



## The Effect of Increasing Doses of Magnesium Sulphate Applications on Leaf Yield and Quality of Tobacco Plant

Ahmet Kınay<sup>1,a</sup>, Halil Erdem<sup>2,b,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60240 Tokat, Turkey

<sup>2</sup>Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60240 Tokat, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 01/12/2020 Accepted : 16/12/2020</p> <p><b>Keywords:</b> Tobacco Magnesium sulphate Nicotine Yield Quality</p>	<p>This research was carried out to determine the effects of fertilizers with MgSO<sub>4</sub> applied in the increasing amounts (0, 3, 6 and 9 kg da<sup>-1</sup>) on the leaf yield, leaf quality and some chemical (Mg, S, N, P, K, nicotine, sugar, chlorogenic and rutin concentration) parameters of tobacco in the field conditions of Tokat/Erbaa and Tokat/Kazova locations in 2017 year. The research was established in three replications according to the randomized block design, and the leaves that reached the harvest maturity were harvested in three hands. According to the results, with increasing doses of MgSO<sub>4</sub> application, there was an increase in the leaf yield of the tobacco cultivar grown in Erbaa and Kazova locations. The increase in leaf yield was seen at the dose of 6 kg da<sup>-1</sup> of MgSO<sub>4</sub> and this increase was 22% in Erbaa location and 6.4% in Kazova location. It was observed that increasing MgSO<sub>4</sub> applications caused statistically significant increases in leaf Mg and S concentrations, and the highest increase was observed in the leaf yield at a dose of 6 kg da<sup>-1</sup>. Nicotine concentration, which is a very important alkaloid component for tobacco, caused a decrease in both locations with MgSO<sub>4</sub> application. The results revealed that increasing doses of MgSO<sub>4</sub> caused an increase in the yield of tobacco leaves, an increase in leaf Mg and S concentrations, and a decrease in nicotine concentrations.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(3): 601-606, 2021

## Artan Dozlarda Magnezyum Sülfat Uygulamalarının Tütün Bitkisinin Yaprak Verimi ve Kalitesine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 01/12/2020 Kabul : 16/12/2020</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Tütün Magnezyum sülfat Nikotin Verim Kalite</p>	<p>Bu çalışma, Tokat/Erbaa ve Tokat/Kazova lokasyonlarında tarla koşullarında 2017 yılında topraktan artan dozlarda (0, 3, 6 ve 9 kg da<sup>-1</sup>) MgSO<sub>4</sub> uygulamalarının Xanthi 81 tütün çeşidinin yaprak verimi, kalitesi ile yaprağın bazı kimyasal (Mg, S, N, K, P, nikotin, şeker, klorojenik ve rutin konsantrasyonu) içeriklerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş olup, hasat olgunluğuna gelen yapraklar üç elde hasat edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulaması ile Erbaa ve Kazova lokasyonlarında yetiştirilen tütün çeşidinin yaprak veriminde artışlar meydana gelmiştir. Yaprak veriminde ortaya çıkan artış en fazla MgSO<sub>4</sub>'ın 6 kg da<sup>-1</sup> dozunda görülmüş ve bu artış Erbaa lokasyonunda %22, Kazova lokasyonunda ise %6,4 düzeyinde olmuştur. Artan MgSO<sub>4</sub> uygulamaları ile yaprak Mg ve S konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artışlara neden olduğu, en fazla artışın yaprak veriminde olduğu gibi MgSO<sub>4</sub>'ın 6 kg da<sup>-1</sup> dozunda olduğu görülmüştür. Tütün için çok önemli bir alkaloid bileşeni olan nikotin konsantrasyonu MgSO<sub>4</sub> uygulaması ile her iki lokasyonda da azalmıştır. Sonuçlar, artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulamalarının tütün yaprağının veriminde artışa neden olduğu, yaprak Mg ve S konsantrasyonlarında artışa, nikotin konsantrasyonlarında ise azalmaya neden olduğu ortaya çıkmıştır.</p>

<sup>a</sup> [ahmetkinay@gmail.com](mailto:ahmetkinay@gmail.com)

<sup>id</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4554-2148>

<sup>b</sup> [erdemh@hotmail.com](mailto:erdemh@hotmail.com)

<sup>id</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3296-1549>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Giriş

Magnezyum (Mg), klorofil molekülünün yapıtaşı olmasıyla en başta fotosentez ve fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonda görev alan, bitkiler için son derece önemli olan ve bitkilere mutlak gerekli bir makro besin elementidir. Magnezyumun hücre çekirdeğinde, RNA sentezinde ve DNA oluşumunda görevleri bulunmaktadır. Ribozomun yapısına katılan Mg, protein sentezinde de önemli rol oynamaktadır (Marschner, 1995). Genellikle ortamda bağımsız  $Mg^{+2}$  iyonunun yeteri kadar bulunmaması veya gereğinden fazla  $K^+$  iyonunun bulunması durumunda protein sentezinde gerilemelerin olduğu bildirilmiştir (Marschner, 2008). Magnezyum konsantrasyonu bitki kuru ağırlığının %0,15-%0,35 seviyesine ulaştığında bitki gelişimi optimum seviyededir. Bunun yanında normal seviyesinden fazla bulunan  $Mg^{+2}$ 'un; olumsuz çevre koşullarına karşı dokularda  $Ca^{+2}$ 'a benzer koruyucu bir fonksiyon üstlendiği, bitkileri B toksisitesine karşı savunduğu rapor edilmiştir (Hecht-Buchholtz ve Schuster, 1987). Magnezyum klorofil molekülünün merkez atomudur. Bitkilerde yeterli miktarda  $Mg^{+2}$  bulunmaması durumunda fotosentez oluşumu ciddi seviyede gerilemektedir (Papenbrock ve ark., 2000). Bu olayın getirdiği doğal sonuç ise bitki gelişiminde gerileme ve ürün kayıplarıdır. Bitkiler, normal koşullarda Mg gübrelemesine nadir olarak gereksinim gösterirler. Azot ve potasyum içeren gübrelerin günümüzde kullanımının fazla olması ve daha verimli kültür bitkileri sebebiyle  $Mg^{+2}$ 'lu gübreleme ihtiyaç haline gelmiştir. Yıkanmanın fazla olduğu bölge topraklarında Mg ile gübreleme önem arz eder (Aydemir, 1992). Magnezyum elementinin de kalsiyum gibi kolay yıkanabilme özelliği vardır. Kumlu toprakların içerdiği toplam Mg miktarı %0,05 seviyelerindeyken bu miktar killi topraklarda %0,5 seviyelerine yükselbilmektedir. Magnezyum elementinin eksikliği bitkisel üretimde verim ile kalite üzerinde etkili olan ve şu an üzerinde az çalışılmış olan, bitkilerde yaygın bir problemdir (Hermans ve ark., 2004). Türkiye topraklarında yüksek kireçliliğin ( $CaCO_3$ ) meydana getirdiği Ca fazlalığından dolayı Mg ve K elementleri yeterli seviyelerde bulunsalar dahi antagonistik etkileşim sebebiyle bitkiler topraktaki Mg ve K elementlerinden yeterli miktarlarda yararlanamamaktadır (Zengin ve ark., 2008).

Tütün yaprakları, içerdiği nikotin miktarından dolayı diğer kültür bitkilerinden farklılık arz etmektedir (Kınay, 2020). Keyif verici bir özelliğe sahip olan tütünün piyasa değeri dünyada yaklaşık 800-900 milyar, Türkiye'de ise 20-25 milyar dolar civarındadır. Tütün, Türkiye ekonomisi için oldukça önemli bir tarımsal ürün olma özelliğini korumakta ve çeşitli bölgelerimizde aile tarımı olarak yaygın bir şekilde üretilmektedir (FAO, 2020). Yapılan bir çalışmada tütün yaprağındaki magnezyumun %2'ye kadar artışının yaprağın tutuşa bilirliliğini arttırdığı, kül rengini açtığı ve kül miktarını azalttığı bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca, Mg noksanlığının tütün yaprağının kalitesini düşürdüğü, kül miktarında artışa neden olduğu ve buna bağlı olarak da şeker konsantrasyonunu azalttığı bildirilmiştir (Rojo, 2008; Smith, 2009). Yapılan çalışmalarda topraktaki K/Mg oranının bitkilerde yararlı magnezyum kullanımı için gerekli olup bu oran tütünde 4/1 ile 7/1 oranları arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Pinkerton, 1972; Smith, 2009). Çeşitli araştırmacılara göre tütünde Mg gereksinimi  $3200 \text{ kg ha}^{-1}$  verim için  $10-12 \text{ kg}$

$\text{ha}^{-1}$  (Rojo, 2008),  $33 \text{ kg ha}^{-1}$  (Reed ve ark., 2011),  $16-20 \text{ kg ha}^{-1}$  (Smith, 2009) veya  $31 \text{ kg ha}^{-1}$  (Ballari, 2005) olması gerektiği bildirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı iki farklı lokasyonda tarla koşullarında toprağa artan dozlarda  $MgSO_4$  uygulamalarının tütün bitkisinin verim, mineral element ile kimyasal (nikotin, şeker, klorojenik ve rutin) konsantrasyonları üzerine etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Araştırma, 2017 yılında Tokat/Kazova ve Tokat/Erbaa lokasyonlarında yürütülmüştür. Denemelerin kurulduğu arazilerin 5 farklı yerinden 30 cm derinlikten toprak örneği alınmış ve analiz edilmiştir. Bu topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Erbaa lokasyonu toprağı kumlu tın tekstüre sahip, organik maddesi düşük, alkali karakterde ve Mg ile S konsantrasyonları yeter düzeydedir. Kazova lokasyonu toprağı killi tın tekstüre sahip, organik maddesi düşük, alkali karakterde ve Mg ile S konsantrasyonları yeter düzeydedir (Çizelge 1).

Çalışmada Xanthi/81 tütün çeşidi kullanılmıştır. Xanthi/81 orta geççi, bitki boyu 65-105 cm, yaprak sayısı 30-32 olup, nikotin ortalama %2,80, şeker oranı %10-12 olan bir çeşittir. Xanthi 81 çeşidi fideleri violerde torf ortamında float sisteminde yetiştirilmiştir. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrerrürlü olarak kurulmuştur.

### Metod

Fideler araziye 2,5 m uzunluğunda ve 4 sıradan oluşan parsellere 45 cm sıra arası, 12 cm sıra üzeri mesafede olacak şekilde 10 Mayıs 2017 tarihinde dikilmiştir. Çalışmada 4 farklı  $MgSO_4$  dozu (0 (M0), 3 (M3), 6 (M6) ve 9 (M9)  $\text{kg da}^{-1}$ ) kullanılmış ve tüm parsellere eşit olacak şekilde 6  $\text{kg da}^{-1}$  N, 4  $\text{kg da}^{-1}$   $P_2O_5$ , 6  $\text{kg da}^{-1}$   $K_2O$  dikim öncesinde verilmiştir. Vejetasyon süreleri boyunca çapalama, dip sıyırma, boğaz doldurma ve hastalık-zararlılarla mücadele gibi bakım işlemleri yapılmıştır. Hasat olgunluğuna gelen yapraklar üç elde hasat edilmiştir. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra tütün dizileri hevenk haline getirilmiştir. Kuruması tamamlanan tütünler tartılıp, %17 nem oranına sabitlenerek, verimleri hesaplanmış ve organoleptik gözlemleri yapılmıştır (Kurt, 2019; Kınay, 2020). Tartılan tütünlerden örnekler alınarak sıfır nemde öğütülmüştür. Örneklerde nikotin, şekerler ve fenolik bileşiklerin analizi HPLC cihazında Kınay (2018), tarafından belirlenen metotlara göre yapılmıştır. Yaprak örnekleri agat değirmeninde öğütülmüş ve mikrodalga cihazında yaş yakma metoduna göre  $H_2O_2-HNO_3$  asit karışımında yakılmıştır. Elde edilen süzüklerde Mg, S, P ve K konsantrasyonları ICP-OES (Varian Vista) cihazında belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Yaprak örneklerinde N analizi ise Kjeldahl destilasyon yöntemine göre yapılmıştır (Bremner, 1965). Çalışmada elde edilen veriler MSTAT-C bilgisayar programı ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıkların Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Yurtsever, 1984).

Çizelge 1. Erbaa ve Kazova lokasyonu topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of Erbaa and Kazova location soils

Lokasyon	pH	Tuz (mS)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Tekstür	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg da <sup>-1</sup> )	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	S (mg kg <sup>-1</sup> )
Erbaa	7,81	0,13	2,39	0,95	Kumlu Tın	6,18	175	315	47,1
Kazova	8,10	0,22	20,6	1,00	Killi Tın	5,68	158	350	68,8

Çizelge 2. Artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulamalarının tütün yaprağı verimi ile yaprak Mg, S, N, P ve K konsantrasyonuna etkisiTable 2. The effect of increasing doses of MgSO<sub>4</sub> on tobacco leaf yield and leaf Mg, S, N, P and K concentration

Lokasyon	MgSO <sub>4</sub> Dozu (kg/da)	Yaprak Verimi (kg/da)	Konsantrasyon (%)				
			Mg	S	N	P	K
Erbaa	0	143,4	0,74 <sup>b</sup>	0,45 <sup>d</sup>	2,07	0,34	3,40 <sup>b</sup>
	3	134,6	0,74 <sup>b</sup>	0,56 <sup>c</sup>	2,18	0,33	3,35 <sup>b</sup>
	6	175,0	0,97 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>	2,65	0,34	3,70 <sup>a</sup>
	9	168,8	0,88 <sup>a</sup>	0,72 <sup>b</sup>	2,58	0,33	3,66 <sup>a</sup>
	Ortalama	155,5 <sup>B</sup>	0,83 <sup>A</sup>	0,62 <sup>B</sup>	2,37 <sup>B</sup>	0,33 <sup>B</sup>	3,52 <sup>A</sup>
Kazova	0	225,6	0,71 <sup>b</sup>	0,71 <sup>a</sup>	3,93	0,38	3,42 <sup>a</sup>
	3	212,2	0,74 <sup>ab</sup>	0,65 <sup>ab</sup>	3,75	0,37	3,33 <sup>a</sup>
	6	240,1	0,77 <sup>a</sup>	0,61 <sup>b</sup>	3,63	0,36	2,96 <sup>b</sup>
	9	224,3	0,73 <sup>ab</sup>	0,67 <sup>ab</sup>	3,11	0,36	3,11 <sup>ab</sup>
	Ortalama	225,6 <sup>A</sup>	0,74 <sup>B</sup>	0,66 <sup>A</sup>	3,61 <sup>A</sup>	0,37 <sup>A</sup>	3,20 <sup>B</sup>
Lokasyon×Doz		ns	**	**	ns	ns	**

\*\*P&lt;0,01; ns: istatistiksel olarak önemli değil

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

### Tütün Yaprak Verimi, Yaprak Mg, S, N, P ve K Konsantrasyonu

Toprağa artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulamasının tütün yaprak verimi ile yaprak Mg, S, N, P ve K konsantrasyonları Çizelge 2’de verilmiştir. Artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulaması ile hem Erbaa hem de Kazova lokasyonlarında yetiştirilen tütün çeşidinin yaprak veriminde artışlar meydana gelmiştir. Erbaa lokasyonunda kontrol uygulamasının yaprak verimi (M0) 143,4 kg da<sup>-1</sup> iken MgSO<sub>4</sub> 6 (M6) dozunda 175 kg da<sup>-1</sup>, MgSO<sub>4</sub> 9 (M9) dozunda ise 168,8 kg da<sup>-1</sup>’a, Kazova lokasyonunda ise 225,6 kg da<sup>-1</sup> olan kontrol uygulamasının yaprak verimi M6 dozunda 240,1 kg da<sup>-1</sup>’a çıkmıştır. Sonuçlardan da görüleceği gibi MgSO<sub>4</sub> uygulaması olarak en fazla verim artışının MgSO<sub>4</sub> 6 dozunda olduğu ortaya çıkmıştır. Lokasyonlar arasında ise en fazla verim artışının Kazova lokasyonunda olduğu görülmüş, Erbaa lokasyonunda ortalama yaprak verimi 155,5 kg da<sup>-1</sup> iken, Kazova lokasyonunda ise ortalama yaprak verimi 225,6 kg da<sup>-1</sup> olmuştur (Çizelge 2). Bu farklılığın nedeninin ise Kazova toprağının yarayışlı Mg konsantrasyonunun yüksek ve toprak tekstürünün killi tın olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Palkovics ve Vojnich, (2014) tarla koşullarında Hindistan tütününe topraktan N (0, 5 ve 10 kg da<sup>-1</sup>) ve Mg (5 kg da<sup>-1</sup>) uygulamaları ile tütün bitkisinin kontrol uygulamasının 3,51 g bitki<sup>-1</sup> olan yeşil aksam kuru madde verimi 5 kg da<sup>-1</sup> Mg dozunda 4,15 g bitki<sup>-1</sup>’ye yükseldiğini bildirmişlerdir. Sepher ve ark. (2002), magnezyum sülfat uygulaması ile ayçiçeğinin ürün miktarının arttırdığını rapor etmişlerdir. El-Sayed (2005), 1,8 kg da<sup>-1</sup> MgSO<sub>4</sub> dozuna kadar artan Mg seviyesi ile şeker pancarında kök ve şeker veriminin arttırdığını, Silva ve ark. (2010), Mg uygulamalarının ayçiçeğinde verim ile verim unsurlarını etkilemediğini bildirmişlerdir. Magnezyum gübrelemesi ile Güney Hindistan’da domates veriminde (7,7-17,9 t ha<sup>-1</sup>) (Kashinath ve ark., 2013), İran’da arpa dane veriminde (%8,6) (Mahdi ve ark., 2012), Türkiye’de

ise fındık veriminde (%51) ve toplam yağ içeriğinde (%4,8) (Nedim ve Damla, 2015) önemli artışa neden olduğu bildirilmiş ve araştırmacılar Mg gübrelemesinin ürün verimindeki artışta çok önemli rolünün olduğunu bildirmişlerdir.

Artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulaması ile her iki lokasyonda da yetiştirilen tütün çeşidinin yaprak Mg konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artışların olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Erbaa lokasyonunda M0 uygulamasının yaprak Mg konsantrasyonu %0,74 iken M6 uygulamasında %0,97’ye çıkmış, Kazova lokasyonunda ise M0 uygulamasında %0,71 olan yaprak Mg konsantrasyonu M6 dozunda %0,77’ye çıkmıştır. Sonuçlardan da görüleceği gibi yaprak veriminde de olduğu gibi MgSO<sub>4</sub>’ın 6 kg da<sup>-1</sup> uygulamasının yaprak Mg konsantrasyonları arasında en yüksek artışa neden olan doz olduğu ortaya çıkmıştır. Ceylan ve ark. (2016) su kültürü koşullarında düşük (50 µM) ve yeterli (500 µM) olmak üzere iki farklı dozda Mg uygulaması ile ekmeclik buğday çeşidinin dane Mg konsantrasyonunun önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar 50 µM Mg dozundaki ekmeclik buğday çeşidinin dane Mg konsantrasyonu %0,06 iken 500 µM Mg uygulamasında bu değer %0,14’e çıktığını bildirmişlerdir. Borrowski ve Szwonek (1992) ise besin solüsyonundaki Mg konsantrasyonunun artışına bağlı olarak, yaprak ayası ve yaprak sapındaki Mg konsantrasyonlarında da önemli artışların meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Toprağa sadece Mg değil aynı zamanda SO<sub>4</sub> de uyguladığımız için, kükürt gübrelemesinin yaprak verimi ile yaprak S konsantrasyonu üzerinde de etkisi olabileceğini göz önünde bulundurmalıyız. Bununla birlikte, artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulaması ile tütün yapraklarının S konsantrasyonlarında Erbaa lokasyonunda istatistiksel olarak önemli artışlara neden olurken, Kazova lokasyonunda ise azalmaya neden olmuştur (Çizelge 2). Erbaa lokasyonunun M0 uygulamasının yaprak S

konsantrasyonu %0,45 iken M6 dozunda bu değer %0,75'e çıkmış, Kazova lokasyonunda ise M0 dozunda %0,71 olan S konsantrasyonu M6 dozunda %0,67'ye düşmüştür. Neuhaus ve ark. (2014) fasulye bitkisine yaprakta 0, 50 ve 200 mM MgSO<sub>4</sub> uygulaması ile yaprak S konsantrasyonunun kontrol uygulamasında %0,19 olan S konsantrasyonunun 200 mM MgSO<sub>4</sub> dozunda %0,23'e çıktığını bildirmişlerdir.

MgSO<sub>4</sub> uygulaması ile tütün yapraklarının N ve P konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmamış, buna karşın K konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artış ve azalmaya neden olmuştur. Erbaa lokasyonunun M0 uygulamasının yaprak K konsantrasyonu %3,40 iken M6 dozunda bu değer %3,70'e çıkmış, Kazova lokasyonunda ise M0 dozunda %3,42 olan K konsantrasyonu M6 dozunda %2,96'ya düşmüştür (Çizelge 2). Ceylan ve ark. (2016) su kültürü koşullarında düşük (50 µM) ve yeteli (500 µM) olmak üzere iki farklı dozda Mg uygulaması ile ekmeclik buğday çeşidinin dane N ve K konsantrasyonunun önemli düzeyde azaldığını buna karşın P konsantrasyonunun ise arttığını bildirmişlerdir.

#### **Tütün Yaprak Kalite İndeksi, Nikotin, Glikoz, Früktoz, Klorojenik Asit ve Rutin Konsantrasyonu**

Tütün alımı yapan firmaların bünyesinde çalışan tütün eksperlerinin kuru tütün yaprağının farklı fiziksel özelliklerine göre belirledikleri derecelendirme sistemine kalite derece indeksi denilmektedir (Kurt, 2019; Kinay, 2020). Buna göre çalışmada elde edilen verilerde MgSO<sub>4</sub> uygulama dozları artışının kısmen kalite derecesini arttırdığı ancak istatistiksel olarak önemli olmadığı her iki lokasyonda da görülmüştür (Çizelge 3). Ancak lokasyonlar karşılaştırıldığında Erbaa kalite indeksi Kazova'ya göre daha yüksek olmuştur. Bunun lokasyonlar arasındaki rakım farkına bağlı olarak Erbaa sıcaklık değerlerinin daha yüksek olması ve birim alandaki kuru madde miktarının fazlalığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 3). Kuru yaprak verim değerlerinin Erbaa'da düşük olması da bunu desteklemektedir. Yapılan çalışmalarda tütün yaprak verimi ile kalitesi arasında ters orantılı bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Kurt, 2019; Kinay, 2020).

Nikotin, birincil ticari kaynağı tütün olan ve insanlarda bağımlılık yaratan bir alkaloiddir (Dominiak ve ark., 1984). Tütün için çok önemli bir alkaloid bileşeni olan nikotin konsantrasyonlarının toprağa artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulaması ile her iki lokasyonda da azalmaya neden olmuş ancak bu azalmalar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır (Çizelge 3). Erbaa lokasyonunda M0 dozunun tütün yaprağının nikotin konsantrasyonu %2,98 iken, bu değer M3, M6 ve M9 dozlarında sıra ile %2,72, %2,62 ve %2,53'e düşmüştür. Lokasyonlar arasında nikotin konsantrasyonu bakımında ise istatistiksel olarak önemli farklılığın olduğu ortaya çıkmış, en yüksek ortalama nikotin konsantrasyonu Erbaa (%2,71) lokasyonunda, en düşük ise Kazova (%0,97) lokasyonunda olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Palkovics ve Vojnich (2014) tarla koşullarında Hindistan tütününe topraktan N (0, 5 ve 10 kg da<sup>-1</sup>) ve Mg (5 kg da<sup>-1</sup>) uygulamaları ile tütün bitkisinin toplam alkaloid konsantrasyonunun önemli düzeyde arttığını, kontrol uygulamasının toplam alkaloid konsantrasyonu 450 mg 100 g<sup>-1</sup> iken, 5 kg da<sup>-1</sup> Mg dozunda 490 mg 100 g<sup>-1</sup>'a çıktığını bildirmişlerdir. Nikotin toksik bir madde olup insan vücuduna ağız, deri ve sindirim yolu ile alınmaktadır. Nikotin solunum ile %60-80 oranında alınırken, hücre içine girişi pH'nın yüksekliği ile azalmaktadır. Sindirim yolu ile alınan nikotin, en fazla ince bağırsaktan alınmaktadır (Karaconji, 2005). Tütünde yoğun olarak bulunan bu madde, bağımlılıktan sorumlu olmakla birlikte kanserojen etki, esasen tütünün içeriğindeki diğer toksik maddeler tarafından özellikle de radyoaktif özellik taşıyanlar nedeniyle gerçekleşmektedir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2017). Bu bilgiler ışığında elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde insan sağlığı için zararlı bir madde olan nikotin konsantrasyonları üzerine MgSO<sub>4</sub> azaltıcı etkide bulunmuştur.

Magnezyum, yapraklardaki çeşitli biyolojik süreçlerin (fotosentezde CO<sub>2</sub> fiksasyonu, fotofosforilasyon, protein ve klorofil sentezi, floem yüklemesi ve asimilatların taşınması) anahtar bileşenlerinden biridir (Cakmak ve Yazici, 2010). MgSO<sub>4</sub> uygulamaları ile yaprak glikoz ve früktoz konsantrasyonlarında ortaya çıkan değişim her iki lokasyon içinde istatistiksel olarak önemsiz olmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulamalarının tütün yaprağı kalitesi ile yapraktaki nikotin, şeker (glikoz, fruktoz) ve fenolik (klorojenik, rutin) bileşikleri üzerine etkisi

Table 3. The effect of increasing doses of MgSO<sub>4</sub> on tobacco leaf quality and nicotine, sugar (glucose, fructose) and phenolic (chlorogenic, rutin) compounds in the leaf

Lokasyon	MgSO <sub>4</sub> Dozu (kg/da)	Kalite derece İndeksi (%)	Nikotin (%)	Glikoz (%)	Fruktoz (%)	Klorojenik Asit (mg/kg)	Rutin (mg/kg)
Erbaa	0	97,0	2,98	4,34	4,68	529 <sup>ab</sup>	841 <sup>a</sup>
	3	98,7	2,72	4,59	4,98	667 <sup>a</sup>	921 <sup>a</sup>
	6	97,3	2,62	4,82	5,18	303 <sup>c</sup>	603 <sup>b</sup>
	9	99,0	2,53	4,24	5,05	352 <sup>bc</sup>	643 <sup>b</sup>
	Ortalama	98,0 <sup>A</sup>	2,71 <sup>A</sup>	4,50 <sup>B</sup>	4,97 <sup>B</sup>	463 <sup>A</sup>	752 <sup>A</sup>
Kazova	0	84,8	0,98	5,61	7,48	80	373
	3	83,0	1,01	5,98	6,64	107	433
	6	85,7	0,93	5,26	6,97	94	364
	9	76,1	0,97	4,77	7,06	107	420
	Ortalama	82,4 <sup>B</sup>	0,97 <sup>B</sup>	5,40 <sup>A</sup>	7,04 <sup>A</sup>	97 <sup>B</sup>	397 <sup>B</sup>
Lokasyon*Doz		ns	ns	ns	ns	**	*

\*P<0,05; \*\*P<0,01; ns: istatistiksel olarak önemli değil

Ortalamalar bakımından lokasyonlar arasında ortaya çıkan fark ise istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Erbaa lokasyonunda kontrol uygulamasının glikoz konsantrasyonu %4,34 iken M3 ve M6 dozunda sıra ile %4,59 ile %4,84'e çıkmış, M9 uygulamasında ise %4,24'e düşmüştür (Çizelge 3). Wang ve ark. (2020) farklı bitki türlerine yapılan Mg gübrelemesi ile bitkilerin şeker konsantrasyonlarında artışa neden olduğunu bildirmiştir. Yapılan birçok çalışmada Mg gübrelemesine bağlı olarak artan şeker birikimi, bitki türü ne olursa olsun mahsul üretimi için faydalı olduğu bildirilmiştir (Marschner, 2012; Orlovius and McHoul, 2015).

Fenolik bileşikler, antioksidan aktivitesiyle ilişkili olan ve lipid peroksidasyonunun stabilize edilmesinde önemli bir rol oynayan maddelerdir (Kapoor ve ark., 2016). Toprağa artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulaması ile tütün yapraklarının klorojenik asit konsantrasyonu Erbaa lokasyonunda M3 dozunda artışa, M6 ve M9 dozlarında ise azalışa neden olmuş, Kazova lokasyonunda ise kontrol uygulamasına göre tüm artan MgSO<sub>4</sub> dozlarında da artışa neden olmuştur (Çizelge 3). Erbaa lokasyonunda kontrol uygulamasının klorojenik konsantrasyonu 529 mg kg<sup>-1</sup> iken M3 dozunda 667 mg kg<sup>-1</sup>'a çıkmış, M6 ve M9 dozlarında ise sıra ile 303 ve 352 mg kg<sup>-1</sup>'a düşmüştür (Çizelge 3). Klorojenik konsantrasyonlarında meydana gelen değişime benzer şekilde rutin konsantrasyonlarında da meydana gelmiş olup, kontrol uygulamalarına göre hem Erbaa hem de Kazova lokasyonlarında M3 uygulamasında artışa neden olmuş, MgSO<sub>4</sub> uygulamasının diğer dozlarında ise artış ve azalışa neden olmuştur (Çizelge 3). Klein ve ark. (1981), patates bitkisine yapılan MgSO<sub>4</sub> gübrelemesinin bitkide enzimatik renk bozulmasını ve fenolik konsantrasyonlarında azalmaya, buna karşılık patates yumrularının ham lipid ve fosfolipid içerikleri arttığını bildirmişlerdir.

## Sonuçlar

Bu çalışma iki farklı lokasyonda (Erbaa ve Kazova) tarla koşullarında toprağa artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulamalarının tütün bitkisinin verim, mineral element ile kimyasal (nikotin, şeker, klorojenik ve rutin) konsantrasyonları üzerine etkilerinin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Hem Erbaa hem de Kazova lokasyonlarında yetiştirilen tütün çeşidinin artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulamaları ile yaprak veriminde artışlara neden olduğu, en fazla verim artışının ise MgSO<sub>4</sub>'ın 6 kg da<sup>-1</sup> dozunda olduğu ortaya çıkmıştır. Yaprak veriminde ortaya çıkan verim artışına paralel şekilde artan MgSO<sub>4</sub> uygulamaları ile yaprak Mg ve S konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artışlara neden olduğu görülmüştür. Yaprak veriminde de olduğu gibi MgSO<sub>4</sub>'ın 6 kg da<sup>-1</sup> uygulamasının yaprak Mg konsantrasyonlarında en fazla artışa neden olan doz olduğu ortaya çıkmıştır. Tütün için çok önemli bir alkaloid bileşeni olan nikotin konsantrasyonlarının toprağa artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulaması ile her iki lokasyonda da azalmaya neden olmuş ancak bu azalmalar istatistiksel olarak önemsiz çıkmış, glikoz ve früktoz konsantrasyonlarında ortaya çıkan değişimde her iki lokasyon içinde istatistiksel olarak önemsiz olduğu ortaya çıkmıştır. Artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulamaları ile yaprak klorojenik konsantrasyonu Kazova lokasyonunda MgSO<sub>4</sub>'ın tüm dozlarında artışa, Erbaa lokasyonunda ise sadece MgSO<sub>4</sub>'ın 3 kg da<sup>-1</sup> dozunda artışa neden olmuştur. Yaprak

Rutin konsantrasyonları ise Erbaa ve Kazova lokasyonlarında MgSO<sub>4</sub>'ın 3 kg da<sup>-1</sup> dozunda artışa neden olmuş, diğer dozlarda ise azalışa neden olmuştur. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde toprakta Mg ve S konsantrasyonları yeter düzeyde bulunmalarına rağmen artan dozlarda MgSO<sub>4</sub> uygulamalarının tütün verimi ile kalitesinde pozitif etkiye neden olduğu ortaya çıkmıştır.

## Kaynaklar

- Aydemir O. 1992. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği, Atatürk Üniversitesi Yayınları. No:734, Erzurum, 247 s.
- Ballari MH. 2005. Tabaco Virginia: Aspectos ecofisiológicos de la nutrición en condiciones de cultivo. Editorial Alejandro Graziani, Cordoba, Argentina.
- Borrowski J, Szwonek E. 1992. Effect of magnesium fertilization on the yield of greenhouse tomatoes, occurrence of blossom end rot and plant nutritional status. 78, (5): 200-205, Instytute Warzywnictua Skierniewice, Poland.
- Bremner JM. 1965. Total nitrogen. In C.A. Black et al. (ed.) Methods of soil analysis. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin, USA, Part 2. Agron. 9, 1149-1178.
- Cakmak I, Yazici AM. 2010. Magnesium: a forgotten element in crop production. Better crops, 94:(2), 23-25.
- Ceylan Y, Kutman UB, Mengutay M, Cakmak I. 2016. Magnesium applications to growth medium and foliage affect the starch distribution, increase the grain size and improve the seed germination in wheat. Plant and soil, 406:(1-2), 145-156.
- Dominiak P, Kees F, Grobecker H. 1984. Changes in peripheral and central catecholaminergic and serotonergic neurons of rats after acute and subacute administration of nicotine. Klinische Wochenschrift, 62, 76-80.
- El-Sayed GS. 2005. Effect of Nitrogen and Magnesium Fertilization on Yield and Quality of Two Sugar Beet Varieties. Egyptian J. of Agric. Res., 83(2): 709-724.
- FAO. 2020. Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database; <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Hecht-Buchholtz C, Schuster J. 1987. Responses of Al-tolerant Dayton and AlSensitive Kearney Barley Cultivars to Calcium And Magnesium During Al Stress, Plant and Soil, 99, 47-61.
- Hermans C, Giles N, Johnson Reto J, Verbruggen S. 2004. Physiological characterisation of magnesium deficiency in sugar beet: acclimation to low magnesium differentially affects photosystems I and II, Planta, 220 (2), 344-355.
- Kacar B, İnal A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yay., ISBN 978-605-395-036-3.
- Kapoor D, Rattan A, Bhardwaj R, Kaur S, Manoj AG. 2016. Antioxidative defense responses and activation of phenolic compounds in Brassica juncea plants exposed to cadmium stress. International Journal of Green Pharmacy (IJGP), 10(04):228-234.
- Karaconji IB. 2005. Facts about nicotine toxicity. Arh. Hig. Rada Toksikol., 56: 363-371
- Kashinath BL, Ganesha AN, Murthy Senthivel T, James PG, Sadashiva AT. 2013. Effect of applied magnesium on yield and quality of tomato in Alfisols of Karnataka. J. Hortic. Sci. 8: (1), 55-59. doi: 10.4239/ wjd.v4.i4.157.
- Kınay A. 2018. Effects of cadmium on nicotine, reducing sugar and phenolic contents of Basma tobacco variety. Fresenius Environmetal Bulletin, 27: 9195-9202.
- Kınay A. 2020. Agronomic and chemical properties of hybrid oriental tobacco (Nicotiana tabacum) lines and their stabilities. Indian Journal of Agricultural Sciences, 90(5): 874-878.
- Klein LB, Chandra S, Mondy NI. 1981. Effect of magnesium fertilization on the quality of potatoes. Yield, discoloration, phenols, and lipids. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 29(2): 384-387.

- Kurt D. 2019. Genotype x environment interactions of basma type tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) lines selected for superior characteristics. Phd Thesis, Gaziosmanpaşa University, Graduate School of Sciences, Tokat.
- Mahdi B, Yasser E, Abolfazl T, Ahmad A. 2012. Efficacy of different iron, zinc and magnesium fertilizers on yield and yield components of barley. *Afr. J. Microbiol. Res.* 6:(28), 5754–5756.
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London GB.
- Marschner H. 2008. Mineral Nutrition of Higher Plants. Digital Print. Academic Press., pp. 889.
- Marschner P. 2012. Marschner's mineral nutrition of higher plants. 3rd edn (Netherlands: Amsterdam).
- Nedim O, Damla BO. 2015. Effect of Mg fertilization on some plant nutrient interactions and nut quality properties in Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Sci. Res. Essays* 10:(14), 465–470.
- Neuhaus C, Geilfus CM, Mühling KH. 2014. Increasing root and leaf growth and yield in Mg-deficient faba beans (*Vicia faba*) by MgSO<sub>4</sub> foliar fertilization. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 177:(5), 741-747.
- Orlovius K, McHoul J. 2015. Effect of two magnesium fertilizers on leaf magnesium concentration, yield, and quality of potato and sugar beet. *J. Plant Nutr.* 38:(13), 2044–2054. doi: 10.1080/01904167.2014.958167.
- Palkovics AS, Vojnich Z. 2014. Effect of nitrogen and magnesium nutrition on the lobeline production of Indian Tobacco (*Lobelia inflata* L.). *Lucrări Științifice Management Agricol*, 16:(2), 59.
- Papenbrock J, Mock HP, Tanaka R, Kruse E, Grimm B. 2000. Role of Magnesium Chelatase Activity in the Early Steps of the Tetrapyrrole Biosynthetic Pathway, *Plant Physiology*, 1104.
- Pinkerton A. 1972. Recovery of flue-cured tobacco from magnesium deficiency: changes in leaf magnesium content and effects on leaf quality. *Aust. J. Agric. Res.* 23, 641-649.
- Reed TD, Johnson CS, Semtner PJ, Wilkinson CA. 2011. Flue-cured Tobacco Production Guide, 2012.
- Rojo LW. 2008. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad: tabaco. SQM, Santiago.
- Sepehr E, Malakouti MJ, Rasouli MH. 2002. The Effect of K, Mg, S and Micronutrients on the Yield and Quality of Sunflower in Iran. 17th WCSS, 14-21 August 2002, Thailand, Symposium 4, pp. 2260.
- Silva HP, Brandao JDS, Neves JMG, Sampaio RA, Duarte RF. 2010. Physical quality of sunflower seeds produced in doses of sewage sludge. *Qualidade física de sementes de girassol produzido sob doses de lodo de esgoto. Revista Verde de Agroecologia esenvolvimento Sustentável*, 5(1): 1-6.
- Smith W. 2009. Managing nutrients. pp. 58-81. In: Flue-cured tobacco guide. North Carolina State University, Raleigh, NC.
- Sönmez K, Ellialtıoğlu ŞŞ. 2017. O-11 Solanaceae Familyasındaki Sekonder Metabolitler ve Nikotin Hakkında Bir İnceleme. 20-23 September 2017 Bishkek, Kyrgyzstan, 44.
- Wang Z, Hassan MU, Nadeem F, Wu L, Zhang F, Li X. 2020. Magnesium Fertilization improves crop yield in most production systems: a meta-analysis. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1727.
- Yurtsever N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara.
- Zengin M, Gökmen F, Yazıcı MA, Gezgin S. 2008. Effects of different fertilizers with potassium and magnesium on the yield and quality of potato, *Asian Journal of Chemistry*, 20: (1), 663-676.