



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Organomineral gübre ve K-humat'ın tane mısırın verim ve fosfor kullanım etkinliği üzerine etkilerinin kimyasal gübreyle karşılaştırması

Ayşegül Korkmaz *, Fatma Gökmen Yılmaz, Sait Gezgin

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya

Özet

Bu çalışma, kimyasal ve organomineral gübre ve K-Humat'ın uygulamalarının tane mısırın fosfor kullanımı üzerine etkilerini belirlemek için yapılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulan denemede ekim esnasında U₁ (%100 P) kimyasal gübre (13.24.12-10 SO₃+1 Zn), U₂ (% 100 P) ve azalan oranlarda U₃ (%80 P), U₄ (%60 P), U₅ (%40 P) organomineral gübre (7.16.10-15 SO₃+ 1 Fe+ 0.5 Zn+ 20 organik madde) ve 6 L da⁻¹ K-Humat (% 12 Humik+fulvik asit) ile kimyasal gübreden azalan oranlarda U₆ (%100 P), U₇ (%80 P), U₈ (%60 P), U₉ (%40 P) fosfor uygulanmıştır. Çalışmada tepe püskülü oluşum döneminde mısır bitkisinin yapraklarındaki besin elementlerinin değişimine gübre uygulamaları etkili olmamış ve mısır bitkisi için bildirilen sınır değerlerine göre yapraklarda bütün besin elementlerinin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Gübre uygulamalarının düzeltilmiş tane verimine etkisi önemsiz, fosforun agronomik ve geri alım etkinliğine etkisi istatistik olarak (p<0.05) önemli bulunmuştur. Fosforun agronomik ve geri alım etkinliği genel olarak kimyasal gübre uygulamasına göre organomineral gübre uygulamaları ile azalırken, kimyasal gübre ile en az oranda fosfor ve K-Humat uygulamaları ile artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Agronomik etkinlik, Fosfor geri alım etkinliği, Fosfor kullanım etkinlikleri, K-Humat, Organomineral, Tane mısır.

Comparison of the effects of organomineral fertilizer and K-humate with chemical fertilizer on maize yield and phosphorus use efficiency

Abstract

This study was carried out to determine the effects of chemical and organomineral fertilizers and K-Humate applications on maize grain yield and phosphorous use efficiency. This study was designed in line with randomized block design with three replicates. In this study during planting, U₁ (100% P) chemical fertilizer (13.24.12-10 SO₃+1 Zn), U₂ (100% P) and decreasing rates of U₃ (80% P), U₄ (60% P), U₅ (40% P) organomineral fertilizer together with (7.16.10-15 SO₃+1 Fe+0.5 Zn+20 organic matter) and 6 L da⁻¹ K-Humate (12% Humic+fulvic acid) and chemical fertilizer in decreasing rates of U₆ (100% P), U₇ (80% P), U₈ (60% P), U₉ (40% P) phosphorus were applied. In this study, fertilizer applications were not effective in the change of nutrients in the leaves of the maize plant during the formation of top tassel and it was determined that all the nutrients were sufficient in the leaves according to the limit values reported for the maize plant. The effect of fertilizer applications on the improved grain yield was insignificant, and the effect of phosphorus on agronomic and reuptake efficiency was statistically significant (p<0.05). While the agronomic and reuptake efficiency of phosphorus generally decreased with applications, it increased with the least amount of phosphorus and K-Humate applications with chemical fertilizer.

Keywords: Agronomic efficiency, Phosphorus reuptake effectiveness, Phosphorus use efficiencies, K-Humate, Organomineral, Grain maize.

© 2020 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Tarım alanlarında fosfor yetersizliği bitkilerin verim ve kalitesini önemli ölçüde sınırlandırmaktadır (Vance ve ark., 2003; Fixen, 2009; Bélanger ve ark., 2011). Fosfor bitkiler tarafından azot ve potasyum'a göre çok daha az ihtiyaç duyulmasına rağmen gübrelerle azottan sonra en fazla uygulanan besin elementidir (Grant ve ark., 2001; Alam, 2003). Bu durum, toprakların sıcaklık, nem, pH, kil miktarı ve tipi, kireç, organik madde, mikrobiyal aktivite, ekstrakte edilebilir Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Zn iyonlarının miktarına bağlı olarak gübrelerle uygulanan fosforun fiksasyonunun (%50-70) fazla ve bitkilerce alım etkinliğinin (%10-30) oldukça düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Hinsinger, 2001; Balemi ve Negisho, 2012; Cordell ve White 2013). Gübre

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0544 614 07 43

E-posta : aysegul.korkmaz22@gmail.com

Geliş Tarihi : 23 Temmuz 2020

Kabul Tarihi : 18 Aralık 2020

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.772828

kullanım etkinliği agronomik, fizyolojik ve alım etkinliği olmak üzere üç farklı şekilde belirlenmektedir (Li ve ark., 2007; Hammond ve ark., 2009; Yang ve ark., 2014). Agronomik etkinliği, gübre ile uygulanan birim fosforun üründe sağladığı artışı (Irfan ve ark., 2018; Pereira ve ark., 2020), fizyolojik etkinlik, gübre ile uygulanan fosfordan bitkinin aldığı birim P'un üründe sağladığı artışı (Akhtar ve ark., 2008; Yaseen ve Malhi 2009), alım etkinliği, gübre ile uygulanan fosforun bitki ile topraktan kaldırılan oranını ifade etmektedir (Gao ve ark., 2009). Son yıllarda fosfor kaynaklarının sınırlı olduğunun ifade edilmesi (Syers ve ark., 2008) ve fosfor fiyatının fazla artışı ve ekonomik nedenlerle fosforun alım etkinliğini artırarak, gübrelerle uygulanan P miktarının azaltılabilmesi için yoğun araştırmalar yapılmaktadır (Akhtar ve ark., 2008; Yaseen ve Malhi 2009; Olowokere ve Tijani-Eniola 2013). Bu amaçla yapılan çalışmaların bir kısmı gübre fosforu ile birlikte bir miktar organik madde vererek gübre granülünün etrafında mikrobiyal aktiviteyi ve organik anyon miktarını artırarak fosfor fiksasyonun azalması, difüzyon katsayısının artması sonucu fosfor alım etkinliğini arttırmak için organomineral gübreler (Makinde ve ark., 2010; Makinde ve ark., 2011; Olowokere ve Tijani-Eniola 2013) ve K-Humat gibi toprak düzenleyicilerin kullanımını (Erdal ve ark., 2000; Mackowiak ve ark., 2001; Kaya ve ark., 2005; Yaseen ve Malhi 2009; Şahin ve ark., 2014; Öktem ve ark., 2017) içermektedir. Bu çalışma, kimyasal ve organomineral gübre ve K-humat uygulamalarının ikinci ürün olarak yetiştirilen tane mısır bitkisinin tane verimi, fosfor kullanım etkinliğine ve besin elementleri alımı üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu deneme, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğünün Şanlıurfa Ceylanpınar (Gümüşsuyu) Tarım İşletmesinde sulu koşullarda 2.ürün olarak yetiştirilen tane mısır bitkisi ile 11 Temmuz 2019 tarihinde kurulum 20 Aralık 2019 tarihinde hasat edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü arazinin toprakları killi tın tekstür, bazik reaksiyon, düşük tuz, çok fazla kireç ve çok düşük organik madde'ye sahiptir. Toprağın bitkiye elverişli Ca ve Mg miktarı fazla olup K, Mn, Cu miktarı yeterli, P ve Fe miktarı orta, Zn ve B miktarı yetersiz düzeydedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme yerlerinden alınan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özellikleri	Birimi	Tane mısır	Kaynaklar
Tekstür sınıfı		Killi tın	Bouyoucos (1951)
pH (1:2.5 Toprak:Su)		8.05	Jackson (1962)
EC (Tuz) (1:5)	(dS m ⁻¹)	0.61	
CaCO ₃ (Kireç)	(%)	25.2	Hızalan ve Ünal (1966)
Organik madde	(%)	0.12	Smith ve Weldon (1941)
Elverişli P	mg kg ⁻¹	10.8	Bayraklı, 1987 (0.5 N NaHCO ₃)
Elverişli K	mg kg ⁻¹	179	
Ekstrakte edilebilir Na	mg kg ⁻¹	63	
Ekstrakte edilebilir Mg	mg kg ⁻¹	628	Bayraklı (1987) (1 N NH ₄ OAc)
Ekstrakte edilebilir Ca	mg kg ⁻¹	5847	
Elverişli Fe	mg kg ⁻¹	3.35	
Elverişli Mn	mg kg ⁻¹	6.16	Lindsay ve Norvell (1978)
Elverişli Cu	mg kg ⁻¹	1.25	(DTPA+CaCl ₂ +TEA)
Elverişli Zn	mg kg ⁻¹	0.30	
Elverişli B	mg kg ⁻¹	0.43	Cartwright ve ark., (1983)

Deneme, Çizelge 2'deki 9 farklı konu ile tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerürlü olarak 27 parselde kurulmuştur. Denemede, her parsel 4.2 m x 360 m= 1512 m²'dir. Denemede yüksek verimli, yatmaya karşı mükemmel dayanıklılık ve sıcaklık stresine yüksek dayanım gösteren Famaso tane mısır çeşidi ekilmiştir. Deneme yeri toprağının elverişli fosfor (10.8 mg P kg⁻¹ veya 6.2 kg P₂O₅ da⁻¹) miktarına göre Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberinde ikinci ürün mısır için 5 kg P₂O₅ da⁻¹ fosfor uygulanması önerildiğinden optimum yada %100 fosfor seviyesi olarak alınmıştır. Denemede kimyasal taban gübresi olarak 13.24.12-10 SO₃+1 Zn ve organomineral gübre olarak 7.16.10+%15 SO₃+%1 Fe+%0.5 Zn+%20 OM (organik madde) içeren kompoze gübre kullanılmıştır. Bütün konularda kimyasal ve organomineral gübre ekim makinesi ile ekim esnasında banda uygulanmıştır. Denemede 6, 7,8 ve 9 nolu konularda 6 litre da⁻¹ K-Humat uygulanmıştır. Kullanılan K-Humat'ın pH'sı 11 olup %12 Hüyük+fulvik asit, %3 K₂O içermektedir. K-Humat, hemen ekim öncesi 6 kat sulandırılıp toprak yüzeyine püskürtülüp toprakla karıştırıldıktan sonra ekim işlemleri yapılmıştır.

Çizelge 2. Uygulama konuları içerikleri ve miktarları

Uygulamalar	Uygulama içeriği	Uygulanan P miktarı (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	Uygulanan K-Humat miktarı (l da ⁻¹)
U ₁	Kimyasal Gübre (% 100 P)	5	--
U ₂	Organomineral Gübre (% 100 P)	5	--
U ₃	Organomineral Gübre (% 80 P)	4	--
U ₄	Organomineral Gübre (% 60 P)	3	--
U ₅	Organomineral Gübre (% 40 P)	2	--
U ₆	Kimyasal Gübre (% 100 P)	5	6
U ₇	Kimyasal Gübre (% 80 P)	4	6
U ₈	Kimyasal Gübre (% 60 P)	3	6
U ₉	Kimyasal Gübre (% 40 P)	2	6

Kimyasal gübre taban gübresi olarak 13.24.12.10 SO₃+1 Zn, Organomineral gübre ile 7.16.10-15SO₃+ 1 Fe+ 0.5 Zn+ 20 organik madde ve K-Humat'ın pH'sı 11, % 12 Humik+fulvik asit, % 3 K₂O içeren gübre ve toprak düzenleyici kullanılmıştır.

Tane mısır denemesinde bütün konularda verilen azot miktarı ekim esnasında kompoze gübrelere verilen N miktarı dikkate alınarak, mısırın 6 yapraklı döneminde 10 kg da⁻¹'a tamamlanmış ve mısırın 12 yapraklı olduğu dönemde de 6 kg da⁻¹ daha toplamda 16 kg N da⁻¹ azot, üre (%46 N) gübresi ile verilmiştir.

Deneme konularının tane mısırın başta fosfor olmak üzere besin elementleri alınma etkilerini belirlemek için tepe püskülü oluşum döneminde alttan ilk koçanın karşısındaki yaprak olmak üzere her parselden yaprak örneği alınmıştır.

Denemelerin hasadı, parsel başlarından 10'ar m kenar tesiri bırakılarak 4.2 m x 340 m= 1428 m² alan biçerdöver ile yapılmıştır. Her parselden ayrı ayrı tartımları yapılarak verimleri kaydedilmiş ve dekara tane verimleri hesaplanarak belirlenmiştir. Daha sonra her parselden yaklaşık 1'er kg dane örnekleri alınarak tane nem ve besin element içeriklerinin belirlenmesi için örnekler alınmıştır. Her parselden alınan yaprak ve tane örnekleri Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Laboratuvarına getirilmiştir. Alınan tane örneklerinde kurutma kabına belirli miktar tartılmış ve sonra 70°C'de hava sirkülasyonlu kurutma dolabında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak nem içerikleri belirlenmiştir. Bu nem içeriklerine göre % 15 nem içeren düzeltilmiş tane verimleri [Düzeltilmiş verim= Hasatta parsel verimi X {1-Hasat nemi -15}/100}] hesaplanmıştır. Yaprak ve tane örnekleri 0.2 g tartılmış ve 5 ml konsantre HNO₃ ve 2 ml H₂O₂ (% 30 w/v) ile mikro dalga cihazında (Cem MarsXpress; CEM Corp; Matthews, NC, USA) yüksek ısı (210 °C) ve basınç altında (200 PSI) çözündürülmüştür. Analizin güvenilirliğini sağlamak için 40 hücrelik mikrodalga seti içerisine bir adet şahit ve referans materyal olarak bir adet NIST SRM 1573a domates yaprağı örneği ilave edilmiştir. Çözündürülen numunelerin hacimleri deiyonize su ile 20 ml'ye tamamlanmıştır. Çözündürülen numuneler mavi bantlı filtre kâğıdından süzülüp, süzükteki toplam P, Ca, K, Mg, B, Cu, Fe, Mn ve Zn miktarları ICP-OES cihazında tespit edilmiştir (USDA, 2004).

Organomineral gübre, kimyasal gübre ve K-Humat'ın 2. ürün tane mısırın fosfor alım etkinliği üzerine etkileri aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Fixen ve ark., 2015);

$$\begin{aligned} & \text{(Agronomik Etkinlik = (Ug)/Fg+T)} \\ & \text{(Fizyolojik Etkinlik = (Ug)/Kaldırılan P}_2\text{O}_5 \text{ (kg da}^{-1}\text{))} \\ & \text{(Geri Alım Etkinliği = Kaldırılan P}_2\text{O}_5 \text{ (kg da}^{-1}\text{) / (Fg+T P}_2\text{O}_5 \text{ (kg da}^{-1}\text{))x100} \end{aligned}$$

Ug=Düzeltilmiş tane verimi (kg da⁻¹)

Fg=Gübre ile uygulanan P₂O₅ miktarı (kg da⁻¹)

T= Toprakta bulunan P₂O₅ miktarı (kg da⁻¹)

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi JMP istatistik programı (JMP, SAS Institute, Cary, NC) aracılığıyla yapılmıştır (Savaşlı ve ark., 2019). Varyans analizi aracılığıyla uygulama etkilerinin önemlilik derecesi test edilmiş ve ortalama değerlerin karşılaştırılmasında Student's t yöntemi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Farklı gübre uygulamalarının ikinci ürün tane mısır bitkisinin tepe püskülü oluşum döneminde yapraklarının besin elementi kapsamına ait ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 3 ve Çizelge 4'te verilmiştir. Uygulama konularının mısır yapraklarının N, K, Zn ($p<0.01$) ve Cu ($p<0.05$) içeriklerine etkisi istatistik olarak önemli, diğer besin elementlerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Tepe püskülü oluşum döneminde mısır yapraklarının besin elementleri için Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen yeterlilik sınır değerleri ile karşılaştırıldığında bütün konularda herhangi bir besin elementinin eksikliği belirlenmemiştir (Çizelge 3, 4). Tepe püskülü döneminde yaprakların ortalama fosfor içerikleri toprağın elverişli fosfor miktarını dikkate alarak ikinci ürün tane mısır bitkisine verilmesi gereken fosforun %100'ünün verildiği kimyasal gübre uygulaması U₁ (%0.32) olmasından dolayı organomineral (U₂, U₃, U₄ ve U₅) ve kimyasal gübre ile K-Humat (U₆, U₇, U₈ ve U₉) uygulamalarının etkili olmadığı belirlenmiştir. Tane mısır yapraklarının N içeriği sadece kimyasal gübre (%100) uygulamasına (U₁) göre organomineral gübre (U₃, U₄ ve U₅) ve kimyasal gübre ile K-Humat uygulamalarında (U₆, U₇, U₉) olumlu yönde etkilenmiştir. Organomineral organik ve kimyasal gübre uygulamaları ile yaprakların N içeriği organomineral gübrelerde önemli artışlar sağladığı belirlenmiştir (Adeleye ve ark., 2011; Ayeni ve ark., 2012). Sharif ve ark., (2002) tarafından farklı dozlarda humik asit ile birlikte uygulanan kimyasal gübrenin mısır bitkisinde N ve K içeriği üzerine istatistik olarak önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Yaprakların K içeriği en yüksek U₁ uygulamasında olup diğer uygulamalarla %3 (U₇) ile %28 (U₂) arasında değişen oranlarda azalmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Kimyasal ve organomineral gübre ve kimyasal gübre ile K-Humat konularının tane mısır yapraklarının ortalama makro (N, P, K, Ca ve Mg) besin elementi içeriklerine etkisi (Sonaçlar 3 tekerrürün ortalamasını, \pm standart sapma değerlerini göstermektedir).

Uygulamalar	N	P	K	Ca	Mg
	----- (%) -----				
U ₁	3.6 ^D \pm 0.07	0.32 \pm 0.01	2.28 ^A \pm 0.04	0.87 \pm 0.04	0.41 \pm 0.01
U ₂	3.3 ^E \pm 0.01	0.29 \pm 0.03	1.75 ^D \pm 0.08	0.95 \pm 0.07	0.41 \pm 0.01
U ₃	3.7 ^{ABCD} \pm 0.11	0.30 \pm 0.01	1.78 ^{CD} \pm 0.02	0.97 \pm 0.02	0.42 \pm 0.01
U ₄	3.8 ^{ABC} \pm 0.06	0.27 \pm 0.01	2.05 ^{ABC} \pm 0.06	0.84 \pm 0.14	0.43 \pm 0.01
U ₅	3.6 ^{CD} \pm 0.10	0.28 \pm 0.03	1.93 ^{CD} \pm 0.20	0.79 \pm 0.08	0.43 \pm 0.02
U ₆	3.9 ^A \pm 0.03	0.27 \pm 0.03	1.91 ^{CD} \pm 0.01	0.80 \pm 0.02	0.42 \pm 0.02
U ₇	3.8 ^{AB} \pm 0.11	0.27 \pm 0.04	2.22 ^{AB} \pm 0.08	0.84 \pm 0.11	0.42 \pm 0.01
U ₈	3.4 ^E \pm 0.20	0.30 \pm 0.03	1.91 ^{CD} \pm 0.13	0.97 \pm 0.03	0.41 \pm 0.01
U ₉	3.7 ^{BCD} \pm 0.01	0.29 \pm 0.02	1.93 ^{BCD} \pm 0.08	0.85 \pm 0.05	0.41 \pm 0.01

A, B.: $p<0.01$; a, b.: $p<0.05$

İkinci ürün tane mısır bitkisi yapraklarının Zn içerikleri en yüksek U₂ (51.10 mg kg⁻¹) ve U₃ (50.17 mg kg⁻¹) ve en düşük U₅ (39.6 mg kg⁻¹) uygulamasındadır (Çizelge 4). Bazı araştırmacılar tarafından mısır (Selçuk ve Tüfenkçi 2009), fasulye (El-Bassiony ve ark., 2010), marul (Yılmaz, 2004) ile yapılan çalışmalarda da farklı fosfor uygulamalarına, yine marul bitkisine fosfor ile K-Humat (Gezgin ve ark., 2008) uygulamalarına bağlı olarak sonuçlarımıza benzer şekilde bitkilerin yapraklarının Zn içeriğinin değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca yaprakların Cu içeriği de en fazla U₁, U₂ ve U₃'de olup bunlara göre diğer uygulamalarda biraz daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Kimyasal ve organomineral gübre ve kimyasal gübre ile K-Humat konularının tane mısır yapraklarının ortalama mikro (Fe, Zn, Cu, Mn ve B) besin elementi içeriklerine etkisi (Sonaçlar 3 tekerrürün ortalamasını, \pm standart sapma değerlerini göstermektedir).

Uygulamalar	Fe	Zn	Cu	Mn	B
	----- (mg kg ⁻¹) -----				
U ₁	212 \pm 18.84	49 ^{ab} \pm 4.59	22 ^a \pm 0.87	124 \pm 2.31	30 \pm 3.41
U ₂	222 \pm 16.59	51 ^a \pm 3.21	21 ^a \pm 0.31	134 \pm 3.77	31 \pm 2.98
U ₃	223 \pm 14.94	50 ^a \pm 0.34	21 ^a \pm 0.49	129 \pm 3.87	31 \pm 3.56
U ₄	183 \pm 13.14	42 ^{bc} \pm 3.29	19 ^{bc} \pm 1.82	113 \pm 10.38	22 \pm 2.95
U ₅	194 \pm 12.33	40 ^c \pm 2.35	18 ^{bc} \pm 1.64	113 \pm 10.82	23 \pm 2.89
U ₆	195 \pm 9.488	41 ^c \pm 1.91	18 ^c \pm 1.67	111 \pm 8.77	21 \pm 2.11
U ₇	197 \pm 12.61	41 ^c \pm 3.24	20 ^{abc} \pm 0.57	112 \pm 3.74	30 \pm 4.25
U ₈	202 \pm 16.75	42 ^{bc} \pm 3.38	21 ^{ab} \pm 0.69	122 \pm 9.56	31 \pm 3.53
U ₉	202 \pm 11.79	41 ^{bc} \pm 4.63	20 ^{abc} \pm 0.83	122 \pm 5.67	29 \pm 4.88

A, B.: $p<0.01$; a, b.: $p<0.05$

Hasatta belirlenen ve %15 nem içeriğine göre düzeltilmiş tane verimleri Çizelge 5'de verilmiştir. Düzeltilmiş tane verimleri U₁'e göre U₂'de %15, U₃'de %10, U₄'de % 8, U₅'de % 15, U₇'de % 4 ve U₈'de %23 oranında azalırken, U₆'da %9 ve U₉'da %13 oranında artış olduğu görülmektedir (Çizelge 5). Sonuçlarda farklı oranlarda (2-5 kg P₂O₅ da⁻¹) fosfor sağlayacak miktarlarda uygulanan organomineral gübre konularında tepe püskülü döneminde fosfor ve diğer besin elementlerinin eksikliği olmamasına rağmen mısır tane verimleri U₁'de göre %8 ile %15 arasında değişen oranlarda azaldığı belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bulgular, farklı bitkilere organomineral gübre uygulamasıyla (Kacar ve Katkat 1999; Olaniyi ve Ojetayo 2010; Makinde ve ark., 2011; Süzer ve Çulhacı 2017) elde edilen sonuçlarla zıttır. Bunun yanında kimyasal gübre ile birlikte K-Humat uygulamasını içeren U₆ ve U₉ nolu konularda U₁'e göre verimin artması, bazı araştırmacıların (Wang ve ark., 1995; Erdal ve ark., 2000; Bozoğlu ve ark., 2004; Erdal ve ark., 2014) mısır bitkisine K-humat uygulayarak elde ettikleri sonuçlara uyumludur. K-Humat uygulamasının verimi artırması kök bölgesinde mikrobiyal aktiviteyi arttırması ile besin elementlerinin elverişliliğinin artması, mikrobiyal parçalanma ile meydana gelen büyümeyi teşvik edici maddelerin etkisiyle kök sisteminin daha iyi gelişmesi sonucu toprak suyundan ve besin elementlerinden daha iyi faydalanması ve dengeli beslenmesinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir.

Çizelge 5. Kimyasal ve organomineral gübre ve kimyasal gübre ile K-Humat konularının tane mısır bitkilerinin ortalama verim ve düzeltilmiş verim üzerine etkileri (Sonuçlar 3 tekrerrürün ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir).

2.Ürün tane mısır Uygulamalar	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉
Verim	804±105	749±65	747±77	525±107	680±58	873±57	772±106	713±106	913±43
Düzeltilmiş verim (kg da ⁻¹)	664±85	561±40	598±55	611±98	563±50	723±53	637±90	513±23	743±49

Mısır yapraklarının N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, B içerikleri ve düzeltilmiş verimleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) Çizelge 5'de verilmiştir. Düzeltilmiş tane verimi ile yaprakların besin elementleri arasında istatistiki olarak önemli ilişkiler belirlenmemiştir. Yaprakların N içeriği ile düzeltilmiş tane verimi, P içeriği ile Ca, Zn, Cu, Mn ve B içerikleri ve Ca içeriği ile Fe, Zn, Cu, Mn içerikleri arasında istatistiki olarak önemli pozitif ilişkiler bulunmaktadır. Yapılan farklı çalışmalarda da fosfor uygulamalarının diğer besin elementlerini etkilediği ve özellikle Zn içeriğinin P alımını engelleyebileceği bildirilmiştir (Fageria, 1989; Wilkinson ve ark., 2000). Ayrıca yaprakların Fe içeriği ile Zn, Cu, Mn, yaprakların Zn içeriği ile Cu, Mn, B ve yaprakların Cu içeriği ile Mn içeriği arasında istatistiki olarak önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 6). Yaprakların N içeriği ile Mn içeriği arasında negatif ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6. Kimyasal ve organomineral gübre ve kimyasal gübre ile K-Humat konularının tane mısır bitkilerinin makro (P, K, Ca ve Mg) ve mikro (Fe, Zn, Cu, Mn ve B) besin element içerikleri ve düzeltilmiş verimleri arasındaki ilişkileri

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	B
P	-0.352									
K	0.207	0.117								
Ca	-0.364	0.447*	-0.183							
Mg	0.154	-0.101	0.151	0.246						
Fe	-0.284	0.203	-0.142	0.414*	0.202					
Zn	-0.282	0.474*	-0.213	0.606**	0.169	0.384*				
Cu	-0.309	0.576	-0.013	0.658*	0.101	0.382*	0.582**			
Mn	-0.420*	0.437*	-0.236	0.674**	0.234	0.618**	0.738**	0.783**		
B	-0.222	0.510**	-0.083	0.340	0.034	0.011	0.605**	0.363	0.364	
Düzeltilmiş verim	0.398*	-0.005	0.125	0.130	0.329	0.015	0.172	0.057	0.089	0.018

** : p<0.01, * : p<0.05

Deneme konularına göre tane mısırdaki etkinlik parametreleri incelendiğinde konulara göre değişimle birlikte agronomik etkinlik 50-91 kg kg⁻¹, fizyolojik 202-254 kg kg⁻¹ ve geri alım etkinliği % 23-45 arasında değişim belirlenmiştir (Çizelge 7). Gübre uygulama konularına göre fosforun agronomik ve geri alım etkinliğindeki değişimler istatistiki olarak önemli (P<0.05), fizyolojik etkinliğindeki değişimler ise önemsiz bulunmuştur. İkinci ürün tane mısırın ihtiyacı olan fosforun tamamının kimyasal gübre ile uygulandığı U₁ konusuna göre organomineral gübre ile uygulandığı U₂ konusunda %15 kimyasal gübre ile K-humat uygulaması olan U₈ konusunda %5 oranlarında agronomik etkinlik azalmıştır. Fosforun agronomik etkinliği bakımından gübre uygulamaları büyükten küçüğe doğru U₉ > U₅ ≥ U₄ ≥ U₆ ≥ U₇ ≥ U₃ = U₁ ≥ U₈ ≥ U₂ şeklinde sıralanmıştır. Genel olarak uygulanan fosfor miktarının azalması ve fosfor ile birlikte K-humat uygulaması agronomik etkinliğin artmasına neden olarak bu sıralamada etkili olmuştur. Nitekim fosforun agronomik etkinliğinin U₁'e göre organomineral gübre ile fosforun %60'ının uygulandığı U₄ konusunda %12 ve %40'ının U₅ konusunda %17,

kimyasal gübre ile K-Humat uygulamaları olan U₆ %10, U₇ %5 ve U₉ %54 oranında artış sağladığı belirlenmiştir. [Hussein \(2009\)](#) iki farklı mısır varyetesinde yapmış olduğu çalışmada fosfor dozlarına ve çeşitlere göre agronomik etkinliğin değiştiğini ifade etmiştir. Mısır bitkisinde fosfor kullanım etkinliğinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise agronomik etkinliğin % 28-165 oranında artış sağladığı ifade edilmiştir ([Uzun, 2014](#)). Fosforun fizyolojik etkinliği U₁ konusuna göre organomineral gübre ile fosfor uygulanan U₂ ve U₃ konularında, kimyasal gübre ile K-humat uygulaması olan U₉ konusunda azalırken organomineral gübre ile fosfor uygulanan U₄ ve U₅ konularında, kimyasal gübre ile K-humat uygulaması olan U₆, U₇ ve U₈ konularında artış sağladığı belirlenmiştir. [Wasonga ve ark., \(2008\)](#)'de yapmış oldukları çalışmada üç farklı mısır çeşidini farklı dozlarda fosforlu gübre uyguladığında fizyolojik etkinliğin 80-413 kg kg⁻¹ arasında değişim gösterdiği belirlenmiş olup bizim sonuçlarımızı doğrular niteliktedir. Fosforun geri alım etkinliği bakımından gübre uygulamaları büyükten küçüğe doğru U₉ > U₄ = U₅ = U₆ ≥ U₁ ≥ U₃ = U₇ ≥ U₂ ≥ U₈ şeklinde sıralanmıştır. Fosforun geri alım etkinliği mısır bitkisine kimyasal gübre ile 5 kg P₂O₅ da⁻¹ fosfor uygulanan U₁ konusunda %28 iken organomineral gübre ile aynı miktarda fosfor uygulanan U₂ konusunda %11 oranında azalırken, kimyasal gübre ile aynı miktarda fosfor ve K-Humat uygulanan U₆ konusunda %7 oranında artmıştır. Fosforun geri alım etkinliği kimyasal gübre ile en az miktarda fosfor ve K-humat uygulanan, en yüksek tane veriminin elde edildiği U₉ konusunda en yüksek olup bunun ile diğer gübre uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak (p<0.05) önemlidir. Ancak fosforun geri alım etkinliği bakımından diğer gübre uygulamaları arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. Benzer çalışmalarda da kimyasal gübrelerin, organik gübrelerin ve toprak düzenleyicilerin etkisiyle ([Jat ve Ahlawat 2006](#); [Alam ve ark., 2007](#); [Makinde ve ark., 2011](#)) fosforun geri alım etkinliğinin arttığı ifade edilmiştir. Bulgularımızı destekler nitelikte olan bir başka çalışmada ise, [Fernández ve ark., \(2009\)](#), mısır ve ayçiçeğinde fosforlu gübrelemenin bitki gelişimi ve fosfor kullanımına etkilerini belirledikleri çalışma da fosforun her iki denemede de bitki gelişimine önemli etkisi olduğu belirlenmiş olup mısırın fosfor kullanımında en yüksek etkinliğe sahip olduğu ifade edilmiştir.

Çizelge 7. Kimyasal ve organomineral gübre ve kimyasal gübre ile K-Humat konularının tane mısır bitkilerinin P içeriği, agronomik etkinliği, fizyolojik etkinliği ve fosfor alım etkinliği üzerine etkileri (Sonuçlar 3 tekerrürün ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir).

Uygulamalar	Tane P içeriği (%)	Toprakta mevcut P ₂ O ₅ miktarı	Gübre ile verilen P ₂ O ₅ miktarı	Toplam (toprak+gübre P ₂ O ₅ miktarı)	Gübre kullanım etkinliği		
					Fosfor		
					Agronomik etkinlik (kg kg ⁻¹)	Fizyolojik etkinlik (kg kg ⁻¹)	Geri alım etkinliği (%)
U ₁	0.20±0.02*	6.2	5.0	11.2	59 ^{bc} ±7.6	217±13.3	28 ^b ±4.9
U ₂	0.22±0.02	6.2	5.0	11.2	50 ^c ±3.6	202±8.4	25 ^b ±2.7
U ₃	0.21±0.03	6.2	4.0	10.2	59 ^{bc} ±5.4	213±15.5	27 ^b ±1.8
U ₄	0.20±0.02	6.2	3.0	9.2	66 ^{bc} ±10.7	224±13.1	30 ^b ±3.8
U ₅	0.19±0.04	6.2	2.0	8.2	69 ^b ±6.0	233±30.1	30 ^b ±1.5
U ₆	0.20±0.02	6.2	5.0	11.2	65 ^{bc} ±4.7	219±11.6	30 ^b ±3.5
U ₇	0.19±0.04	6.2	4.0	10.2	62 ^{bc} ±8.8	235±22.3	27 ^b ±5.1
U ₈	0.18±0.04	6.2	3.0	9.2	56 ^{bc} ±2.5	254±30.6	23 ^b ±3.6
U ₉	0.21±0.04	6.2	2.0	8.2	91 ^a ±6.0	210±22.0	45 ^a ±8.2

a, b.: p<0.05

Sonuç

Çalışma sonucunda, ikinci ürün tane mısır denemesinde elde edilen tane verimi ve fosfor alım etkinliği bakımından değerlendirildiğinde organomineral gübre uygulamasının kimyasal gübreye göre olumlu bir etkisi olmamıştır. Genel olarak uygulanan fosfor miktarının azalmasıyla, fosforun agronomik, fizyolojik ve geri alım etkinliği artmıştır. Fosforun agronomik, fizyolojik ve geri alım etkinliği değerleri kimyasal gübre uygulamalarında organomineral gübre uygulamalarına göre daha yüksek bulunmuştur. Toprağa karıştırılan K-humat'ın toprak fosforunu ve toprağa uygulanan fosforu bitkilere daha fazla yararışlı hale dönüşümünü sağlamasından dolayı kimyasal gübre ile K-humat uygulamalarının daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Teşekkür

Ülkemizde Organomineral Gübrelerin bitki gelişimi ve beslenmesine etkisi ile ilgili bilgi eksikliğinin giderilmesine katkı sağlamak için bu çalışmanın yürütülmesini sağlayan Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne (TİGEM) aynı kurumun Bitkisel Üretim Daire Başkanlığına, Ceylanpınar işletmesinde emeği geçenlere çok teşekkür ediyoruz.

Kaynaklar

- Adeleye E, Ayeni L, Ojeniyi S, 2011. Effect of tillage techniques on soil properties, nutrient uptake and yield of yam (*Dioscorea rotundata*) on an Alfisol in Southwestern Nigeria. *J. Agric. Food Tech.* 6:94-100.
- Akhtar M, Oki Y, Adachi T, 2008. Genetic Variability in Phosphorus Acquisition and Utilization Efficiency from Sparingly Soluble P-Sources by Brassica Cultivars under P-Stress Environment. *J. Agron. Crop Sci.* 194: 380-392.
- Alam M, Jahan M, Ali M, Ashraf M, Islam M, 2007. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in barind soils of Bangladesh. *J. Applied Sci. Research.* 12: 1879-1888.
- Alam S, 2003. Wheat yield and P fertilizer efficiency as influenced by rate and integrated use of chemical and organic fertilizers. *Pakistan J. of Soil Sci.* 22: 72-76.
- Ayeni L, Adeleye E, Adejumo J, 2012. Comparative effect of organic, organomineral and mineral fertilizers on soil properties, nutrient uptake, growth and yield of maize (*Zea mays*). *Int. Resear. J. Agric. Sci. Soil Sci.* 11: 493-497.
- Balemi T, Negisho K, 2012. Management of soil phosphorus and plant adaptation mechanisms to phosphorus stress for sustainable crop production: A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition.* 3: 547-562.
- Bayraklı F, 1987. Toprak ve bitki analizleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları Yayın No. 17.* s: 77.
- Bélanger G, Claessens A, Ziadi N, 2011. Relationship between P and N concentrations in maize and wheat leaves. *Field Crops Research.* 1: 28-37.
- Bouyoucos GS, 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method For Making Mechanical Analysis of Soils. *Argon. J.* 43: 434-438.
- Bozoğlu H, Pekşen E, Gülümser A, 2004. Sıra aralığı ve potasyum humat uygulamasının bezelyenin verim ve bazı özelliklerine etkisi. *Tar. Bil. Der.* 10: 53-58.
- Cartwright B, Tiller K, Zarcinas B, Spouncer L, 1983. The chemical assessment of the boron status of soils. *Soil Resear.* 21: 321-332.
- Cordell D, White S, 2013. Sustainable phosphorus measures: strategies and technologies for achieving phosphorus security. *Agronomy.* 3: 86-116.
- El-Bassiony A, Fawzy Z, Abd El-Baky M, Mahmoud AR, 2010. Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 6: 169-175.
- Erdal İ, Bozkurt MA, Çimrin KM, Karaca S, Sağlam M, 2000. Kireçli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisi (*Zea mays* L.) gelişimi ve fosfor alımı üzerine humik asit ve fosfor uygulamasının etkisi. *Turk J Agric For.* 24: 663-668.
- Erdal, İ., Küçükyumuk, Z., Taplamacıoğlu, D. ve Toftar, B., 2014, Kireçli bir toprakta humik ve fulvik asit uygulamalarının domatesin gelişimi ve beslenmesine etkileri. *Top. Bil. Bit. Bes. D.* 2: 70-74.
- Fageria N, 1989. Effects of phosphorus on growth, yield and nutrient accumulation in the common bean. *Trop. Agric.* 66: 249-255.
- Fernández M, Belinque H, Boem FG, Rubio G, 2009. Compared phosphorus efficiency in soybean, sunflower and maize. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 32: 2027-2043.
- Fixen P, 2009. Phosphorus: World wide supplies and efficiency, Manitoba Agronomists Conference, 2, December 16, Winnipeg, Manitoba.
- Fixen P, Brentrup F, Bruulsema T, Garcia F, Norton R, Zingore S, 2015. Nutrient and fertilizer use efficiency: Measurement, current situation and trends. *Manag. Water Fert. Sustai. Agric. İntens.* 270.
- Gao W, Jin JY, He P, Li S, Zhu J, Li M, 2009. Optimum fertilization effect on maize yield, nutrient uptake and utilization in Northern China. *Bett. Crops Plant Food.* 93: 18-20.
- Gezgin S, Dursun N, Gökmen F, 2008. Artan dozlarda uygulanan farklı humik asit kaynaklarının marulun verim ve besin elementleri içeriğine etkileri. *TKİK Araş. Ankara.*
- Grant C, Flaten D, Tomasiewicz D, Sheppard S, 2001. The importance of early season phosphorus nutrition. *Canadian J. Plant Sci.* 81: 211-224.
- Hammond JP, Broadley MR, White PJ, King GJ, Bowen HC, Hayden R, Meacham MC, Mead A, Overs T, Spracklen WP, 2009. Shoot yield drives phosphorus use efficiency in Brassica oleracea and correlates with root architecture traits. *J. Exper. Botany.* 60: 1953-1968.
- Hinsinger P, 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: A review. *Plant and Soil.* 237: 173-195.
- Hızalan E, Ünal H, 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. *AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları.* s: 278.
- Hussein A, 2009. Phosphorus use efficiency by two varieties of corn at different phosphorus fertilizer application rates. *Res. J. Appl. Sci.* 4: 85-93.
- Irfan M, Abbas M, Shah JA, Memon MY, 2018. Internal and external phosphorus requirements for optimum grain yield are associated with P-utilization efficiency of wheat cultivars. *Comm. Soil Sci. Plant Analy.* 49: 2843-2853.
- Jackson M, 1962. *Soil Chemical Analysis.* Prentice Hall, Inc. Englewood Cliff, New York, USA.
- Jat R, Ahlawat I, 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. *J. Sustai. Agric.* 28: 41-54.
- Jones JB, Wolf B, Mills HA, 1991. *Plant analysis handbook. Micro, Macro Publishing, Inc., Athens, GA vol. 10.* pp. 213.
- Kacar B, Katkat V, 1999. *Gübreler ve Gübreleme Tekniği, Uludağ Üniversitesi, Güçlendirme Vakfı Yayınları, Yayın No. 144.* Bursa, s: 20.

- Kaya M, Atak M, Çiftçi C, Ünver S, 2005. Çinko ve Humik Asit uygulamalarının ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)'da verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üni. Fen Bil. Enst. D. 9: 3.
- Li L, Li SM, Sun JH, Zhou LL, Bao XG, Zhang HG, Zhang FS, 2007. Diversity enhances agricultural productivity via rhizosphere phosphorus facilitation on phosphorus-deficient soils. *Proc. Natio. Acad. Sci.* 104: 11192-11196.
- Lindsay WL, Norvell WA, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Sci. Soc. America J.* 42: 421-428.
- Mackowiak C, Grossl P, Bugbee B, 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. *Soil Sci. Soc. America J.* 65: 1744-1750.
- Makinde E, Ayeni L, Ojeniyi S, Odedina J, 2010. Effect of organic, organomineral and NPK fertilizer on nutritional quality of *Amaranthus* in Lagos. *Nigeria Rese.* 2: 91-96.
- Makinde E, Ayeni L, Ojeniyi S, 2011. Effects of organic, organomineral and NPK fertilizer treatments on the nutrient uptake of *Amaranthus cruentus* (L) on Two Soil Types in Lagos. *Nigeria J. Cent. Euro. Agric.* 12: 114-123.
- Olaniyi J, Ojetayo A, 2010. The effect of organomineral and inorganic fertilizers on the growth, fruit yield and quality of pepper (*Capsicum frutescense*). *J. Ani. Plant Sci.* 8: 1070-1076.
- Olowokere F, Tijani-Eniola H, 2013. Pepper response to inorganic and organomineral fertilizers in Southwestern Nigeria. *Comm. Soil Sci. Plant Analy.* 44: 1127-1139.
- Öktem AG, Nacar AS, Öktem A, 2017. Sıvı Olarak Toprağa Uygulanan Hümik Asit Miktarlarının Kırmızı Mercimek Bitkisinde (*Lens culinaris Medic.*) Verim ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi. *Tarla Bit. Mer. Arşt. Enst. D.* 26: 119-124.
- Pereira NCM, Galindo FS, Gazola RPD, Dupas E, Rosa PAL, Mortinho ES, 2020. Corn Yield and Phosphorus Use Efficiency Response to Phosphorus Rates Associated With Plant Growth Promoting Bacteria. *Fron. Enviro. Sci.* 8: 40.
- Savaşlı E, Önder O, Karaduman Y, Dayıoğlu R, Özen D, Özdemir S, Akın, A, Tunca ZS, Demir B, Aydın N, 2019. The Effect of Soil and Foliar Urea Application at Heading Stage on Grain Yield and Quality Traits of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Turkish J. Agric. Sci. Tech.* 7: 1928-1936.
- Selçuk R, Tüfenkçi Ş, 2009. Artan dozlarda çinko ve humik asit uygulamalarının mısırın verim ve besin içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Sharif M, Khattak RA, Sarir M, 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Comm. Soil Sci. Plant Analy.* 33: 3567-3580.
- Smith HW, Weldon M, 1941. A Comparison of Some Methods for the Determination of Soil Organic Matter 1. *Soil Sci. Soc. America J.* 5: 177-182.
- Süzer S, Çulhacı E, 2017. Effects of different organomineral and inorganic compound fertilizers on seed yield and some yield components of winter bread wheat. *Top. Bil. Bit. Bes. D.* 5: 87-92.
- Syers J, Johnston A, Curtin D, 2008. Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use, *FAO Fert. Plant Nutri. Bull.* 18: 108.
- Şahin S, Karaman MR, Gebologlu N, 2014. The effects of humic acid application upon the phosphorus uptake of the tomato plant (*Lycopersicum esculentum* L.). *Sci. Rese. Ess.* 9: 586-590.
- USDA N, 2004. The plants database version. 3: 70874-74490.
- Uzun O, 2014. Erciyes üniversitesi Seyrani ziraat fakültesi deneme alanı topraklarına biyogübre uygulamalarının mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) fosforlu gübre kullanım etkinliği üzerine etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Vance CP, Uhde-Stone C, Allan DL, 2003. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist.* 157: 423-447.
- Wang X, Wang Z, Li S, 1995. The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. *Soil Use Management.* 11: 99-102.
- Wasonga C, Sigunga D, Musandu A, 2008. Phosphorus requirements by maize varieties in different soil types of Western Kenya. *African Crop Sci. J.* 16: 2.
- Wilkinson S, Grunes D, Sumner ME, 2000. Nutrient interactions in soil and plant nutrition. (Summer ME, Ed, *Handbook of Soil Science.* Boca Rotan Florida. pp: 89-112.
- Yang F, Du M, Tian X, Eneji AE, Duan L, Li Z, 2014. Plant growth regulation enhanced potassium uptake and use efficiency in cotton. *Field Crops Research.* 163;109-118.
- Yaseen M, Malhi SS, 2009. Variation in yield, phosphorus uptake, and physiological efficiency of wheat genotypes at adequate and stress phosphorus levels in soil. *Comm. Soil Sci. Plant Analy.* 40: 3104-3120.
- Yılmaz İ, 2004. Humik Asit ve Fosfor Uygulamalarının Marul (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Bitkisinin Gelişimi ve Besin Elementi Alımına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.