübre masraflarını dikkate alındığında karlılık analizinde ilk üç sıra diğer gübrelere göre düşük maliyetinden dolayı, ürenin farklı dozları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinde tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; karlılık oranları da göz önüne alındığında üre (%0,6) ile yapılan uygulamaların hem yüksek verim hem de yüksek kar elde etmek için daha uygun ve önerilebilir ilave yaprak gübrelemesi olduğu açık bir şekilde söylenebilir.</p>

<sup>a</sup> [hckaymak@atauni.edu.tr](mailto:hckaymak@atauni.edu.tr)

<sup>b</sup> <http://orcid.org/0000-0002-0836-7654> | [aaksoy@atauni.edu.tr](mailto:aaksoy@atauni.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0003-4342-9272>



## Giriş

Marul (*Lactuca sativa* L.) Asteraceae familyasına mensup, tek yıllık bir serin iklim sebze türüdür. Marul M.Ö. 4500 yıllarından beri kültürü yapılan bir sebze türüdür (Welbaum, 2015). Günümüzde de hem Türkiye’de hem de Dünyada salata grubu sebzeler içerisinde en fazla üretimi yapılan türlerden bir tanesidir. Nitekim 2018 yılı verilerine göre Türkiye toplam marul üretimi yaklaşık 488 bin ton iken, dünyada ise 26 milyon tonun üzerindedir (FAOSTAT, 2019).

Marul serin iklim koşullarında, optimum 18-21°C’lerde başarılı bir şekilde üretilebilmesinin yanında, uygun çeşit seçimi ile farklı sıcaklık derecelerinde ve değişik iklimlerde de kolayca üretimi yapılabilmektedir (Decoteau, 2000). Toprak isteği bakımından çok seçici olmayan marul; kumlu, organik maddece zengin, alüvyal topraklarda, toprak pH’sı 5,5’in altına düşmemek koşulu ile sorunsuz bir şekilde üretilmektedir. Ancak, yüzlek ve zayıf kök sisteminin yanında büyüme ve gelişiminin %80’ini fide dikiminden sonraki 3-4 haftalık süreçte tamamladığı için gübrelemeye bir başka deyişle bitki beslenmesine özen gösterilmelidir (Decoteau, 2000, Turini ve ark., 2011). Bitkisel üretim sisteminde verimi artırabilmek için kullanılan gübrelerin başında azotlu gübreler gelmektedir. Ancak yüksek dozlarda kullanılan azotlu gübreler, toprak, bitki ve iklim faktörleri ile birleştiğinde, içme, yüzey ve yeraltı sularında yüksek konsantrasyonlarda nitrat ve nitrit birikimine yol açarak insan sağlığını ve çevreyi tehdit edici düzeylere ulaşmaktadır (Kılıç ve Korkmaz, 2012). Azot tüm bitkiler için mutlak gerekli bir besin elementidir. Bununla birlikte, diğer yaprağı tüketilen sebze türlerinde olduğu gibi marulda da azotlu gübreler çok önemlidir. Marulda yüksek verim ve pazarlanabilir baş ağırlığı; uygun dozda azot ile yakından ilişkili olmasına rağmen, aşırı dozda azotlu gübrelemeden kaçınılmalıdır (Hosseney ve Ahmed, 2009). Azot bitki büyüme ve gelişmesinde temel elementlerden bir tanesidir ve amino asitler, enzimler, DNA, RNA ve klorofil gibi önemli bileşik ve maddelerin sentezi ve oluşumunda rol oynarlar. Bu nedenle yüksek dozlarda azot kullanımından kaçınarak; azotlu gübreler uygun dozlarda ve yeteri kadar mutlaka bitkilere verilmelidir (Korkmaz ve ark., 2008; Liu ve ark., 2014; Khalil ve ark., 2016). Çünkü çok kısa vejetasyon süresine sahip olmalarına rağmen marul gibi yaprağı tüketilen sebze türleri yüksek oranda nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) biriktirirler (Wojcienchowska ve Kowalska, 2011). Bu nedenle; marul üretiminde insan sağlığı için toksik ve çok tehlikeli olan, yetiştirme sezonuna, iklim koşullarına ve yetiştirme tekniğine bağlı olarak değişen nitrat birikimi tehlikesi mutlaka dikkate alınmalıdır (Pavlou ve ark., 2007; Wojcienchowska ve Kowalska, 2011).

Taban gübrelemesine ek olarak yapılan yaprak gübrelemesi, gübreleme tekniklerinden bir tanesidir ve bitkiler besin elementlerini yapraklarından etkin bir şekilde alabilirler (Güvenç ve ark., 2006). Yaprak gübrelemesinin etkileri ile ilgili hem marulda hem de farklı sebze türlerinde değişik çalışmalar mevcuttur. Örneğin, brokolide (Yıldırım ve ark., 2007); biberde (Roosta ve Mohsenian, 2012; Zeist ve ark., 2018), domateste (Abd-El-Hamied ve Abd El-Hady, 2018) üre, kalsiyum ve potasyum nitrat gibi gübreler ve kalsiyum, demir gibi elementlerle yapılan yaprak gübrelemesinin olumlu etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Marulda da benzer sonuçlar çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Güvenç ve ark. (2006) %0,6’lık dozda yaprakta üre uygulamasının marulda verimi artırdığını tespit etmişlerdir. Kalsiyumun yaprak uygulaması ile marulda hasat sonrası kayıpların azaltılabileceği ve pazarlama süresinin uzatılabileceği de belirlenmiştir (Almeida ve ark., 2016). Ayrıca, marulda nano-üre, molibden, putresin, ethanol gibi materyallerin yaprak uygulaması ile büyüme ve gelişmenin teşvik edilerek yüksek verim ve kalite elde edilebileceği de tespit edilmiştir (Güvenç ve ark., 2006; Wojcienchowska ve Kowalska, 2011; Abdel-Salam, 2018). Bununla birlikte, sadece marulda değil sebze türlerinin üretim aşamasında en yüksek girdi maliyetlerinden biri olan gübrelemenin ve ek olarak yapılan yaprak gübrelemesinin ekonomik analizleri ve sonuçları değerlendirilmemiştir. Aynı zamanda, farklı azot kaynakları ve dozlarının bir arada değerlendirildiği çalışma sayısı da oldukça sınırlıdır. Belirtilen bu nedenlerle; bu araştırma, farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinin marul (*Lactuca sativa* L.)’da verim ve nitrat birikimi üzerine etkisini belirlemek amacı ile yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü deneme alanlarında 2005 ve 2006 yıllarında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak bir adet yaz sıcaklarına dayanıklı kıvrıkcık marul (*Lactuca sativa* L. cv. ‘Bohemia F<sub>1</sub>’) çeşidi kullanılmıştır.

Fide yetiştiriciliği için marul tohumları her iki deneme yılında da 20 Mayıs’ta torf ile doldurulmuş çoklu fide saksılarına ekilmiştir. Fide dikimi, fideler yaklaşık 3-4 gerçek yapraklı döneme geldiğinde ilk deneme yılında 27 Haziranda, ikinci deneme yılında ise 4 Temmuz’ta sıra arası 40 cm, sıra üzeri 30 cm olmak üzere her parselde 12 bitki olacak şekilde yapılmıştır.

Tınlı tekstürdeki deneme alanı topraklarının pH’sının 7,2; organik madde oranının %4,4; fosfor miktarının 4,2 kg da<sup>-1</sup>, toplam azot oranının %0,26 ve potasyum miktarının 24 kg da<sup>-1</sup> olduğu yapılan toprak analizi ile tespit edilmiştir. Denemede temel gübre olarak 15 kg N da<sup>-1</sup> ve 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> olacak şekilde sırasıyla amonyum nitrat (AN, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) ve triple süper fosfat gübreleri kullanılmıştır. Kullanılan fosforun tamamı ile amonyum nitratın yarısı toprağa fide dikimi ile birlikte, azotun diğer yarısı fide dikiminden 20 gün sonra uygulanmıştır. Ayrıca, dekara 4-5 ton olacak şekilde ahır gübresi verilmiştir (Güvenç ve ark., 2004). Bununla birlikte; sulama, hava sıcaklıkları da dikkate alınarak haftada 1-2 kez yüzey sulaması şeklinde yapılmıştır. Çapalama, yabancı ot mücadelesi gibi diğer kültürel işlemler parseller arasında fark oluşturmayacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Bunlara ilaveten, bitkilere ek olarak üre [(CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) (%46 N)], potasyum nitrat [(KNO<sub>3</sub>) (Sigma)] ve kalsiyum nitrat [(Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) (Sigma)]’ın %0,4, %0,6 ve %0,8’lik dozları kullanılarak yaprak gübrelemesi yapılmıştır. Yaprak gübrelemesi, öğleden sonra saat 4:00-5:00 arasında el spreyi kullanılarak 4 kere uygulanmıştır. İlk yaprak uygulaması, fide dikiminden iki hafta sonra yaklaşık 5-6 yaprak olunca, daha sonra yapılan uygulamalar ise 7 gün

ara ile her parsele uygulamaların tamamında 250 ml olacak şekilde yapılmıştır. Kontrol parsellerine (0 ve 15 kg N da<sup>-1</sup>) ise ilave yaprak gübrelemesi yapılmamıştır.

Parsellerin tamamı her iki deneme yılında da dikimden 60 gün sonra hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkilerde dıştaki kirli ve yıpranmış yapraklar temizlendikten sonra 8 adet bitki tesadüfi olarak seçilip ortalama baş ağırlığı (g), yaprakta kuru madde miktarı (%), verim (kg da<sup>-1</sup>), yaprakta toplam azot (%) ve nitrat birikimi (mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir.

Yaprakta toplam azot tespit edilirken Kjeldahl metodu ve Vapodest-10 Hızlı Kjeldahl Damıtma Ünitesi (Gerhardt, Königswinter, Almanya) kullanılmıştır (Bremner, 1996). Nitrat birikimi ise reflektoktoquant nitrat testi (Merckoquant nitrat testi 1.16995.0001) kullanılarak belirlenmiştir (Coltman, 1989).

Araştırmada, ayrıca maliyet analizi makro düzeyde hesaplanmış olup; girdi olarak diğer maliyet unsurları sabit olduğu için farklı azot kaynakları ve dozları girdi olarak alınarak karlılık analizi yapılmıştır.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre, 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Araştırma sonunda elde edilen verilerin varyans analizleri sonucu önemli bulunan uygulamalar arasındaki fark Duncan Çoklu karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

Farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinin marulda ortalama baş ağırlığı ve yaprakta kuru madde miktarına etkisinin istatistiksel anlamda önemli olduğu (P<0,05) belirlenmiştir (Çizelge 1). Bununla birlikte, baş ağırlığı değerleri uygulamalara göre farklılık göstermekle birlikte; her iki deneme yılında da en düşük baş ağırlığı değerleri kontrolde tespit edilirken, en yüksek baş ağırlığı değeri ise ikinci deneme yılında ürenin %0,6'lık uygulamasında (663 g) elde edilmiştir. Yaprakta kuru madde miktarı değerleri de yine uygulamalara göre değişmekle birlikte, %3,3 (KNO<sub>3</sub> %0,4 ve Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> %0,8) ile %5,1 (Kontrol) arasında belirlenmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinin marulda toplam azot ve nitrat birikimi üzerine etkisi görülecektir. Hiçbir uygulama yapılmayan kontrolde en düşük toplam azot ve nitrat birikimi değerleri belirlenmiştir. Taban gübrelemesi

ve ilave yaprak gübrelemesi yapılan parsellerde ise toplam azot ve nitrat birikimi değerleri uygulamalara göre farklılık göstermiştir. Nitekim yaprakta toplam azot değerleri %2,20 (KNO<sub>3</sub> %0,4) ile %3,00 (Üre %0,8) arasında değişmiştir. Nitrat birikimi değerleri incelendiğinde ise en yüksek nitrat birikimi 2610 mg kg<sup>-1</sup> ile Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'ın %0,8'lik uygulamasında belirlenirken, en düşük nitrat birikimi ise 2070 mg kg<sup>-1</sup> ile sadece taban gübrelemesi (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) yapılan parselde tespit edilmiştir.

Farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinin marulda verim (kg da<sup>-1</sup>) üzerine etkisi Şekil 1'de sunulmuştur. Uygulamaların marulda verim üzerine etkisinin istatistiksel anlamda önemli olduğu (P<0,05) belirlenmiştir. Araştırmada, en düşük verim değerleri her iki deneme yılında da kontrolde tespit edilmiştir. Ancak uygulamalar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, en düşük verim değerleri her iki deneme yılında da amonyum nitrat (AN) ile sadece taban gübrelemesi yapılan parsellerde sırasıyla 2782 kg da<sup>-1</sup> ve 3644 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. En yüksek verim ise 2006 yılında 5306 kg da<sup>-1</sup> ile %0,6'lık üre uygulamasından elde edilmiştir. Bununla birlikte, ilave olarak yapılan yaprak gübrelemesinde uygulamaların tamamında hem kontrole hem de sadece taban gübrelemesi yapılan parsellere göre verim artışı tespit edilmiştir. Ayrıca, Şekil 1. incelendiğinde ilave yaprak gübrelemesi ile elde edilen verim değerleri rakamsal olarak değişmekle birlikte istatistiksel olarak benzer gruplarda yer aldığı görülmektedir. Nitekim üre ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinde verim 4157 kg da<sup>-1</sup> ile 5306 kg da<sup>-1</sup>, KNO<sub>3</sub>'ta 3963 kg da<sup>-1</sup> ile 5041 kg da<sup>-1</sup> ve Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'ta 4062 kg da<sup>-1</sup> ile 4859 kg da<sup>-1</sup> arasında olduğu belirlenmiştir. Ortalamalar dikkate alındığında ise verim değerleri kontrol hariç, 3213 kg da<sup>-1</sup> (AN) ile 4926 kg da<sup>-1</sup> (Üre %0,6) arasında tespit edilmiştir.

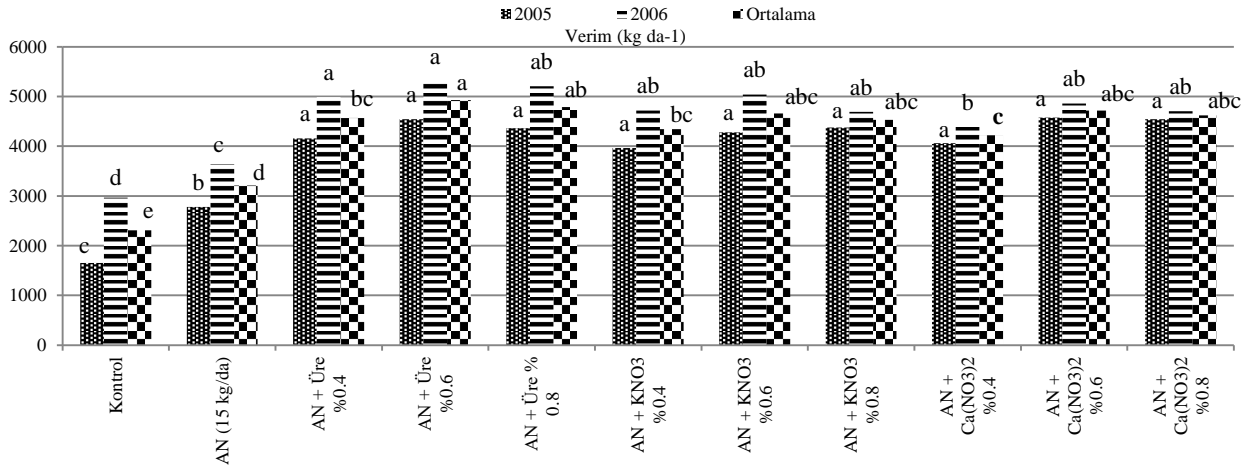
Yaprak gübrelemesine ilgi; daha az gübre ihtiyacı, toprak koşullarına bağlı kalmama ve bitkinin besin ihtiyacının hızlı bir şekilde karşılanması gibi nedenlerle artmaktadır. Ayrıca, bitki büyümesi sırasında tamamlayıcı yaprak gübrelemesinin bitkilerin mineral durumunu iyileştirebileceği ve ürün verimini arttırabileceği de bilinmektedir (Kolota ve Osinska, 2001). Bununla birlikte, ürenin yapraklardan bitkiye kolayca verilebildiği, bitkilerin yaprakları ile üreyi hızlı bir şekilde absorbe ettiği ve sitozolde hidrolize edildiği bilinmektedir (Witte ve ark., 2002).

Çizelge 1. Farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinin marulda ortalama baş ağırlığı (g) ve yaprakta kuru madde miktarına (%) etkisi

Table 1. The effect of additional foliar fertilization with different doses of nitrate sources on head weight (g) and dry matter content (%) of lettuce

Uygulamalar	Baş ağırlığı (g)			Yaprakta kuru madde miktarı (%)		
	2005	2006	Ortalama	2005	2006	Ortalama
Kontrol	207 <sup>c*</sup>	371 <sup>d*</sup>	289 <sup>E*</sup>	5,1 <sup>a*</sup>	4,5 <sup>a*</sup>	4,8 <sup>A*</sup>
AN (15 kg da <sup>-1</sup> )	348 <sup>b</sup>	456 <sup>c</sup>	402 <sup>D</sup>	4,4 <sup>b</sup>	3,7 <sup>bc</sup>	4,1 <sup>BCD</sup>
Üre %0,4	520 <sup>a</sup>	623 <sup>ab</sup>	571 <sup>BC</sup>	3,4 <sup>d</sup>	3,6 <sup>bc</sup>	3,5 <sup>E</sup>
Üre %0,6	568 <sup>a</sup>	663 <sup>a</sup>	616 <sup>A</sup>	3,9 <sup>bcd</sup>	3,6 <sup>bc</sup>	3,7 <sup>CDE</sup>
Üre %0,8	546 <sup>a</sup>	651 <sup>a</sup>	598 <sup>AB</sup>	3,7 <sup>d</sup>	4,0 <sup>abc</sup>	3,9 <sup>B-E</sup>
KNO <sub>3</sub> %0,4	495 <sup>a</sup>	590 <sup>ab</sup>	543 <sup>BC</sup>	3,8 <sup>dc</sup>	3,3 <sup>c</sup>	3,5 <sup>E</sup>
KNO <sub>3</sub> %0,6	535 <sup>a</sup>	630 <sup>ab</sup>	582 <sup>ABC</sup>	3,6 <sup>d</sup>	3,7 <sup>bc</sup>	3,7 <sup>DE</sup>
KNO <sub>3</sub> %0,8	547 <sup>a</sup>	586 <sup>ab</sup>	567 <sup>ABC</sup>	4,3 <sup>bc</sup>	4,0 <sup>abc</sup>	4,2 <sup>BC</sup>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> %0,4	508 <sup>a</sup>	548 <sup>b</sup>	528 <sup>C</sup>	4,3 <sup>bc</sup>	4,3 <sup>ab</sup>	4,3 <sup>B</sup>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> %0,6	572 <sup>a</sup>	607 <sup>ab</sup>	590 <sup>ABC</sup>	3,9 <sup>bcd</sup>	3,6 <sup>bc</sup>	3,7 <sup>CDE</sup>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> %0,8	568 <sup>a</sup>	588 <sup>ab</sup>	578 <sup>ABC</sup>	3,6 <sup>d</sup>	3,3 <sup>c</sup>	3,5 <sup>E</sup>

(\*) % 5 ihtimal seviyesinde önemli



Şekil 1. Farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinin marulda verim (kg da<sup>-1</sup>) üzerine etkisi (P<0,05).

Figure 1. The effect of additional foliar fertilization with different doses of nitrate sources on yield (kg da<sup>-1</sup>) of lettuce

Çizelge 2. Farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinin marulda toplam azot (%) ve nitrat birikimi (mg kg<sup>-1</sup>) üzerine etkisi

Table 2. The effect of additional foliar fertilization with different doses of nitrate sources on total nitrogen (%) and nitrate accumulation (mg kg<sup>-1</sup>) of lettuce

Uygulamalar	N (%)			NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )		
	2005	2006	Ortalama	2005	2006	Ortalama
Kontrol	2,17 <sup>c*</sup>	2,07 <sup>e*</sup>	2,12 <sup>E*</sup>	1867 <sup>c*</sup>	1683 <sup>b*</sup>	1775 <sup>E*</sup>
AN (15 kg da <sup>-1</sup> )	2,63 <sup>abc</sup>	2,93 <sup>b</sup>	2,78 <sup>BC</sup>	2087 <sup>bc</sup>	2070 <sup>bc</sup>	2078 <sup>DE</sup>
Üre %0,4	2,80 <sup>abc</sup>	2,80 <sup>bc</sup>	2,80 <sup>BC</sup>	2073 <sup>bc</sup>	2097 <sup>bc</sup>	2085 <sup>DE</sup>
Üre %0,6	2,90 <sup>ab</sup>	2,70 <sup>abc</sup>	2,80 <sup>BC</sup>	2120 <sup>bc</sup>	2140 <sup>bc</sup>	2130 <sup>CD</sup>
Üre %0,8	3,00 <sup>ab</sup>	2,50 <sup>bcd</sup>	2,75 <sup>BC</sup>	2203 <sup>abc</sup>	2190 <sup>bc</sup>	2197 <sup>BCD</sup>
KNO <sub>3</sub> %0,4	2,40 <sup>bc</sup>	2,20 <sup>de</sup>	2,30 <sup>DE</sup>	2317 <sup>ab</sup>	2113 <sup>bc</sup>	2215 <sup>BCD</sup>
KNO <sub>3</sub> %0,6	2,90 <sup>ab</sup>	2,30 <sup>de</sup>	2,60 <sup>CD</sup>	2340 <sup>ab</sup>	2216 <sup>bc</sup>	2278 <sup>A-D</sup>
KNO <sub>3</sub> %0,8	3,15 <sup>a</sup>	3,40 <sup>a</sup>	3,28 <sup>A</sup>	2393 <sup>ab</sup>	2263 <sup>bc</sup>	2328 <sup>A-D</sup>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> %0,4	2,40 <sup>bc</sup>	2,45 <sup>b-e</sup>	2,43 <sup>CDE</sup>	2427 <sup>ab</sup>	2497 <sup>a</sup>	2462 <sup>ABC</sup>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> %0,6	2,70 <sup>abc</sup>	2,55 <sup>a-d</sup>	2,63 <sup>BCD</sup>	2447 <sup>ab</sup>	2587 <sup>a</sup>	2517 <sup>AB</sup>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> %0,8	3,20 <sup>a</sup>	2,80 <sup>bc</sup>	3,00 <sup>AB</sup>	2557 <sup>a</sup>	2610 <sup>a</sup>	2583 <sup>A</sup>

(\*) %5 ihtimal seviyesinde önemli

Kalsiyumda ise durum biraz farklıdır çünkü çift değerli bir katyon olarak kökler tarafından emilir ve ksilem boyunca dağıtılır. Ancak, floem yoluyla translokasyon düşüktür ve taşınması terleme ile daha yakın ilişkilidir (Marschner, 1995). Bitki içerisinde çok hareketli olan potasyum ise stoma hareketleri, osmoregülasyon, enzim aktivitesi, hücre genişlemesi, difüze edilemeyen negatif yüklü iyonların nötralizasyonu ve membran polarizasyonu ile ilgili birçok fizyolojik süreci etkileyen süreçte önemli rol oynar (Tisdale ve ark., 1993; Elumalai ve ark., 2002; Kaya ve ark., 2007; Karaoluk Esençay ve Korkmaz, 2019).

Yapraktan üre uygulamalarının, verim artışı ve ürün kalitesinin iyileşmesi gibi yararlı etkileri, marul (Padem ve Alan, 1995; Güvenç ve ark., 2006) ve lahanada, soğan, hıyar gibi birçok sebze türünde bildirilmiştir (Kolota ve Osinska, 2001). Almeida ve ark. (2016) marulda kalsiyumun yapraktan uygulanması ile daha büyük yapraklar elde edildiğini ve verim artışı olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde, 10 ve 15 mM konsantrasyonlarında kalsiyum nitrat ve potasyum nitrat ile yapraktan gübre uygulamasının hıyarda bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı ve toplam verim üzerinde önemli etkileri olduğu ve yaprak

uygulamaları ile hıyar veriminde % 20-32 oranında bir artış olduğu tespit edilmiştir (Soliman, 2002). Ayrıca, marulda artan dozlarda azotun verim üzerine olumlu etkileri tespit edilmiştir (Mordoğan ve ark., 2001). Kavak ve ark. (2003) kalsiyum nitratın marulda verim, kalite ve mineral madde birikimi üzerine olumlu etkisinin amonyum sülfata göre daha iyi olduğunu, baş ağırlığı, baş çapı ve uzunluğunun da azot kaynaklarına göre değiştiğini bildirmiştir. Chohura ve Kolota (2011) marulda verimin azot kaynakları ve çeşitlere göre farklılık gösterdiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada, ‘Casabella’ marul çeşidinin kalsiyum nitrat gübrelemesi ile ‘Klausia’ marul çeşidinin ise amonyum nitrat gübrelemesi ile daha yüksek verim değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. Araştırmada, farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinin marulda verim artışına yaptığı olumlu etki diğer araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar ile uyumludur.

Sebzelerdeki nitrat birikimi genellikle toprakta bulunan besinlerin miktarına ve türlerine bağlıdır ve özellikle de uygulanan gübrelerin miktarları, uygulama zamanları ve bileşimleriyle yakından ilgilidir. Ayrıca, genetik, çevresel (sıcaklık, fotoperiyod) ve tarımsal faktörler (azot dozları ve kimyasal formlar) ve toprak azot içeriği sebzelerde nitrat

birikimini etkileyen faktörlerin başında gelmektedir (Güvenç, 2002; Santamaria, 2006). Bununla birlikte, sebzelerde yüksek dozlarda azotlu gübre uygulamalarının, C vitamini, çözülebilir şeker, çözülebilir katı maddeler, Mg ve Ca konsantrasyonlarını azalttığı, nitrat birikimini ise artırdığı tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2008). Marulda da artan azot dozuna bağlı olarak bitkide toplam azot ve nitrat birikiminin arttığı bilinmektedir (Mordoğan ve ark., 2001). Bunlara ilaveten, ek olarak yapılan yaprak gübrelemesi de sebzelerde nitrat birikimi üzerine etkili olmaktadır. Nitekim araştırmada elde edilen sonuçlar da bu yöndedir. Marulda ve nitrat biriktiren diğer sebze türlerinde nitrat birikiminin kontrol edilmesi için temel önlem, özellikle azotlu gübrelemede makul agronomik tekniklerin uygulanmasında yatmaktadır. Nitekim, Mordoğan ve ark. (2001) marulda en düşük nitrat birikimini 10 kg da<sup>-1</sup> (707 ppm/TA), en yüksek nitrat birikimini ise 40 kg da<sup>-1</sup> (1924 ppm/TA) amonyum nitrat uygulamasında tespit etmişlerdir. Chohura ve Kolota (2011) amonyum sülfat ile yapılan gübrelemede marulda nitrat birikiminin amonyum ve kalsiyum nitrata göre daha düşük olduğunu ancak, amonyum nitrat ve kalsiyum nitrat uygulamalarındaki nitrat birikimi değerlerinin kabul edilebilir dozun altında olduğunu ve yüksek verim değerlerinin bu azot kaynakları ile yapılan gübreleme ile elde edildiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, insan sağlığı için son derece tehlikeli olan nitrat birikimi için kabul edilebilir dozun 0 ile 3,7 mg kg<sup>-1</sup> (WHO, 1995) arasında olduğu göz önüne alınırsa araştırmada elde edilen bulguların uygulamaların tamamında bu dozun altında ve verim üzerine etkisinin de pozitif olduğu görülmektedir. Bunlara ilaveten, turp (Güvenç, 2002), ispanak (Ahmadi ve ark., 2010; Wang

ve Li, 2004) ve Pekin lahanası (Wang ve Li, 2004) gibi farklı sebze türlerinde de azot formlarının ve dozlarının nitrat birikimi üzerindeki benzer etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir.

Araştırmada, farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinin marulda kullanılan gübre miktarı ile gelir ve kar arasındaki ilişki Çizelge 3'te incelenmiştir. Çalışmada kullanılan gübrelerle (AN=2,6 TL kg<sup>-1</sup>, TSP=2,8 TL kg<sup>-1</sup>) ait fiyatlar 2018-2019 yılları dikkate alınarak Tarım Kredi Kooperatifi ve Türkiye İstatistik Kurumundan alınmış olup KNO<sub>3</sub> (Sigma-Aldrich, %99, Germany) = 326TL kg<sup>-1</sup> ve Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (Sigma-Aldrich, %99, Germany) = 293TL kg<sup>-1</sup> fiyatları ise ithalatçı firmadan alınarak maliyet hesabında kullanılmıştır (TÜİK, 2019; TKK, 2019). Farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesi sonucunda marulda en yüksek verim değerleri sırasıyla 4926 kg da<sup>-1</sup> (Üre %0,6), 4787 kg da<sup>-1</sup> (Üre % 0,8) ve 4719 kg da<sup>-1</sup> (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> %0,6) olarak tespit edilmiştir. Ancak, diğer girdilerin eşit olduğu araştırmada gübre masraflarını dikkate alındığında karlılık analizinde ilk üç sıra diğer gübrelere göre düşük maliyetinden dolayı üretilen farklı dozları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinde tespit edilmiştir (Çizelge 3). Farklı dozlarda üre uygulamasında elde edilen verim değerleri ile KNO<sub>3</sub> ve Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'nin farklı dozlarında elde edilen verim değerleri arasında büyük farklar olmamasına rağmen kar oranları incelendiğinde üretilen diğer uygulamalara göre oldukça fazla karlı bir uygulama olduğu belirlenmiştir. Oluşan bu farkın nedeni olarak ise saf olarak kullanılan KNO<sub>3</sub> ve Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'in yüksek satın alma fiyatları gösterilebilir.

Çizelge 3. Farklı dozlarda azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesi ile maliyet, gelir ve kar arasındaki ilişki  
Table 3. The relationship among additional foliar fertilization with different doses of nitrogen, cost, income and profit

Uygulamalar	Kullanılan Gübre Miktarı kg da <sup>-1</sup>		Toplam Gübre Masraf * tl da <sup>-1</sup>		Verim		Gelir		Kar	
	TSP	AN	Diğer	TSP	AN	Diğer	Toplam	kg da <sup>-1</sup>	tl da <sup>-1</sup>	tl
Kontrol	10	0	0	28	0	0	28,0	2311	4113	4085
AN (15 kg da-1)	10	15	0	28	39	0	67,0	3213	5720	5653
Üre %0,4	10	15	2,67	28	39	6,9	73,9	4571	8136	8062
Üre %0,6	10	15	4,01	28	39	10,4	77,4	4926	8768	8691
Üre %0,8	10	15	5,34	28	39	13,9	80,9	4787	8520	8439
KNO <sub>3</sub> %0,4	10	15	2,67	28	39	871,1	938,1	4340	7725	6787
KNO <sub>3</sub> %0,6	10	15	4,01	28	39	1306,6	1373,6	4659	8294	6920
KNO <sub>3</sub> %0,8	10	15	5,34	28	39	1742,1	1809,1	4532	8067	6258
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> %0,4	10	15	2,67	28	39	783,8	850,8	4224	7519	6668
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> %0,6	10	15	4,01	28	39	1175,7	1242,7	4719	8399	7157
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> %0,8	10	15	5,34	28	39	1567,6	1634,6	4623	8230	6595

\* Ürün maliyet analizinde kullanılan diğer sabit ve değişir masraflar aynı olduğu için dikkate alınmamıştır.

## Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın sonuçları, farklı azot kaynakları ile yapılan ilave yaprak gübrelemesinin marulda, ortalama baş ağırlığı ve verim gibi büyüme özelliklerini artırdığını göstermektedir. Öte yandan, en düşük nitrat birikimi, diğer yaprak uygulamaları ile karşılaştırıldığında üretilen %0,6'lık uygulamasında belirlenmiştir. Yaprakları tüketilen sebze türlerinde nitrat birikiminin insan sağlığına zararı göz önüne alındığında, 15 kg da<sup>-1</sup> amonyum nitrat gübrelemesine ilave olarak üretilen %0,6'lık yaprak uygulaması marulda yalnızca daha iyi verim ve agronomik özelliklere sahip olmak için değil, aynı zamanda insan beslenmesi için sağlıklı üretim için önerilebilir. Dahası,

araştırmada marulda nitrat birikiminin azot kaynaklarının tamamında kritik değerlerin altında olduğu net bir şekilde görülmektedir. Bu nedenle, ilk olarak üretilen %0,6'lık dozu ile ilave yaprak gübrelemesi önerilmiş olmasına rağmen, en yüksek verim göz önüne alındığında ise üre, kalsiyum nitrat ve potasyum nitratın %0,4, %0,6 ve %0,8 dozları ile yapılan ilave yaprak gübrelemelerinin tamamı marulda yüksek verim elde etmek için önerilebilir. Ancak, karlılık oranları göz önüne alındığında üre ile yapılan uygulamaların hem yüksek verim hem de yüksek kar elde etmek için daha uygun ve önerilebilir ilave yaprak gübrelemesi olduğu açık bir şekilde söylenebilir.

## Kaynaklar

- Abdel-Salam MA. 2018. Response of lettuce (*Lactuca sativa* L.) to foliar spray using nano-urea combined with mycorrhiza. J Soil Sci and Agric Eng, Mansoura Univ, 9: 467-472.
- Abd-El-Hamied AS, Abd El-Hady MA. 2018. Response of tomato plant to foliar application of calcium and potassium nitrate integrated with different phosphorus rates under sandy soil conditions. Egypt J Soil Sci, 58: 45-55.
- Ahmadi H, Akbarpour V, Dashti F, Shojaian A. 2010. Effect of different levels of nitrogen fertilizers on yield, nitrate accumulation and several quantitative attributes of five Iranian spinach accessions. Am Eurasian J Agric Environ Sci, 8: 468-473.
- Almeida PH, Mógor ÁF, Ribeiro AZ, Heinrichs J, Amano E. 2016. Increase in lettuce (*Lactuca sativa* L.) production by foliar calcium application. Aust J Basic Appl Sci, 10: 161-167.
- Bremner JM. 1996. Nitrogen-total. The soil science society of America and the American society of agronomy. Madison, Wisconsin, pp: 1085-1121.
- Chohura P, Kolota E. 2011. Effect of differentiated nitrogen fertilisation on the yield and quality of leaf lettuce. Folia Hort, 23: 61-66.
- Coltman RR. 1989. Managing nitrogen fertilization of tomatoes using nitrate quick test in: Asian vegetable research and development center (AVRDC). Shanhu, Tainan pp: 375-383.
- Decoteau RD. 2000. Lettuce. Linsner K (ed.). Vegetable crops, pp: 238-252.
- Elumalai RP, Nagpal P, Reed JW. 2002. A mutation in the Arabidopsis KT2/KUP2 potassium transporter gene affects shoot cell expansion. Plant Cell, 14: 119-131.
- FAOSTAT, 2019. Food and Agriculture Organization of The United Nation Web Page. [Erişim tarihi: 11.11.2019]: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Güvenç I. 2002. Effect of Nitrogen fertilization on growth, yield, and nitrogen contents of radishes. Gartenbauwissenschaft, 67: 23-27
- Güvenç İ, Kaymak HÇ, Karataş A. 2004. Alçak tünelde farklı dikim zamanlarının marulda bitki gelişmesi ve verime etkisi. Atatürk Üniv Ziraat Fak Derg, 35: 35-38.
- Güvenç İ, Karataş A, Kaymak HÇ. 2006. Effects of foliar applications of urea, ethanol and pudrecine on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa*). Indian J Agr Sci, 76: 23-25.
- Hosseney MH, Ahmed MMM. 2009. Effect of nitrogen, organic and bio fertilization on productivity of lettuce (cv. Romaine) in sandy soil under Assiut conditions. Ass Univ Bull Environ Res, 12: 7993.
- Karaoluk Esençayı M, Korkmaz K. 2019. Ordu topraklarının potasyum durumu ve potasyum fiksasyonunun belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilim Derg, 6: 878-886.
- Kaya C, Tuna AL, Ashraf M, Altunlu H. 2007. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. Environ Exp Bot, 60: 397-403.
- Kavak S, Bozokalfa MK, Uğur A, Yağmur B, Eşiyok D. 2003. Farklı azot kaynaklarının baş salatada (*Lactuca sativa* var. capitata) verim, kalite ve mineral madde miktarı üzerine etkisi. Ege Üniv Ziraat Fak Derg, 40: 33-40.
- Khalil MAI, Mohsen AAM, Abdel-Fattah MK. 2016. Effect of bio and mineral nitrogen fertilization on growth, yield and quality of lettuce plants under sandy soil conditions. Middle East J Appl Sci, 6: 411-417.
- Kılıç R, Korkmaz K. 2012. Kimyasal gübrelerin tarım topraklarında artık etkileri. Biyoloji Bilimleri Araştırma Derg, 5: 87-90.
- Kolota E, Osinska M. 2001: Efficiency of foliar nutrition of field vegetables grown at different nitrogen rates. In: Proc. IC Environ. Probl. N-Fert. Acta Hort, 563: 87-91.
- Korkmaz K, İbriki H, Ryan J, Büyük G, Guzel N, Karnez E, Yagbasanlar T. 2008. Optimizing nitrogen fertilizer-use recommendations for winter wheat in a mediterranean-type environment using tissue nitrate testing. Comm Soil Sci Plant Anal, 39: 1352-1366.
- Liu CV, Sung Y, Chen B, Lai H. 2014. Effects of nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Int J Environ Res Public Health, 11: 4427-4440.
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London, pp: 889.
- Mordoğan N, Ceylan Ş, Çakıcı H, Yoldaş F. 2001. Azotlu gübrelemenin marul bitkisindeki azot birikimine etkisi. Ege Üniv Ziraat Fak Derg, 38: 85-92.
- Padem H, Alan R. 1995. The effect of foliar fertilizers on yield, chlorophyll and chemical content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Atatürk Üniv J Agric Fac, 26: 21-34.
- Pavlou GC, Ehalotis CD, Kawadias VA. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. Sci Hortic, 111: 319-325.
- Roosta HR, Mohsenian Y. 2012. Effects of foliar spray of different Fe sources on pepper (*Capsicum annum* L.) plants in aquaponic system. Sci Hortic, 146: 182-191.
- Santamaria P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. J Sci Food Agric, 86: 10-17.
- Soliman EM. 2002. Comparison of micro-nutrient application methods for cucumber production in arid land protected cultivation systems. Acta Hort, 434: 114-119.
- Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD, Havlin JL. 1993. Soil fertility and fertilizers. 5th Edition, Macmillan Publishing Company, New York, USA, pp: 634.
- TKK, 2019. Tarım Kredi Kooperatifi 2019 Gübre Fiyatları. [Erişim tarihi: 24.11.2019]: <https://www.kosgebkredisi.com/tarim-kredi-gubre-fiyatları-2018-2019/>
- Turini T, Cahn M, Cantwell M, Jackson L, Koike S, Natwick E, Smith R, Subbarao K, Takele E. 2011. Iceberg lettuce production in California. Publication 7215. Son erişim: 07.11.2019 <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/7215>
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu İnternet Sayfası. [Erişim tarihi: 24.11.2019]: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=110&locale=tr>
- Wang ZH, Li SX. 2004. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on plant growth and nitrate accumulation in vegetables. J Plant Nutr, 27: 539-556.
- Wang ZH, Li SX, Malhi S. 2008. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. J Sci Food Agric, 88: 7-23.
- Welbaum GE. 2015. Vegetable production and practices. CABI International, Boston, USA, pp: 222-247.
- WHO, 1995. World Health Organization. The world health report 1995. Bridging the gaps. Geneva, Switzerland. Available at [access date: 07.11.2019]: [http://www.who.int/whr/1995/en/whr95\\_en.pdf?ua=1](http://www.who.int/whr/1995/en/whr95_en.pdf?ua=1)
- Witte CP, Tiller SA, Taylor MA, Davies HV. 2002. Leaf urea metabolism in potato. Urease activity profile and patterns of recovery and distribution of 15N after foliar urea application in wild-type and urease-antisense transgenics. Plant Physiol, 128: 1129-1136.
- Wojciechowska R, Kowalska I. 2011. The effect of foliar application of urea, Mo and BA on nitrate metabolism in lettuce leaves in the spring and summer-autumn seasons. Folia Hort, 23: 119-123.
- Yıldırım E, Güvenç I, Turan M, Karatas A. 2007. Effect of foliar urea application on quality, growth, mineral uptake and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L., var. italica). Plant Soil Environ, 53: 120-128.
- Zeist AR, Zanin DS, Camargo CK, Resende JTV, Ono EO, Rodrigues JD. 2018. Fruit yield and gas exchange in bell peppers after foliar application of boron, calcium, and Stimulate. Hortic Bras, 36: 498-503.