

Geleneksel ve Analize Dayalı Kimyevi Gübre Uygulamasının Mısır Verimi ve Yaprakta Bitki Besin Elementleri İçeriğine Etkisi


The Effect of Traditional and Analysis-Based Chemical Fertilizer Application on Corn Yield and the Content of Plant Nutrient Elements in the Leaf


Nureddin ÖNER¹, Filiz ÖNER²

Öz

Bu araştırma; 2016 yılında Muğla Dalaman Tarım İşletmesi Müdürlüğü (TİGEM) 72MAY80 tanelik ve silajlık mısır çeşidinde, deneme sahasında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. 950 kg da⁻¹ mısır verimi için gerekli olan bitki besin elementleri miktarından toprak analiziyle belirlenen elementler çıkarıldıktan sonra uygulanacak gübre miktarı belirlenmiştir (41,5 kg da⁻¹ üre). 950 kg da⁻¹ mısır verimi için gerekli olan gübre uygulamasının %40 azaltılması (24,95 kg da⁻¹ üre) ve %40 artırılması (58.1 kg da⁻¹ üre) ile üretici uygulaması (60 kg da⁻¹ üre, 32,3 kg da⁻¹, 15-15-15 ve 14 kg da⁻¹ KNO₃) olmak üzere dört farklı oranda gübre uygulamasının mısır bitkisinin verimine ve yapraktaki azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S), demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), bor (B) ve molibden (Mo) elementleri içeriğine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Toprağa tabandan uygulanan üre, 15-15-15, gübreleri ekim mibzeri ile birlikte banda verilmiştir. Deneme parsellerinde üst gübre olarak kullanılan üre ve KNO₃ gübresi damlama sulama sistemiyle üç farklı zamanda uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre toprağa 950 kg da⁻¹ mısır verimine göre gübre uygulaması, gübre uygulamasının %40 azaltılması ve %40 artırılması ile üretici uygulamasının mısır verimi ve yapraktaki azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S), demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), bor (B) ve molibden (Mo) elementleri konsantrasyonuna etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Mısır bitkisinde en yüksek verim üretici uygulamasında (1.367,0 kg da⁻¹) elde edilirken, bu uygulamayı sırayla gübre miktarının 40 artırılması (1357,0 kg da⁻¹), 950 kg da⁻¹ mısır verimine göre gübre uygulaması (1.225,3 kg da⁻¹), en düşük verim ise gübre miktarının %40 azaltılması uygulamasında (991,0 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Ayrıca deneme parsellerine 2016 yılı gübre fiyatlarına göre uygulanan toplam gübre maliyeti (TL) belirlenmiş ve belirlenen bu miktar 2016 yılı mısırın kg fiyatına bölünerek elde edilen mısır miktarı verimden çıkarılarak gübre maliyeti hariç net verim elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mısırdaki gübreleme, Verim, Gübre maliyeti, Bitki besin elementi, Yaprak analizi

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Nureddin Öner, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Kötekli/Menteşe/Muğla. E-mail: nureddinoner@msu.edu.tr  OrcID: 0000-0001-9314-8108.

²Filiz Öner, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Kötekli/Menteşe/Muğla. E-mail: filizoner@msu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-8885-6318.

Atıf/Citation: Öner, N., Öner, F. Geleneksel ve analize dayalı kimyevi gübre uygulamasının mısır verimi ve yaprakta bitki besin elementleri içeriğine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 71-79.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2023

Abstract

This study is conducted in Muğla Dalaman Agricultural Management Directorate (TİGEM) in 72MAY80 grain and silage maize in the trial area according to purely random trial the randomized complete block design in 3 replications in 2016. The amount of fertilizer is obtained by subtracting elements determined by soil analysis from the amount of plant nutrients required for corn yield in $^{-1}$ in 950 kg. ($^{-1}$ in 41.5 kg urea). The aim of this research is to determine whether fertilizer application at 4 different rates including the reduction of fertilizer application required for corn yield $^{-1}$ in 950 kg. by 40% ($^{-1}$ in 24.95 kg urea) and increasing it by 40% ($^{-1}$ in 58.1 kg urea) and manufacturer application ($^{-1}$ in 60 kg urea, $^{-1}$ in 32,3 kg, 15-15-15 and $^{-1}$ in 14 kg. KNO₃) has an effect on the yield of corn plant and the element content of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), iron (Fe), copper (Cu), zinc (Zn), manganese (Mn), boron (B) and molybdenum (Mo) in the leaf. The urea applied to the soil from the base, 15-15-15, fertilizers are given to the band with the sowing seeder. The urea fertilizer used as a top fertilizer in trial plots and KNO₃ fertilizer has been applied with drip irrigation system at 3 different times. According to the research results, the effect of applying fertilizer to the soil according to $^{-1}$ in 950 kg. corn yield, 40% reductions and 40% increases in fertilizer application, and manufacturer application on the yield of corn and the concentration rate of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), iron (Fe), copper (Cu), zinc (Zn), manganese (Mn), boron (B) and molybdenum (Mo) elements in the leaf is found to be statistically significant ($p < 0.01$). The highest yield in corn plant is achieved in the application of manufacturer ($^{-1}$ in 1.367,0 kg) and the application of increasing the amount of fertilizer by 40% ($^{-1}$ in 1357.0 kg), fertilizer application according to $^{-1}$ in 950 kg corn yield ($^{-1}$ in 1225.3 kg), respectively, whereas, the lowest yield is achieved in the application of reducing the amount of fertilizer by 40% ($^{-1}$ in 991.0 kg). Moreover, the total amount of fertilizer used in trial plots is calculated according to the fertilizer costs in 2016 and the price spent on fertilizer is determined in Turkish Liras (TL) and this price is divided by the 2016 corn kg price and subtracting the amount of corn obtained from the yield, and net yield is obtained excluding the fertilizer cost.

Keywords: Fertilization in corn, Yield, Fertilizer cost, Plant nutrient, Leaf analysis

1. Giriş

Gençkan (1983)'a göre mısır bitkisinin anavatanı Orta Amerika'da Meksika-Guatemala olup, binlerce yıldır bölgenin ana ürünü olarak yetiştirilmektedir. Tropik bir bitki olmasına rağmen üzerinde yapılan yoğun ıslah çalışmaları ile Dünya üzerinde Ekvator'dan Baltık Denizi'ne kadar (60° kuzey enlemi ile 42° güney enlemi arasında denizden 4000 m yüksekliğe kadar) geniş bir alana yayılmıştır (Çakmakçı ve Dallar, 2019).

Subhan (1987), mısıra 0, 10, 15, 20, 25, 30 ve 35 kg da⁻¹ dozlarında azot uyguladığı çalışmada, azot uygulamayan kontrol parselinde 462 kg da⁻¹ kuru madde verimi alırken, 30 kg da⁻¹ azot uygulandığı parselde 631 kg da⁻¹ en yüksek kuru madde verimi elde etmiştir.

Aydeniz ve Brohi (1991), mısır gibi gelişme hızı yüksek ve fazla miktarda organik madde üreten bitkilere toprak koşullarına bağlı olarak, 2-8 kg da⁻¹ arasında fosfor uygulanabileceği, Lourence (1984) mısır bitkisinde en yüksek verimin 8 kg da⁻¹ fosfor uygulamasıyla elde edileceğini, Özdemir (1983), Olsen fosfor analiz metoduna göre toprakta 1, 2, 3, 4, 6 kg da⁻¹ fosfor olması durumunda 23, 19, 16, 13 ve 7 kg da⁻¹ fosforlu gübrenin uygulanması gerektiğini bildirmektedir.

Farklı beş azot dozu (0, 5, 10, 15 ve 20 kg da⁻¹ N) ve 4 farklı fosfor dozunun (0, 4, 8 ve 12 kg da⁻¹ P₂O₅) melez mısır çeşidinin (TTM-815) silaj verimi ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, azot ve fosfor dozlarının yeşil ot verimi, kuru ot verimi, bitki boyu, bitki koçan oranı, ham protein oranı ve ham protein verimi üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Denemenin ilk yılında en yüksek yeşil ot verimi 20 kg da⁻¹ azot ve 8 kg da⁻¹ fosfor uygulamasında (6.552,4 kg da⁻¹), en yüksek kuru ot verimi 15 kg da⁻¹ azot ve 12 kg da⁻¹ fosfor (1.547,1 kg da⁻¹) uygulamasında elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise en yüksek yeşil ot verimi 20 kg da⁻¹ azot ve 8 ve 12 kg da⁻¹ fosfor (6.767,1 kg da⁻¹) uygulamasında, en yüksek kuru ot verimi ise 20 kg da⁻¹ azot ve 8 ve 12 kg da⁻¹ fosfor (1.039,0 kg da⁻¹) uygulamasından elde edilmiştir (Çelebi ve ark., 2010).

Melez atıdı mısır çeşidinin yetiştirildiği toprağa 18 kg da⁻¹ N ve 9 kg da⁻¹ P₂O₅ uygulanacak şekilde 15 farklı taban gübresi çeşidinin mısırdaki tane verimi, verim unsurları ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada en yüksek tane verimi 1.328 kg da⁻¹ 20.20.0 gübre çeşidinde ve 1.324 kg da⁻¹ ile 10.20.20+6S+Zn gübre çeşidinden elde edilmiştir (Elmalı ve Soyulu, 2008).

Yirmi kg saf azot (N), 10 kg saf fosfor (P₂O₅) uygulandığı farklı özelliklere sahip 6 mısır çeşidinde (PR31D24, Kalipso, 70MAY82, Suerto, P1921, DKC6724) kalite, verim ve verim unsurlarının belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada, tane verimi istatistiki açıdan önemli bulunmamış ve 70MAY82 mısır çeşidinde 1.348,81 kg da⁻¹ verim elde edilmiştir (Kılınç ve ark., 2018).

Vejetasyon dönemini belirlemek amacıyla 13 silajlık mısır çeşidinde yapılan çalışmada kaba yem verimi 6.736,33-9.476,72 kg da⁻¹ arasında, kuru madde verimi 1.758,41-2.153,43 kg da⁻¹ arasında değişmiştir (Öner ve Güneş, 2019).

Silajlık mısır yetiştiriciliğinde organik gübre kullanımının verim ve verimle ilgili özelliklere etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada katı ahır gübresi içeren organik gübre 0, 250, 500 ve 1000 kg da⁻¹, kontrol parseli için kimyasal gübre (15 kg N, 10 kg P₂O₅) uygulanmıştır. Hamur olum döneminde yapılan hasatta yeşil ot verimi, kuru madde oranı, kuru madde verimi vb özelliklere ait veriler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek kuru madde verimi kimyasal gübre uygulamasında (2000 kg/da⁻¹), bu uygulamayı 1000 kg da⁻¹ organik gübre uygulaması (1.962,67 kg da⁻¹) ile aynı gurutta yer alan 500 kg da⁻¹ organik gübre uygulamasında (1.785,33 kg da⁻¹) elde edilmiştir (Arslan, 2016).

Doğan ve ark., (2020) yapmış olduğu çalışmada II. ürün olarak farklı iki mısır çeşidine (Dekalp-5401 ve LG 30.597); gübresiz (kontrol parseli), 8 kg da⁻¹ P₂O₅, 20 kg da⁻¹ N ticari gübre, 1000 kg da⁻¹ tavuk gübresi, 1500 kg da⁻¹ çiftlik gübresi ve 1.200 kg da⁻¹ solucan gübresi olacak şekilde iki yıllık yapılan araştırma sonuçlarına göre, Dekalb 5401 çeşidinde en yüksek tane verimi 1219,2 kg da⁻¹ ile ticari gübre verilen parselde, LG 30.597 mısır çeşidinde ise en yüksek tane verimi 1.124,4 kg da⁻¹ ile tavuk gübresi uygulamasında elde edilmiştir.

Bu çalışmada, 950 kg da⁻¹ mısır verimi için gerekli olan gübre miktarı (Barber ve Olson, 1968) baz alınarak toprak analizi yapılmıştır. 950 kg da⁻¹ mısır verimi için gerekli olan element miktarından analiz sonucunda bulunan elementler çıkarıldıktan sonra hangi element uygulanması gerekiyorsa ona göre gübre programı yapılmıştır. Bu uygulamaya ilave olarak toprak analizi yaptırmadan geleneksel olarak fazla ya da çok az miktarda gübre kullanan üreticilerimiz dikkate alınarak 950 kg da⁻¹ mısır verimi için önerilen gübre dozunun %40 azaltılması ve %40

arttırılması ile bu uygulamalardan bağımsız geleneksel gübre uygulaması yapan üretici uygulaması olmak üzere toprağa 4 farklı oranda gübre uygulaması yapılmıştır. Toprakta yapılan bu uygulamaların püskül oluşum döneminde koçan yaprağındaki bitki besin elementleri değişimi ile birlikte mısır verimi üzerine etkileri belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Deneme Muğla ilinin Dalaman ilçesinde TİGEM deneme arazisinde 2016 yılında yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel materyal olarak 72MAY80 tanelik ve silajlık mısır çeşidi, gübre materyali olarak üre, potasyum nitrat ve 15-15-15 gübresi kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Deneme parsellerinde mısır bitkisi sıra aralığı 70 cm ve sıra üzeri 15 cm olacak şekilde pnömatik mibzerle ekimi yapılmıştır. Her bir deneme parselin alanı 1100 m² dir.

Toprağa yapılan dört farklı gübre uygulamasında kullanılan gübrelerin adı, uygulama zamanları ve toplam uygulama miktarı (kg da⁻¹) ve uygulanan saf element miktarları (N, P₂O₅, K₂O kg da⁻¹) *Tablo 1*'de verilmiştir.

Tablo 1. Denemede kullanılan gübre çeşidi, miktarı ve uygulama zamanı

Table 1. Fertilizer type, amount and application time used in the experiment

Mısır Gübre Uygulaması	Gübre adı (kg da ⁻¹)	Uygulama Zamanları ve Dozları (kg da ⁻¹)				Toplam (kg da ⁻¹)	Element Miktarı (kg da ⁻¹)		
		Taban	Sulama				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
			1	2	3				
950 kg da ⁻¹ verime göre gübre uygulaması	Üre	5	4	14	18.5	41.5	19.1	-	-
Gübre oranının %40 azaltılması	Üre	3	2.4	8.7	11.1	24.9	11.45	-	-
Gübre oranının %40 arttırılması	Üre	7	5.6	19.6	25.9	58.1	26.72		
Üreticinin geleneksel gübre uygulaması	Üre	8.5	22.5	13.5	15.5	60			
	15-15-15	32.3				32.3	34.27	4.85	11.29
	KNO ₃	-	3	5.5	5.5	14			

Barber ve Olson (1968)'e göre, mısır bitkisi dekardan 950 kg mısır danesi ve koçanı için 19.1 kg N, 8.9 kg P₂O₅, 23.5 kg K₂O, 7.3 kg MgO, 7.6 kg CaO, 213 g Fe, 11 g Cu, 38 g Zn ve 34 g Mn elementini kaldırmaktadır. Çalışmanın yapıldığı alanın toprak analiz sonucu ile ilgili veriler *Tablo 2*'de verilmiştir. *Tablo 2*'de görüleceği gibi 1 dekar alanda bitkiler tarafından alınabilecek bitki besin element miktarları; 18.32 kg P₂O₅, 75.68 kg K₂O, 339.33 kg MgO, 1.552,6 kg CaO, 2.620 g Fe, 1.080 g Cu, 600 g Zn ve 1.920 g Mn'dir. 950 kg mısır verimi ve gübre miktarının %40 arttırılması uygulaması için gerekli olan P₂O₅, K₂O, MgO, CaO, Fe, Cu, Zn ve Mn elementleri 950 kg verim için toprakta fazla olması nedeniyle gübre olarak kullanılmamıştır. Fosforlu ve potasyumlu gübre sadece üretici uygulamasında kullanılmış ve sadece azotlu gübre kullanılmıştır. Üretici uygulamasında ise azotlu gübre ile birlikte fosforlu ve potasyumlu gübre kullanılmıştır. Gübre uygulamaları taban gübresi mısır ekimiyle birlikte banda verilirken, üst gübre üç farklı dönemde damlama sulama ile uygulanmıştır.

Denemede her parselden püskül oluşum döneminde 50 adet koçan yaprağı alındıktan sonra çeşme suyu ve saf su ile yıkanmış, 70°C'de 48 saat süreyle kurutulduktan sonra öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Örneklerde toplam N kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1965), toplam P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B analizleri mikrodalgada yaş yakma yöntemine göre (0,5 g örnek + 2 ml H₂O₂ + 6 ml HNO₃) yapılmış (Kacar ve İnal, 2008) plastik balonjojelerde 50 ml'ye tamamlanarak ICP-OES cihazında okunmuştur.

Araştırma verileri tesadüf blokları deneme deseni planına göre SPSS programında varyans analiz yapılmış ve önemli görülen ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Deneme alanının toprak özellikleri

Mısır bitkisi ekilmenden önce deneme alanını temsil edecek şekilde 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneğinin analiz sonuçları *Tablo 2*'de verilmiştir.

Tablo 2. Araştırma alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 2. Some physical and chemical properties of the soil of the research area

Analiz adı ve Yöntemi	Sonuç	Referans
Saturasyon (%) Su ile doygunluk	57.64	(Tüzüner,1990)
EC (mmhos/cm) (Saturasyon Çamuru)	0.75	(Richards, 1954)
pH (Saturasyon Çamuru)	7.69	(Anonim, 1988)
Kireç (%) (Kalsimetrik	18.71	(Anonim, 1988)
Organik Maddde (%)(Walkley Black)	2.52	(Anonim, 1988)
N (%).(Teorik Hesaplama)	0.13	(FAO, 1990)
P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹) (Olsen Spektrofotometre)	18.32	(FAO, 1990)
K ₂ O (kg da ⁻¹) (A. Asetat, ICP OES)	75.68	(FAO, 1990)
CaO (kg da ⁻¹) (A. Asetat, ICP OES)	1.552,6	(FAO, 1990)
MgO (kg da ⁻¹) (A. Asetat, ICP OES)	339,33	(FAO, 1990)
Fe (g/da) (DTPA, ICP OES)	2.620	(Lindsay ve Norvel, 1969)
Cu (g/da) (DTPA, ICP OES)	1.080	(Follet, 1969)
Mn (g/da) (DTPA, ICP OES)	1.920	(FAO, 1990)
Zn (g/da) (DTPA, ICP OES)	600	(FAO, 1990)

Tablo 2 incelendiğinde, araştırma alanı topraklarının killi tın bünyeli, tuzsuz, hafif alkali karakterli, fazla kireçli, orta düzeyde organik madde içermektedir. Toplam azot (N), fosfor (P), potasyum (K), bakır (Cu) ve çinko (Zn) miktarları yeterli, kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) miktarı fazla, mangan (Mn) miktarı az, demir (Fe) kapsamalarının yüksek oldukları saptanmıştır.

3.2. Toprağa farklı oranda gübre uygulamanın mısır verimine ve yapraktaki bitki besin elementi içeriğine etkisi

Mısır tarımı yapılan toprağa 4 farklı gübre uygulamasının mısır verimi ve yapraktaki bitki besin elementleri içeriği üzerine etkileri ile ilgili veriler tesadüf blokları deneme deseni planına göre SPSS programından varyans analiz yapılmış ve sonuçlar *Tablo 3*'de verilmiştir. Önemli görülen ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Tablo 3. Gübre uygulamaların mısır verimi ve yapraktaki bitki besin elementleri değişimine ait varyans analiz sonuçları

Table 3. Variance analysis results of fertilizer applications on corn yield and plant nutrient changes in leaves

Uygulama	Verim (kg da ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Cu	Mn	B	Mo
		%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Gübre	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

** p< 0.01 düzeyinde önemli farklılık

Tablo 3'de görüleceği gibi toprağa farklı oranda gübre uygulamanın mısır verimi ve yapraklardaki toplam azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt demir, bakır mangan, çinko, bor ve molibden miktarı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Uygulamalara bağlı olarak mısır bitkisinde elde edilen verim ve toplam bitki besin element ortalamalarına ait önemlilik grupları *Tablo 4*'da verilmiştir.

Tablo 4'de görüleceği gibi gübre uygulama miktarının artışına bağlı olarak mısırdaki tane verimi artmıştır. En yüksek verim gübre kullanım miktarının en yüksek olduğu üretici uygulamasında elde edilmiş (1.367 kg da⁻¹), bu parseli sırasıyla gübre oranının %40 arttırılması uygulaması (1.357 kg da⁻¹), 950 kg da⁻¹ verime göre gübre

uygulaması ($1.225,3 \text{ kg da}^{-1}$) takip etmiştir. Mısır bitkisinde en düşük verim ise gübre miktarının %40 azaltılması uygulamasında (991 kg da^{-1}) elde edilmiştir.

Tablo 4. Toprağa farklı oranda gübre uygulamanın mısır verimi ve yapraktaki bitki besin elementleri ortalamaları ve önemlilik grupları

Table 4. Corn yield of fertilizer application to the soil at different rates, averages of plant nutrients in the leaves and their importance groups

Gübre Uygulamaları	Verim (kg da ⁻¹)	Azot (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)	Mo (ppm)
950 kg da ⁻¹ verime göre gübre uygulaması	1.225,3 c	2.2 c	0.55 a	2.74 b	0.35 c	0.44 b	0.22 d	40.62 b	353.3 c	5.8 d	53.7 d	26.52 a	6.6 b
Gübrenin %40 azaltılması	991 d	2.18 c	0.01 d	2.46 c	0.36 cb	0.36 d	0.25 c	43.6 a	287.23 d	7.2 c	60.40 c	22.0 b	1.57 d
Gübrenin %40 artırılması	1.357 b	2.60 b	0.18 c	2.21 d	0.37 b	0.42 b	0.29 b	24.81 d	479.0 b	9.07 b	94.75 b	22.28 b	8.00 a
Üretici uygulaması	1.367 a	3.18 a	0.52 b	2.89 a	0.52 a	0.47 a	0.35 a	30.79 c	601,22 a	11.63 a	111.01 a	21.26 b	3.8 c
HKO	2.333	0.006	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.963	3.407	0.057	6.916	1.191	0.263
Sınır değerleri*	950	2.7-4	0.25-0.5	1.7-3	0.21-1	0.2-1	0.21-0.5	25-100	21-250	6-20	20-200	5-25	>0.2

*Mısır bitkisinde püskül oluşturma döneminde koçan yaprağında bulunması gereken bitki besin elementleri miktarı.

Toprağa uygulanan gübrelerin yapraktaki bitki besin elementi miktarı üzerine etkisi Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 1'de parseller için uygulanan toplam N, P₂O₅ ve K₂O miktarı verilmiştir. Toplam azot en fazla üretici uygulamasında (34.27 kg da^{-1}), bu uygulamayı gübre miktarının %40 artırılması (26.4 kg da^{-1}), 950 kg da⁻¹ verime göre gübre uygulaması (18.9 kg da^{-1}) ve gübre miktarının %40 düşürülmesi (11.31 kg da^{-1}) izlemiştir. Toprakta gübre uygulamasının bitkide toplam azot miktarı üzerine değişimi üretici uygulamasında en yüksek değer (%3.18) elde edilirken, bu uygulamayı gübre miktarının %40 artırılması (%2.60) takip etmiştir. En düşük toplam N miktarı 950 kg da⁻¹ verime göre gübre uygulaması (%2.2) ve gübre miktarının %40 azaltılmasında (%2.18) uygulamalarında belirlenmiştir. Üretici uygulamasında elde edilen toplam N miktarı sınır değerlerin arasında yer alırken diğer uygulamalar sınır değerinin altında belirlenmiştir.

Tablo 1'de görüleceği gibi P gübre sadece üretici uygulamasında 4.85 kg da^{-1} uygulanmış diğer parsellere toprakta alınabilir fosfor yüksek olması nedeniyle uygulanmamıştır. Yapraktaki en yüksek toplam P miktarı 950 kg da⁻¹ verime göre gübre uygulamasında (%0.55) en düşük P miktarı gübrenin %40 azaltılması uygulamasında (%0.01) elde edilmiştir. Gübre oranının %40 artırılması ve %40 azaltılmasında yapraktaki fosfor miktarı sınır değerinin altında belirlenirken diğer iki uygulamadaki sonuçlar sınır değerinin üzerinde belirlenmiştir.

Topraktaki potasyum miktarı 950 kg da⁻¹ verim için gerekli olan miktardan çok fazla olması nedeniyle (75.68 kg da^{-1}) potasyumlu gübre üretici parseli hariç uygulanmamıştır. En yüksek potasyum oranı üretici uygulamasında (%2.89), en düşük ise gübre oranının %40 artırılmasında (%2.21) elde edilmiştir. Uygulamalardan sonra yaprakta elde edilen K miktarları sınır değerinin içinde yer almıştır.

Toprağa farklı oranda uygulanan gübrelerin yapraktaki Ca oranına etkisi üretici uygulaması ile bitkideki en yüksek Ca oranı (%0.52) elde edilirken, en düşük oran 950 kg da⁻¹ verime göre gübre uygulamasında (%0.35) elde edilmiştir. Tüm uygulamalar sonucunda bitkide elde edilen Ca miktarı sınır değerinin arasında belirlenmiştir.

Gübre uygulamaları sonucunda yaprakta elde edilen Mg elementi miktarı sınır değerlerin arasında belirlenmiştir. En yüksek konsantrasyon üretici uygulamasında (%0.47) elde edilirken en düşük değer gübre miktarının %40 azaltılması uygulamasında (%0.36) elde edilmiştir.

Gübre uygulamaların S elementi konsantrasyonuna en fazla arttıran uygulama üretici uygulaması (%0,35) iken, en düşük etkiyi 950 kg da⁻¹ verime göre gübre uygulamasında (%0,22) elde edilmiştir. Uygulamalardan sonra yaprakta elde edilen S miktarları sınır değerlerin arasında yer almıştır.

Toprağa uygulanan gübre miktarının %40 azaltılmasıyla yaprakta en yüksek çinko konsantrasyonu elde edilirken (43.6 ppm), en düşük konsantrasyon gübre miktarının %40 artırılmasında (24.81 ppm) elde edilmiştir. Gübre miktarının %40 artırılması uygulaması hariç diğer uygulamalarda elde edilen Zn değerleri sınır değerleri arasında belirlenmiştir.

Uygulamalar sonucunda yaprakta elde edilen Fe miktarı sınır değerinin üzerinde toksik olacak seviyede bulunmuştur. Üretici uygulamasında en yüksek değer elde edilirken (601.22 ppm), en düşük değer gübre miktarının %40 azaltılmasında (287.23 ppm) elde edilmiştir.

Üretici uygulamasında en yüksek Cu miktarı elde edilirken (11.63 ppm) en düşük miktar 950 kg da⁻¹ verime göre gübre uygulamasında (5.8 ppm) elde edilmiş ve bu uygulama hariç diğer uygulamalarda elde edilen Cu miktarı sınır değerlerinin arasında belirlenmiştir.

Uygulamalardan sonra yaprakta elde edilen Mn elementi miktarı sınır değerlerinin arasında yer alırken en yüksek değer üretici uygulamasında (111.01 ppm) en düşük ise 950 kg da⁻¹ verime göre gübre uygulamasında (53.7 ppm) elde edilmiştir.

Yaprak analizleri sonucunda elde edilen B elementi yeterli olarak belirlenmiştir. 950 kg da⁻¹ verime göre gübre uygulamasında en yüksek B miktarı (26.52 ppm) elde edilirken diğer uygulamaların hepsi aynı grupta (22.0 ppm, 22.28 ppm, 21.26 ppm) yer almış ve en düşük değer elde edilmiştir.

Tüm uygulamalardan sonra elde edilen Mo elementi miktarları sınır değerlerin üzerinde belirlenmiştir. En yüksek bor elementi miktarı gübrenin %40 artırılmasında (8.0 ppm) en düşük ise gübrenin %40 azaltılması uygulamasında (1.57 ppm) elde edilmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde uygulamadan sonra mısır yaprağında yapılan 12 bitki besin elementi analizinde N, K, Ca, Mg, Fe, S, Cu, Mn miktarı açısından üretici uygulamasından en yüksek konsantrasyon elde edilen uygulamadır. Bitki yaprağında toplam N elementi üretici uygulaması hariç diğer üç uygulamada elde edilen değerler sınır değerinin altında belirlenmiştir. Bitkideki P elementi miktarı gübre uygulamasının %40 artırılması ve azaltılması uygulamaları hariç sınır değerlerinin içinde belirlenmiştir. K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn ve B elementleri tüm uygulamalarda sınır değerleri arasında belirlenirken, Fe ve Mo ise tüm uygulamalarda sınır değerinin üzerinde belirlenmiştir. Deneme yapılan arazinin toprak analizi sonucuna bakıldığında bitki besin elementlerince çok güçlü olması mısır veriminin yüksek olmasında önemli bir faktördür.

4. Sonuç

Mısır verimi, yapraktaki bitki besin elementi oranına etkisini ve gübre maliyetini belirlemek amacıyla dekara 950 kg verime göre gübre uygulaması, bu gübre miktarının %40 azaltılması ve %40 artırılması ile üretici uygulaması olmak üzere toprağa dört farklı oranda gübre uygulaması yapılmıştır. Gübre maliyetleri çıkarılmadan elde edilen verim miktarı ve maliyetler çıkarıldıktan sonra elde edilen net verim miktarları ile ilgili bilgiler *Tablo 5*'de verilmiştir.

Denemenin kurulduğu 2016 yılında her deneme parsellinde kullanılan toplam gübre miktarı *Tablo 1*'de verilmiştir. 2016 yılındaki birim gübre fiyatları dikkate alınarak gübre maliyetleri belirlendikten sonra mısırın 1 kg satış fiyatı olan 0.65'e bölünerek her parselde gübre maliyetine karşılık gelen mısır miktarı belirlenmiştir. Gübre maliyeti içinde olan verim miktarından, parseller için hesaplanan mısır miktarı düşülmüş ve gübre maliyeti olmayan net mısır verimi belirlenmiştir.

Tablo 5'te görüleceği gibi gübre maliyeti içinde mısır veriminde en yüksek verim, üretici uygulamasında elde edilirken (1.367 kg da⁻¹) gübre maliyetlerinin düşürüldükten sonra 2. sıraya (1.176,54 kg da⁻¹) düşmüştür. 950 kg da⁻¹ verime göre gübre uygulaması sonucunda elde edilen verim 3. sıradan (1.225,3 kg da⁻¹) 2. sıraya (1.174,23 kg da⁻¹) yükselmiştir. Gübre maliyeti düşürülmeden en yüksek verim 1.367 kg da⁻¹ (üretici uygulaması) ile en düşük verim 991 kg da⁻¹ (gübre miktarının %40 düşürülmesi) arasında 376 kg da⁻¹ fark oluşmuştur. Gübre maliyeti düşürüldükten sonra gübre miktarının %40 artırılması uygulamasında elde edilen en yüksek verim (1.285,5 kg da⁻¹) ile gübrenin %40 azaltılması uygulamasında elde edilen en düşük verim (960.36 kg da⁻¹) arasında 325.14 kg da⁻¹ fark oluşmuştur.

Tablo 5. Gübre maliyetli ve gübre maliyetsiz verim (kg da⁻¹)

Table 5. Fertilizer cost and fertilizer free yield (kg da⁻¹)

Gübre Uygulamaları	Gübre maliyetli verim (kg da ⁻¹)	Gübre maliyetsiz* verim (kg da ⁻¹)	Uygulanan gübrelerin TL olarak değeri			Mısır karşılığı (kg)
			Üre	15-15-15	K2SO4	
950 kg da ⁻¹ verime göre gübre uygulaması	1.225,3	1.174,23	41.5	-	-	51.07
Gübrenin %40 azaltılması	991	960,36	24.9	-	-	30.64
Gübrenin %40 artırılması	1.357	1.285,5	58.1	-	-	71.50
Üretici uygulaması	1.367	1.176,54	60	32.3	14	190.46

*Denemenin kurulduğu 2016 tarihinde üre 0.8 TL/kg, 15-15-15 0.96 TL/kg, KNO₃ 3.2 TL/kg, Mısır 0.65 TL/kg'dır.

Gübre bayilerinde 06.01.2022 tarihi itibarıyla gübre fiyatı; üre gübresi 14.000,0 TL ton⁻¹, 15-15-15 gübresi 10.000,0 TL ton⁻¹ ve KNO₃ gübresi ise 20.000,0 TL ton⁻¹'dir. 08.11.2022 tarihi itibarı ile Edirne Ticaret Borsasındaki mısırın fiyatı 2 000,0 TL ton⁻¹'dir (Anonim, 2022a). Mısır hasadının yapıldığı 2016 tarihinde 1 ABD doları 2.9846 TL (Anonim, 2016), 21.01.2022 tarihinde ise 1 ABD doları 13.4431 TL'dir (Anonim, 2022b). Bu sonuçlardan da görüleceği gibi dolar kurundaki ve dolayısıyla gübre fiyatlarının artışı da dikkate alındığında 2016 yılına göre 1 kg üre gübresi fiyatı 0.85 TL'den 14 TL'ye 16.47 kat, 1 kg 15-15-15 gübresi 0.96 TL'den 8,6 TL'ye 8.95 kat ve 1 kg KNO₃ gübresi 3.2 TL'den 20 TL'ye 6.25 kat artış olurken mısır fiyatı 0.65 TL'den 2 TL'ye 3.076 kat artış olmuştur.

Gübre çeşidindeki artışı mısır tanesindeki artışla kıyasladığımızda 2 ile 5.5 kat oranında artış olmuştur. Ekonomik karlılık bakımından tarımsal üretimde en önemli girdi olan gübrenin doğru çeşit ve miktarlarda kullanılabilmesi için üreticilerin toprak analizi ve onu destekleyen bitki analizleri yaptırarak verilen gübreleme programını uygulaması gübreden kaynaklanan girdi maliyetini azaltacaktır.

Kaynakça

- Anonim (1988). Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberi. T.C.T.O.K.B. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Genel Yayın No:151.
- Anonim (2016). <https://www.tcmb.gov.tr/kurlar/201609/26092016.xml> (Erişim tarihi: 21.01.2022)
- Anonim (2022a). <http://www.etb.org.tr/tr/index.html> (Erişim tarihi: 21.01.2022)
- Anonim (2022b). [https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/tr/tcmb+tr/main+page+site+ area+bugun/](https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/tr/tcmb+tr/main+page+site+area+bugun/) (Erişim tarihi: 21.01.2022)
- Aydeniz, A., Brohi, A. (1991). Gübreler ve Gübreleme. Cumhuriyet Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 10, Ders Kitabı No: 3, Tokat.
- Arslan, M. (2016). Silajlık mısır yetiştiriciliğinde organik gübre kullanımının verim ve bazı verim özelliklerine etkisi. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 9(2):37-41.
- Barber, G., Olson, S. (1968). Maiz Deficiencias y Toxicidades. 77 s. shf; 2-3 (<https://dokumen.tips/documents/maiz-deficiencias-y-toxicidades-nuevo.html>)
- Bremner, J.M. (1965). Total Nitrogen. Method of Soil Analy., Part. 2, Amer. Soc of Agr. inc., P:1149-1178, USA.
- Çakmakçı, S., Dallar, A. (2019). Farklı sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarının bazı silajlık mısır çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2):1-12.
- Çelebi, R., Çelen, A.E., Çelebi, Ş.Z., Şahar, A.K. (2010). Farklı azot ve fosfor dozlarının mısırın (*Zea mays* L.) silaj verimi ve kalitesine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(4):16-24.
- Doğan, S., Acıbuca, V., Doğan, Y. (2020). II. ürün mısır çeşitlerinde organik ve inorganik gübre uygulamasının verim ve kaliteye etkisi ile ekonomik analizi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3): 592–604.
- Elmalı, H., Soylu, S. (2008). Melez atdışı mısırdaki farklı taban gübresi çeşitlerinin tane verimi, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(44): 104-112.
- FAO (1990). Micronutrient. Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa. Rome.
- Follet, R.H. (1969). *Zn. Fe. Mn and Cu in Colorado Soils*. (PhD. Thesis). Colorado State University.
- Gençkan, S. (1983). Yem Bitkileri Tarımı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:407, İzmir.
- Kacar, B., İnal, A. (2008). Bitki Analizleri. Nobel yayın, no;1241.
- Kılınç, S., Karademir, Ç., Ekin, Z. (2018). Bazı mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarm ve Doğa Dergisi*, 21(6): 809-816.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A. (1969). Development of a DTPA Soil Test For Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Science Society of Amerikan Proceeding*, 42(3): 421-428.
- Lourence, R.S. (1984). Yield of maize phoenix and residual phosphorus in a heavy yellow latosol in Rondonia. *ComunicadoTecnio*, UEPAE de Porto Velho, No:28, 7pp, Brazil.
- Öner, F., Güneş, A. (2019). Determination of silage yield and quality characteristics of some maize (*Zea mays* L.). *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1):1-9.
- Özdemir, O. (1983). Bafra ve Çarşamba Sulu Koşullarında Mısırın Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteği ve Olsen Fosfor Analiz Metodunun Kalibrasyonu. Samsun Bölge Toprak-Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 31, Samsun.
- Richards, L.A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA. Agriculture Handbook, No:60.
- Subhan, B. (1987). Effect of nitrogen fertilizer on vegetative growth and yield of maize (*Zea mays* L.) cv, Bastar kuning Local. *Field Crop Abstracts*, 46(4).
- Tüzüner, A. (1990). Toprak ve Su analiz Laboratuvarları Kitabı, T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, s; 1-3.