

# Toprak pH'sını Etkileyen Bazı Materyallerin Hububat Tarımında Kullanımı

Kadir UÇGUN<sup>1,\*</sup>  Caner KELEBEK<sup>2</sup> Murat CANSU<sup>3</sup> Mesut ALTINDAL<sup>3</sup> Bilal YALÇIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, Karaman

<sup>2</sup>Özel Tarım Danışmanı-Ulubey, Uşak

<sup>3</sup>Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eğirdir, Isparta

\*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): kadirucgun@gmail.com

Geliş tarihi (Received): 09.07.2019

Kabul tarihi (Accepted): 19.07.2019

DOI: 10.21657/topraksu.655284

## Öz

Toprak pH'sı besin elementlerinin yararlanılabilirliğini etkileyen en önemli faktörlerden biri olup hububat yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Orta Anadolu'nun tarım alanlarında yüksek düzeydedir. Yüksek olan toprak pH'sının düşürülmesi için piyasada birçok ürün bulunmaktadır. Bu çalışma 2016 yılında yapılmış ve bazı ürünlerin toprak pH'sı üzerine etkileri incelenmiştir. Uşak ilinin Ulubey ilçesinde arpa yetiştiriciliği yapılan bir tarım arazisinde 4 farklı uygulama (Kontrol, Sulu Kükürt, Bentonitli Kükürt + Çiftlik Gübresi, Leonardit) ekimle birlikte yapılmıştır. Bitki gelişimin aktif ve hızlı olduğu Mart, Nisan ve Mayıs aylarının ortasında (3 dönemde) 0-20 cm derinliğinden toprak örnekleri alınarak bu topraklarda EC ve pH ile bitkiye yararlı Fe, Cu, Mn ve Zn analizleri yapılmıştır. Hasat zamanında ise başak örnekleri alınarak tanelerin besin elementi içerikleri belirlenmiştir. Varyans analizleri göre yapılan uygulamaların Mart ve Nisan ayında alınan toprakların pH'sı üzerine etkisi olmamış fakat Mayıs ayının ortasında alınan topraklarda önemli bir etkinin olduğu tespit edilmiştir. Bentonitli Kükürt + Çiftlik Gübresi uygulamasının yapıldığı parselde en düşük pH değerleri elde edilirken diğer ürünlerin uygulandığı parsellerden daha yüksek ve birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. pH'nın düşük olduğu parsellerde bitkiye elverişli Fe ve Mn değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Uygulamalarının başakların N, P, K, Mg ve Fe içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuş ve Mg hariç diğerlerinde Bentonitli Kükürt + Çiftlik Gübresi uygulamasından en yüksek değerler elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler :** Arpa, besin elementi, kükürt, leonardit, pH

## Using of Some Materials Affecting Soil pH in Cereal Cultivation

### Abstract

Soil pH is one of the most important factors affecting the availability of nutrients and is high in the agricultural areas of Central Anatolia where cereal cultivation is intensively done. There are many products on the market to reduce the high soil pH. This study was carried out in 2016 and the effects of some products on soil pH were investigated. 4 different applications (control, liquid sulfur, sulfur with bentonite + manure, leonardite) were carried out simultaneously with sowing in an agricultural field where barley cultivation in Ulubey district of Uşak province. Soil samples were taken from 0-20 cm soil depth in the middle of March, April and May (3 periods) in which plants growing is active and speed and EC, pH and available Fe, Cu, Mn and Zn were determined in collected soils. At harvest time,

grain samples also were taken and nutrient contents were determined. According to variance analysis, it was determined that the treatments did not have an effect on the pH of the soil taken in March and April but it was found to be an important effect in the soil taken in the middle of May. The lowest pH values were obtained from sulfur with bentonite + manure, while the other products had higher and closer results each other. Fe and Mn values were found to be higher in the soil where pH was low. The treatments were statistically important on the N, P, K, Mg and Fe content of the grains except Mg and the highest values were obtained from the applications of sulfur with bentonite + manure.

**Keywords:** Barley, leonardite, nutrient, pH, sulfur

## GİRİŞ

Türkiye topraklarının büyük bölümünün pH'sı 7'nin üzerinde olup kireç içerikleri de yüksektir (Güçdemir, 2006). Toprak pH'sı asitlik ( $pH < 7$ ) ve alkaliliğin ( $pH > 7$ ) bir ölçüsüdür. Asit topraklar yüksek oranda  $H^+$  iyonlarına sahip iken alkali topraklar düşük  $H^+$  iyonlarına sahiptir (Anonymous, 2013). Toprak pH'sı logaritmik bir özellik olduğu için her bir birim değerinden 10 kat daha fazla yada daha az asidiktir. Örneğin pH'sı 6.0 olan bir solüsyonda pH'sı 7.0 olana göre 10 kat daha fazla  $H^+$  iyonları bulunmaktadır. Toprak pH'sı hem asit ( $H^+$ ,  $Al^{+3}$ ,  $Fe^{+2}$ ,  $Fe^{+3}$ ,) hem de baz ( $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Na^+$ ) formundaki katyonlardan da etkilenmektedir. (McCauley vd., 2017).

Organik madde ve pH, toprak özelliklerini ve bitki besin elementlerinin yararlılığını güçlü bir şekilde etkilemektedir. Bir toprağın besin elementlerini tutması ve bitkiye sunması katyon ve anyon değişim kapasitesi ile ilgilidir. Katyon ve anyon değişim kapasitesi toprak pH'sı tarafından etkilenir. Kil ve organik madde miktarı yüksek olan toprakların katyon değişim kapasiteleri ve tamponlama kapasitesi yüksektir. Toprak pH'sı bitki besin elementlerin yararlılığını etkiler çünkü negatif yüzeylerde  $H^+$  iyonları tutulmaktadır. Besin elementinin bitkiler tarafından alınabilirliği molekülün boyutuna ve değerliğine bağlıdır. Cu, Mn, Fe, Zn gibi metal özellikte besin elementleri suda çözündüğü zaman +2 veya +3 değerlikli olmaktadır. Bu yüzden  $H^+$  iyonlarının az olduğu alkali ortamlarda toprak partikülleri tarafından kuvvetli bir şekilde tutularak bitkiler tarafında alımı zorlaşmaktadır. Kükürt ve baz karakterli ( $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Na^+$ ) katyonlar nispeten büyük molekül yapısına sahip olduğundan toprak zerreciklerinin yüzeyine kolaylıkla yapışamaz ve toprak solüsyonunda bitkilerin alabileceği formlarda bulunur (McCauley vd., 2017). Bir besin elementi köklere girinceye kadar toprak solüsyonunda başarılı bir şekilde hareket edebilmesi için yeterince uzun süre

ve çözülmüş halde toprak solüsyonunda bulunmalıdır (Vossen, 2017). Genelde toprak pH'sının N, K, Ca, Mg ve S için 6.5-8.0, B, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn için 5.0-7.0 ve P için 5.5-7.5 olması istenir. pH 5.5'in altına düştüğünde Al ve Mn'nin seviyesi bitkilere toksik olacak düzeylere ulaşabilir (McCauley vd., 2017; Anonymous, 2013).

Toprak pH'sı bitkiler için gerekli elementleri içeren mineral kayaların ayrışması için çok önemli bir toprak özelliğidir. Ayrıca toprak pH'sı kullanılan gübrelerin bitkilerin kullanabileceği formlara dönüşmesini de etkiler. Örneğin toprak mikroorganizmaları amino asit formunda bulunan N'un amonyum ve nitrat formlarına dönüşmesini sağlar (Vossen, 2017). Bu yüzden mikroorganizma faaliyetleri, bitki gelişimi ve besin elementlerinin alınabilirliği yönünden toprak pH'sının 6.5-7.5 arasında olması arzu edilir (McCauley vd., 2017; Anonymous, 2013).

Toprak pH'sının ayarlanmasında kükürt (elementel kükürt, demir sülfat, alüminyum sülfat), kireç, kimyasal gübreler ve organik madde etkili olmaktadır (McCauley vd., 2017; Güneri vd., 2012). Toprak pH'sının düşürülmesinde en ucuz yol toprağa elementel kükürt kullanılmasıdır. Çeşitli yollar ile toprağa karışan kükürt bir seri tepkimelerle dönüşüme uğramaktadır (Kaymak, 2011). Elementel kükürt toprak bakterileri tarafından sülfürik asite dönüştürülür. Bu asit ise toprak pH'sının düşmesine yardımcı olur. Demir sülfat, toprak pH'sı üzerine etkili materyallerden biridir. Fakat elementel S'ye göre 8 kat daha fazla kullanılmalıdır. Bu yüzden çok maliyetlidir. Demir Sülfat reaksiyonu çok hızlıdır ve bu tuzlar Fe ve  $H_2SO_4$ 'e ayrışır. Alüminyum sülfat toprakları asitleştiren diğer bir materyaldir. Fakat yüksek miktarlarda uygulandığında Al bitkiler üzerine toksik etki yapmaktadır. Damla sulama sisteminin kullanılabilirliği yetiştirme sistemlerinde sıvı asitler de bu amaçla kullanılmaktadır (Longstroth, 2017).

Çiftlik gübresinin pH üzerine etki yapma kabiliyeti içindeki çeşitli maddelerin miktarına bağlıdır. Çiftlik gübresi toprağa uygulandığı zaman ayrışma ve nitrifikasyon olayları ile çeşitli asitler üretilir. Nitrifikasyon, amonyumun nitrate toprak mikroorganizmaları tarafından dönüştürülmesi işlemidir. Bu işlem sırasında toprak solüsyonuna H<sup>+</sup> iyonları serbest bırakılır. Organik maddenin ayrışması sırasında organik asitler ve karbonik asit ortaya çıkar (Chang vd., 1991). Çiftlik gübrelerinin sıvı kısmı ve kanatlı hayvanların gübreleri yüksek oranda NH<sub>4</sub> formunda N ve düşük oranda organik madde içerdiğinden NH<sub>4</sub> formundaki sentetik gübreler gibi daha düşük pH değerine sahip olabilirler (Anonymous, 2013). Torf gibi bazı organik materyaller de zamanla torak pH'sını düşmesini sağlar fakat doğada bu olay binlerce yılda oluşur (Mickelbart vd., 2017; Vossen, 2017). Toprak pH değerinin düşürülmesinde toprak uygulamalarının dışında sitrik asit uygulamalarından da yararlanılmaktadır (Patel vd., 1997).

Yapılan bu çalışma ile bitki gelişimini olumsuz etkileyen yüksek pH değerlerinin ayarlanmasında etkili olduğu düşünülen bazı materyallerin arpa tarımı yapılan bir arazide toprakların pH, EC ve mikro element değerleri ile başak tanelerinin bitki besin elementi içeriği üzerine etkisi incelenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2016 yılında Uşak ilinin Ulubey ilçesinde kuru tarım arpa (Çakır) yetiştiriciliği yapılan bir arazide sulu kükürt (SK), bentonitli kükürt (BK)+çiftlik gübresi (ÇG), Leonardit (L) ve Kontrol (K) uygulamalarının bazı toprak ve bitki parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Uygulamalar ekimle birlikte 2015 yılının Kasım ayında yapılmıştır. Dekara SK 4 litre (6 kg), BK 50 kg, ÇG 4 ton ve L 50 kg olarak kullanılmıştır. Tüm parsellere ekimle birlikte dekara 15 kg DAP gübresi uygulanmıştır. Bitki gelişiminin aktif olduğu zaman aralığında 3 dönemde (15 Mart, 15 Nisan ve 15 Mayıs) toprak örnekleri alınarak Elektriksel iletkenlik (EC), toprak reaksiyonu (pH), ekstrakte edilebilir demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) analizleri yapılmıştır. Hasat döneminde alınan başakların taneleri çıkartılarak azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), Fe, Cu, Mn ve Zn içerikleri belirlenmiştir. Bitki örnekleri 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve 0.5 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Azot analizi için kjeldahl yaş yakma metodu, diğer besin elementlerinin analizi için kuru yakma uygulanmış ve okuma ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer) cihazı ile yapılmıştır (Ryan vd., 2001).

### Çizelge 1. Uygulamaların toprakların bazı özellikleri üzerine etkisi

Table 1. Effect of treatments on some properties of soil

Uygulama	Dönem	EC (dS m <sup>-1</sup> )	pH	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
SK	1	0.54	7.74	1.01	1.27	0.23	0.59 a
BK+ÇG		0.56	7.88	1.06	1.40	0.22	0.44 b
L		0.52	7.83	1.04	0.91	0.22	0.31 b
K		0.59	7.85	0.98	1.18	0.21	0.37 b
P değeri		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	P<0.01
SK	2	0.49	7.74	1.16	0.85	0.18 ab	0.44 a
BK+ÇG		0.58	7.73	0.78	0.75	0.13 b	0.21 b
L		0.60	7.71	1.10	0.83	0.19 a	0.29 ab
K		0.59	7.79	1.50	0.85	0.21 a	0.32 ab
P değeri		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	P<0.05	P<0.05
SK	3	0.36	7.89 a	0.83	1.18 ab	0.22	0.48 a
BK+ÇG		0.40	7.79 b	1.34	1.42 a	0.23	0.25 b
L		0.43	7.92 a	1.20	1.02 b	0.23	0.32 b
K		0.41	7.89 a	1.10	1.10 b	0.24	0.35 ab
P değeri		Ö.D	P<0.05	Ö.D	P<0.05	Ö.D	P<0.05

SK: sulu kükürt, BK: bentonitli kükürt, ÇG: çiftlik gübresi, L: leonardit, K: kontrol

İstatistik analizler için paket program (JMP) kullanılmıştır. Bu paket program ile normal dağılım analizi yapılmış ve ekstrem değerler atılmıştır. Varyans analizleri yapılarak uygulamalar arasındaki farklılık önemli olduğu durumlarda LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. İstatistiksel farklılıkların tahmin edilmesinde  $P < 0.05$  ve  $P < 0.01$  önem dereceleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ürünlerin içerikleri birbirinden farklı olduğundan varyans analizi ile birlikte "tek serbestlik dereceli analiz" (kontrast analizi) yapılmıştır. Bu analiz ile her bir uygulama ferdi olarak kontrol ile karşılaştırılmış ve kontrole göre istatistiksel olarak önemli olup olmadığı belirlenmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kil, silt ve kum içeriği sırasıyla %30, %23 ve %47 olan kumlu killi tın bir toprak yapısına sahip bir arazide yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü bu arazinin çok fazla kireçli (%48; Ülgen ve Yurtsever, 1995), organik madde miktarının az (%1.50; Ülgen ve Yurtsever, 1995), potasyum (370 ppm; Anonymous, 1990) ve kalsiyum içeriğinin fazla (5070 ppm; Anonymous, 1990) ve magnezyum durumunun ise orta (265 ppm; Anonymous, 1990) olduğu deneme öncesi alınan toprak örneklerinde tespit edilmiştir. 2016 yılı arpa yetiştirme sezonu için kurak bir yıl olmuş ve elde edilen verim değerleri yapılan çiftçi görüşmelerinde önceki yıllara göre düşük olduğu anlaşılmıştır. Dekara K'dan 200 kg, L'den 260 kg, BK+ÇG uygulamasından 260 kg, SK uygulamasından 190 kg verim değerleri elde edilmiştir. L uygulamasının yapıldığı parselde başaklanma döneminde yapraktan hümik asit uygulaması yapılmış ve bu uygulamanın bitki gelişimini olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Bitki gelişimi üzerine olumlu olan bu etkinin verime de yansıdığı düşünülmektedir.

Her 3 dönemde alınan toprakların EC değerleri uygulamalara göre istatistiksel olarak önemli bir değişim göstermemiştir. 1. dönemde ortalama  $0.55 \text{ dS m}^{-1}$  EC olan değeri 2 ve 3. dönemde sırasıyla  $0.57$  ve  $0.40 \text{ dS m}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Her bir uygulama kontrole göre ayrı ayrı olarak karşılaştırıldığında 3. dönemde SK uygulamasında ölçülen EC değerinin düşük olduğu ve bu farklılığın %5 seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Her dönemde ölçülen pH değerleri ise ortalama olarak sırasıyla 7.82, 7.74 ve 7.87 olmuştur. Genel olarak EC ve pH arasında ters bir

ilişki bulunmuş yani pH değeri düştüğü zaman EC değerinde yükselme olduğu görülmüştür. Mohd-Aizat vd. (2014), toprak pH'sinin düşmesi ile toprakta  $\text{H}^+$  iyonlarının arttığını ve artan  $\text{H}^+$  iyonları ise toprak EC değeri üzerine arttırıcı etki yaptığını yaptığı çalışmalarla ortaya koymuştur. Aynı araştırmacı pH ile EC değeri arasında negatif ve tam lineer olmayan bir ilişkinin olduğunu, çünkü pH yanında toprak sıcaklığı, toprak nemi, tekstür, porozite ve mineraller gibi faktörlerin de EC üzerine etkili olduğunu belirtmiştir.

pH değerlerinde uygulamalara göre 1. ve 2. dönemde bir farklılık olmamasına rağmen 3. dönemde bir farklılık yakalanmış ve ölçülen pH değerleri arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemli olmuştur. En düşük değer (7.79) BK+ÇG uygulamasından elde edilmiş ve diğer uygulamalar aynı grupta yer almıştır (Çizelge 1). Uygulamalar kontrole göre bireysel olarak karşılaştırıldığında da sadece 3. dönemde BK+ÇG uygulaması %1 düzeyinde kontrole göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Toprak pH'sinin ayarlamasında sık olarak kullanılan SK'nın pH üzerine etkisi olmadığı görülmüştür. Toprağa uygulanan S'nin etkili olabilmesi için biyolojik bir süreç gerekmektedir. Biyolojik süreç kimyasal süreç gibi hızlı değildir. Bu işlem bakteriler tarafından gerçekleştirilir. Ayrıca bakteriler toprak nemi ve ısıya uygun olduğu zaman aktif olurlar. Bu yüzden Longstroth (2017), kükürt uygulamalarının ilkbaharda yapılması gerektiğini bildirmiştir. Çünkü sonbaharda yapılan kükürt uygulamalarında toprak bakterileri kış aylarında aktif olmadığı için bir sonraki ilkbaharda pH üzerine çok az etkisi bulunmaktadır. Yaptığımız çalışmada yapılan toprak uygulamalarının toprak özellikleri üzerindeki etkisi uygulamadan yaklaşık 5 ay sonra ölçülmeye başlanmıştır. Bu yüzden S uygulamalarının toprak pH'sı üzerine beklenen etkisinin olmadığı düşünülmektedir. Chang vd. (1991) organik maddenin pH üzerine etkili olabilmesi için ayrışma işleminin gerçekleşmesi gerektiğini bildirmiştir. Bu işlem için ise belli zamana ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrışma sırasında  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}^+$  ve organik asitler orya çıkmaktadır.  $\text{H}^+$  ve organik asitler toprak pH'sı üzerine direk etkili olurken  $\text{CO}_2$  su ile birleşerek karbonik asit meydana getirmektedir. Bu reaksiyonlar ise besin toprakta bulunan besin elementlerinin yararlılığının artmasında önemlidir. Ekimle birlikte toprağa uygulanan BK+ÇG uygulamasının

**Çizelge 2.** Uygulamaların başakların besin elementi içeriği üzerine etkisi**Table 2.** Effect of treatments on nutrient contents of grain

Uygulama	N (% DW)	P (% DW)	K (% DW)	Ca (% DW)	Mg (% DW)
SK	1.79 b	0.24 a	0.54 b	0.091	0.140 a
BK+ÇG	2.32 a	0.25 a	0.68 a	0.081	0.128 b
L	2.23 a	0.20 b	0.53 b	0.076	0.128 b
K	1.94 b	0.22 ab	0.52 b	0.077	0.126 b
P değeri	P<0.01	P<0.05	P<0.01	Ö.D	P<0.05
Uygulama	Fe ( $\mu\text{g g}^{-1}$ DW)	Cu ( $\mu\text{g g}^{-1}$ DW)	Mn ( $\mu\text{g g}^{-1}$ DW)	Zn ( $\mu\text{g g}^{-1}$ DW)	
SK	20.8 c	2.24	10.59	20.58	
BK+ÇG	27.2 a	2.29	11.27	20.76	
L	24.8 b	1.78	11.43	21.90	
K	23.9 b	2.09	11.07	22.36	
P değeri	P<0.01	Ö.D	Ö.D	Ö.D	

SK: sulu kükürt, BK: bentonitli kükürt, ÇG: çiftlik gübresi, L: leonardit, K: kontrol

yaklaşık 6 ay sonra kontrole göre pH üzerine bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca BK'nın çiftlik gübresi ile birlikte uygulanması pH üzerinde de olumlu etkisinin olduğu düşünülmektedir. Schoenau ve Davis (2006) katı çiftlik gübresinin sıvı çiftlik gübrelerinden daha yüksek oranda organik madde içerdiğini ve toprağa uygulandığı zaman asidik materyal eklendiğinde H<sup>+</sup> iyonlarını tutarak, alkali materyal eklendiği zaman H<sup>+</sup> iyonlarını serbest bırakarak pH düzenleyici olarak görev yaptığını yani nütürleştirme (pH=7) özeliği gösterdiğini belirtmiştir.

Toprak pH'sının mikro elementler içinde en çok Fe ve Mn üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Uygulamaların dönemlere göre toprakların Fe ve Mn içerikleri üzerine etkisi incelendiğinde pH değerlerine doğru orantılı olarak bir değişim izlemiştir. İlk iki dönemde uygulamalar arasında

istatistiksel olarak bir fark bulunmaz iken 3. dönemde pH değerinde gerçekleşen azalmaya karşılık Fe ve Mn değerinde bir artış gerçekleşmiştir. Bu artış Mn için istatistiksel olarak önemi olurken Fe için olmamıştır (Çizelge 1). Her iki element için de pH değerinin en düşük olduğu BK+ÇG uygulamasında en yüksek değerler elde edilmiştir. Bunu Mn için SK uygulaması Fe için L uygulaması takip etmiştir. 2. dönemde bütün uygulamaların birbiri ile karşılaştırıldığı varyans analizinde önemli olmayan Fe, her uygulamanın kontrole göre ayrı olarak kıyaslandığı "kontrast analizinde" %5 seviyesinde önemli ve düşük olduğu görülmüştür. Mn için sadece 3. dönemde BK+ÇG uygulamasından elde edilen değerler kontrole göre hem yüksek hem de %5 düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 3). Fe ve Mn'nin hareketliliği toprak pH'sı tarafından kuvvetli bir şekilde

**Çizelge 3.** Bazı toprak özelliklerinde kontrol uygulamasına göre diğer uygulamaların önem seviyeleri**Table 3.** Significant levels of other applications according to the control treatment at some soil properties

Uyulama	Dönem	EC (dS m <sup>-1</sup> )	pH	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
SK		0.339	0.206	0.894	0.636	0.275	0.006
BK+ÇG	1	0.547	0.755	0.702	0.271	0.541	0.310
L		0.193	0.827	0.772	0.215	0.459	0.398
SK		0.130	0.549	0.305	1.000	0.285	0.136
BK+ÇG	2	0.878	0.529	0.042	0.242	0.010	0.106
L		0.873	0.358	0.225	0.866	0.553	0.636
SK		0.033	0.936	0.346	0.594	0.391	0.056
BK+ÇG	3	0.552	0.010	0.353	0.035	0.630	0.159
L		0.458	0.322	0.696	0.549	0.772	0.585

SK: sulu kükürt, BK: bentonitli kükürt, ÇG: çiftlik gübresi, L: leonardit, K: kontrol

**Çizelge 4.** Başakların besin elementi içeriğinde kontrol uygulamasına göre diğer uygulamaların önem seviyeleri  
**Table 4.** Significant levels of other applications according to the control treatment at nutrient contents of grain

Uygulama	N (% DW)	P (% DW)	K (% DW)	Ca (% DW)	Mg (% DW)
SK	0.226	0.108	0.653	0.053	0.003
BK+ÇG	0.016	0.084	0.001	0.542	0.575
L	0.036	0.169	0.818	0.877	0.528
Uygulama	Fe ( $\mu\text{g g}^{-1}$ DW)	Cu ( $\mu\text{g g}^{-1}$ DW)	Mn ( $\mu\text{g g}^{-1}$ DW)	Zn ( $\mu\text{g g}^{-1}$ DW)	
SK	0.012	0.737	0.535	0.218	
BK+ÇG	0.012	0.655	0.799	0.221	
L	0.372	0.478	0.647	0.713	

SK: sulu kükürt. BK: bentonitli kükürt. ÇG: çiftlik gübresi. L: leonardit. K: kontrol

etkilenmektedir. Örneğin Scianna (2000) toprak pH'sının 1 birim değişmesine karşılık  $\text{Fe}^{+3}$ 'ün aktivitesinde 1000 kat  $\text{Fe}^{+2}$ 'nin aktivitesinde 100 kat değişme olduğunu bildirmiştir.

BK+ÇG uygulamasında 1. dönemde yüksek seviyede olan Zn, 3. dönemde en düşük seviyelerde olduğu görülmüştür (Çizelge 1). BK+ÇG uygulaması ile diğer uygulamalara göre toprak organik maddesinde sezon içinde geçici de olsa bir artışın olması beklenmektedir. Organik maddenin ayrışması ile toprakta bitkiye elverişli olarak bulunan Zn'nin organik madde tarafından tutulduğu düşünülmektedir. Shuman (1988), toprak yüzeyinde organik madde miktarının artmasının Zn eksikliğine neden olduğunu bildirmiştir. Benzer durum Cu'da da gerçekleşmiştir. 2. dönem alınan topraklarda en düşük Cu değerleri BK+ÇG uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1).

Varyans analizine göre uygulamalar arasında başak tanelerinin besin elementi içeriğinde de önemli değişimler olmuştur ve N, P, K, Mg ve Fe yönünden uygulamalar arasında farklılıklar bulunmuştur. En yüksek N, P, K ve Fe değerleri BK+ÇG uygulamasından elde edilmiştir. Mg'da durum farklı olmuş ve SK uygulaması öne çıkmıştır. Tanelerin N, P, K ve Fe içerikleri ortalama olarak sırasıyla %1.79-2.32, %0.20-0.25, %0.52-0.68 ve 20.8-27.2 ppm arasında değişmiştir (Çizelge 2). BK+ÇG uygulamasında yüksek değerlerin elde edilmesi ÇG'den kaynaklandığı düşünülmektedir. Schoenau ve Davis (2006) çiftlik gübrelere toprağa sadece besin elementi sağlamakla kalmadığını aynı zamanda uygun toprak koşullarının oluşmasına da katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Başak tanelerinin besin içerikleri "kontrast analizine" tabi tutulduğunda "varyans analizinde" %1 düzeyinde önemli olan ve aynı grupta yer alan BK+ÇG ve L uygulamalarından sadece BK+ÇG

uygulamasının K uygulamasına göre önemli olduğu tespit edilmiştir. Varyans analizinde P yönünden birbirinden %5 seviyesinde önemli olan uygulamalar "kontrast analizinde" kontrole göre önemli olmadığı görülmüştür. Başak tanelerinin K içeriği hem varyans hem de kontrast analizinde %1 seviyesinde BK+ÇG uygulamasında, Mg içeriği ise SK uygulamasında yüksek olduğu görülmüştür. Fe için her iki analiz için de sonuç değişmemiş kontrole göre BK+ÇG uygulaması %1 düzeyinde önemli olurken SK uygulaması %1 seviyesinde düşük olmuş ve L uygulaması K uygulamasına göre değişiklik göstermemiştir (Çizelge 4).

## SONUÇLAR

Çalışmada kullanılan materyaller özellik ve kullanılan miktar bakımından birbirinden farklılık göstermektedir. Bu yüzden sonuçların değerlendirilmesinde "Varyans analizine" ek olarak "kontrast analizi" de yapılmıştır. Bu şekilde her bir ürünün K uygulamasına göre etkili olup olmadığı da tespit edilmiştir. Hem varyans hem de kontrast analizine göre BK+ÇG uygulamasının toprakların pH ile Mn, başak tanelerinin N, K, ve Fe içerikleri üzerine olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Toprak pH'sının düşürülmesinde SK ve L uygulamalarının herhangi bir etkisi olmadığı gibi tanelerin besin elementi içeriğinde genel olarak bir artış sağlamamıştır. BK+ÇG uygulaması ile arpanın besin elementi değerinin artması sağlamıştır. Başakların besin elementi değerinin artması hayvan beslenmesinde önemli olduğu düşünülmektedir. BK+ÇG uygulaması bu olumlu etkisinin yanında verimde de %20 oranında bir artış sağlamıştır. Bu olumlu etkileri ile birlikte BK+ÇG maliyeti yüksek olan bir uygulamalıdır. Bu yüzden ekonomik analizler bu uygulamanın hububat tarımında kullanımını kısıtlayabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Anonymous (2013). Effects of Manure and fertilizer on soil fertility and soil quality. Manitoba, p. 68. (<http://www.gov.mb.ca/agriculture/environment/nutrient-management/pubs/>).
- Anonymous (1990). Management of Gypsiferous Soils. FAO Soils Bulletin no:62, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 81.
- Chang C, Sommerfeldt TG, Entz T (1991). Soil Chemistry after eleven annual applications of cattle feedlot manure. J. Environ. Qual., 20:475-480.
- Güçdemir İH (2006). Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Güncelleştirilmiş ve genişletilmiş 5. Baskı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 231. Ankara, p. 424.
- Güneri M, Mısırlı A, Yokaş İ, Yağmur B (2012). Valensiya portakal çeşidinde kükürt, jips, amonyum sülfat ve sitrik asit uygulamalarının bitki besin elementleri içeriklerine etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1): 83-92.
- Kaymak MR (2011). Kükürt'ün toprak ve bitki besleme yönünden önemi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Adana.
- Longstroth M (2017). Lowering the soil ph with sulfur. Courtesy of MSU Extension ([news.msue.msu.edu](https://news.msue.msu.edu)).
- Mickelbart MV, Stanton KM, Hawkins S, Camberato J (2017). Lowering soil pH for horticulture crops. purdue extension publication HO-241-W, Commercial Greenhouse and Nursery Production ([www.the-education-store.com](http://www.the-education-store.com)).
- McCauley A, Jones C, Olson-Rutz K (2017). Soil pH and organic matter. Nutrient Management Module No: 8, Montana State University Extension, p. 16.
- Mohd-Aizat A, Mohamad-Roslan MK, Sulaiman WNA, Karam DS (2014). The relationship between soil pH and selected soil properties in 48 years logged-over forest. International Journal of Environmental Sciences, 4(6):1129-1140.
- Patel PC, Patel MS, Kalyanasundaram NK (1997). Effect of foliar spray of iron and sulphur on fruit yield of chlorotic acid lime. Journal of the Indian Society of Soil Science, 45(3):529-533.
- Ryan J, Estafan G, Rashid A (2001). Soil and plant analysis laboratory. Manual 2nd ed. ICARDA and NARS, Aleppo, Syria, pp. 135-140.
- Scianna S (2000). Iron (Fe) chlorosis in plants. HortNote No. 7. (<http://Plant-Materials.nrcs.usda.gov>).
- Schoenau JJ, Davis JG (2006). Optimizing soil and plant responses to land applied manure nutrients in the great plains of North America. Canadian Journal of Soil Science, 86: 587-595.
- Shuman LM (1988). Effect of Organic Matter on the Distribution of Manganese, Copper, Iron, and Zinc in Soil Fractions. Soil Science, 146: 192-198.
- Ülgen N, Yurtsever N (1995). Türkiye gübre ve gübreleme rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 209. Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara, p. 230.
- Vossen P (2017). Changing pH in soil. University of California, Cooperative Extension. (<http://vric.ucdavis.edu/pdf/Soil/ChangingpHinSoil.pdf>).