



## The Effects of Different Organic and Inorganic Fertilizer Applications on Yield and Improvement of Maize Plant<sup>#</sup>

Hasan Durukan<sup>1,a,\*</sup>, Zekeriya Duran<sup>2,b</sup>, Handan Sarac<sup>1,c</sup>, Ahmet Demirbas<sup>1,d</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant and Animal Production, Sivas Vocational School of Technical Sciences, Sivas Cumhuriyet University Sivas, Türkiye.

<sup>2</sup>Department of Drilling Program, Sivas Vocational School of Technical Sciences, Sivas Cumhuriyet University Sivas, Türkiye.

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><sup>#</sup>This study was presented at the 6th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (Kütahya, TARGID 2022)</p> <p>Research Article</p> <p>Received : 10.12.2022 Accepted : 26.12.2022</p> <p>Keywords: Organic Inorganic Maize Yield Nutrient Elements</p>	<p>In this study, it was aimed to determine the effects of organic and inorganic fertilizer applications at different rates on the yield and development of maize plant. The research was carried out in three replications in greenhouse conditions, according to the randomized plot design, in plastic pots with a capacity of three kg. Applications in research; control, conventional fertilization, gypsum (1% and 2% w/w), anhydrite (1% and 2% w/w), calcite (1% and 2% w/w), perlite (1% and 2% w/w), vermicompost (5% and 10% w/w) and animal manure (5% and 10% w/w). Maize was used as the test plant. Maize plant was harvested approximately 60 days after planting and analysis of dry matter production and nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, manganese and copper were made. According to the results of the research, the highest dry matter production was determined at 15.4 g pot<sup>-1</sup> and 10% of the vermicompost application. This application was followed by conventional fertilizer application (13.64 g pot<sup>-1</sup>). In addition, vermicompost application in general had higher values in macro and micro element concentrations of maize plant.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(sp1): 2835-2840, 2022

## Farklı Organik ve İnorganik Gübre Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Verimine ve Gelişimine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 10.12.2022 Kabul : 26.12.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Organik İnorganik Mısır Verim Besin Elementi</p>	<p>Araştırmada farklı oranlarda organik ve inorganik gübre uygulamalarının mısır bitkisinin verimine ve gelişimine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sera koşullarında üç tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre üç kg kapasiteli plastik saksılarda yürütülmüştür. Araştırmada uygulamalar; kontrol, geleneksel gübreleme, jips (%1 ve %2 w/w), anhidrit (%1 ve %2 w/w), kalsit (%1 ve %2 w/w), perlit (%1 ve %2 w/w), vermikompost (%5 ve %10 w/w) ve hayvan gübresi (%5 ve %10 w/w) şeklindedir. Test bitkisi olarak mısır kullanılmıştır. Mısır bitkisi ekimden yaklaşık 60 gün sonra hasat edilmiş ve kuru madde üretimi ile azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, mangan ve bakır analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek kuru madde üretimi 15,4 g/saksı ile vermikompost uygulamasının %10'luk dozunda belirlenmiştir. Bu uygulamayı ise geleneksel gübre uygulaması takip etmiştir (13,64 g/saksı). Ayrıca mısır bitkisinin makro ve mikro element konsantrasyonlarında genel olarak vermikompost uygulaması daha yüksek değerlere sahip olmuştur.</p>

<sup>a</sup> [hasandurukan@cumhuriyet.edu.tr](mailto:hasandurukan@cumhuriyet.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2255-7016>

<sup>c</sup> [handansarac@cumhuriyet.edu.tr](mailto:handansarac@cumhuriyet.edu.tr)

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7481-7978>

<sup>e</sup> [zduvan@cumhuriyet.edu.tr](mailto:zduvan@cumhuriyet.edu.tr)

<sup>f</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9327-8567>

<sup>g</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2523-7322>



## Giriş

Tarımsal üretimde ürün veriminin arttırılabilmesi için farklı gübreler sıklıkla uygulanmaktadır. Tarımsal alanlarda kullanılan gübreler; kimyasal ve organik gübre olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır (Demirtaş ve ark., 2005). Üretimde yüksek verimin alınabilmesi için tarımsal alanlarda kimyasal gübreler oldukça fazla miktarlarda kullanılmaktadır (Sönmez ve ark., 2008). Tarım alanlarında yapılan yanlış kimyasal gübrelemeler sonucunda; toprakta tuzluluk oluşumu, ağır metal birikmesi, ötrifikasyon, suda nitrat birikmesi ve sera gazı gibi istenmeyen durumlar oluşmaktadır (Kadioğlu, 2021). Toprağa uygulanan kimyasal gübrelerin bitkiler tarafından kullanılmayan kısmı yer altı ve yüzey sularına karışarak canlı sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Atılğan ve ark., 2007). Bu bakımdan çevre dostu organik gübrelerin kullanımı önem kazanmaktadır. Tarımsal alanlarda birçok çeşit hayvan gübresi kullanılmaktadır. Hayvan gübresinin kullanımında; hayvan türü, cinsi ve beslenme durumu gibi birçok etmen gübrenin içeriğini belirlemektedir (Erdal ve ark., 2018). Son dönemlerde en çok kullanılan organik gübrelerden bir tanesinde vermikomposttur. Vermikompost, organik atıklar işlendiği için çevre dostu bir yaklaşımdır (Cao ve ark., 2021). Vermikompost üretiminde genel olarak *Eisenia fetida* solucanları kullanılmakta, bu solucanlar bitkisel ve hayvansal atık ürünlerinden kompost oluşturmaktadır (Boran, 2015; Açıkbaş ve Bellitürk, 2016; Yılmaz ve Kurt, 2018; Şenyiğit ve ark., 2021). Vermikompost azot (N), fosfor (P), magnezyum (Mg), çinko (Zn) ve kalsiyum (Ca) içermektedir (Krishnaswamy ve ark., 2022). Tarımsal faaliyetlerin devamlılığı verimli toprak yapısının korunmasıyla mümkündür (Alagöz ve ark., 2006). Son dönemlerde gübreler dışında farklı minerallerde (jips, anhidrit, kalsit, perlit vb.) tarımsal uygulamalarda sıkça kullanılmaya başlamıştır. Jips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) minerali Ca (%19-24) ve kükürt (S) (%15-18) içermektedir (Kadiroğlu ve ark., 2011). Özellikle alkali toprak yapısına sahip tarım alanlarında, toprağın pH'sını düşürmek amacıyla kükürt ve amonyum sülfat gibi jips de kullanılabilir (Güneri ve ark., 2012). Doğada bol miktarda bulunan anhidrit; susuz kalsiyum sülfat ( $\text{CaSO}_4$ ) olarak isimlendirilmektedir (Acar ve ark., 2012). Anhidritin sertliği mohs cetveline göre 3-3,5 özgül ağırlığı ise 2,7-3,0 arasında değişmektedir (Bilgin, 2019). Kristal tane boyutu 1 mm-10 cm arasında olan kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) kireçtaşının yapıtaşı olan bir mineraldir (Uçurum ve Malgır, 2017), aynı zamanda yapısında Ca elementi bulunan kalsitin aşınma ve ayrışması ile  $\text{Ca}^{+2}$  iyonları

toprağa geçmektedir (Palaz ve ark., 2018). Genleştirilmiş perlit dünya çapında kullanılan bir malzemedir (Kotwica ve ark., 2017). Amorf yapıdaki perlit materyali yapısında kristalleşmiş obsidyen parçaları içermektedir. Ayrıca perlitin yapısında bol miktarda silisyum dioksit, alüminyum oksit ve demir oksit bulunmaktadır (Özdemir, 2021). Tarımsal üretimde toprak veriminin korunabilmesi, ayrıca bitki gelişimini ve verimini arttırabilecek yeni ürünlerin tespiti çok önemlidir. Mısır, buğdaygiller familyasına ait değerli bir tahıl bitkisidir. Mısır bitkisinin beslenme dışında hayvan yemi gibi farklı kullanım alanları bulunmaktadır (Sezer ve Özeng, 2018). Kullanım alanların dolayı mısır tarımı oldukça fazla yapılmaktadır.

Bu çalışmada toprağa uygulanan kimyasal, organik ve inorganik gübrelerin (jips, anhidrit, perlit ve kalsit) mısır bitkisinin kuru madde üretimine ve besin elementleri alımına etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Araştırma 2022 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim bölümüne ait araştırma alanında tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada mısır çeşidi olarak Pioneer P2088 kullanılmıştır. Araştırmaya saksılara 3 kg toprak konularak başlanmıştır. Araştırmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelenildiğinde, toprak siltli killi tın bünyeye ve hafif alkalin pH'ya sahip, tuzsuz, kireçli, düşük organik madde ve fosfor konsantrasyonuna sahip, potasyum içeriği yeterlidir. Mısır tohumları başlangıçta saksılara beşer adet ekilmiş, bitki çıkışlarından sonra seyreltme işlemi yapılmış her saksıda üç adet mısır bitkisi bırakılmıştır. Mısır bitkisi ekimden 60 gün sonra hasat edilmiştir.

Araştırmada kimyasal gübreleme yapılan her saksıya 250 mg/kg N ( $\text{CaNO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  formunda), 100 mg/kg P ve 125 mg/kg K ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$  formunda), 2,5 mg/kg Zn ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  formunda) ve 2,5 mg/kg Fe (Fe-EDTA formunda) uygulanmıştır.

Araştırmada vermikompost ve hayvan gübresi dozları %5 ve %10, jips, kalsit, anhidrit, perlit dozları ise %1 ve %2 olarak uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan vermikompostun bazı özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of the soil used in the research

Derinlik (cm)	Tekstür	pH	Tuz	CaCO <sub>3</sub>	Organik Madde	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		1:1 H <sub>2</sub> O		%		kg/da	
0-20	SiCL	7,40	0,01	11,9	1,2	3,55	90,2

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan vermikompostun bazı özellikleri

Table 2. Some properties of vermicompost used in the research

Organik madde	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu
	%			mg/kg			
42	3,7	0,89	2,0	1198,2	89	41,2	45

### Yöntem

Mısır bitkisi hasat işleminden sonra ilk olarak çeşme suyu ile yıkanmış daha sonra saf su ile yıkanıp kaba filtre kağıdı üzerine serilip üzerindeki fazla suyun alınması sağlanmıştır. Bitkiler daha sonra ayrı ayrı kese kağıtlarına konulup yeşil aksam kuru madde üretim miktarlarının belirlenebilmesi için 65°C etüvde 48 saat sabit ağırlığa gelene kadar bekletilmiş ve etüvden alınarak hassas terazide tartılıp kuru madde üretim miktarları belirlenmiştir. Kuru madde üretim miktarları belirlendikten sonra bitki örnekleri bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür. Bitki örnekleri 0,2 g tartılarak mikrodalga cihazında yaş yakma metoduna göre H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-HNO<sub>3</sub> asit karışımında yakılıp saf su ile son hacmi 20 ml'ye tamamlanıp mavi bant filtre kâğıdından süzülümüştür. Süzülerek elde edilmiş örneklerin P konsantrasyonu kolorimetrik olarak spektrofotometrede 882 nm'de (Murphy ve Riley, 1962); Ca, Mg, K, Zn, Mn, Fe ve Cu konsantrasyonları Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazında (Shimadzu AA-7000) (Kacar ve Inal, 2008); N analizi ise Kjeldahl destilasyon yöntemine göre (Bremner, 1965) belirlenmiştir. Araştırma bulguları ve ölçülen bütün değişkenler istatistiki analiz için SPSS 22.0 for Windows paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiş, ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile belirlenmiş ve korelasyon yapılmıştır.

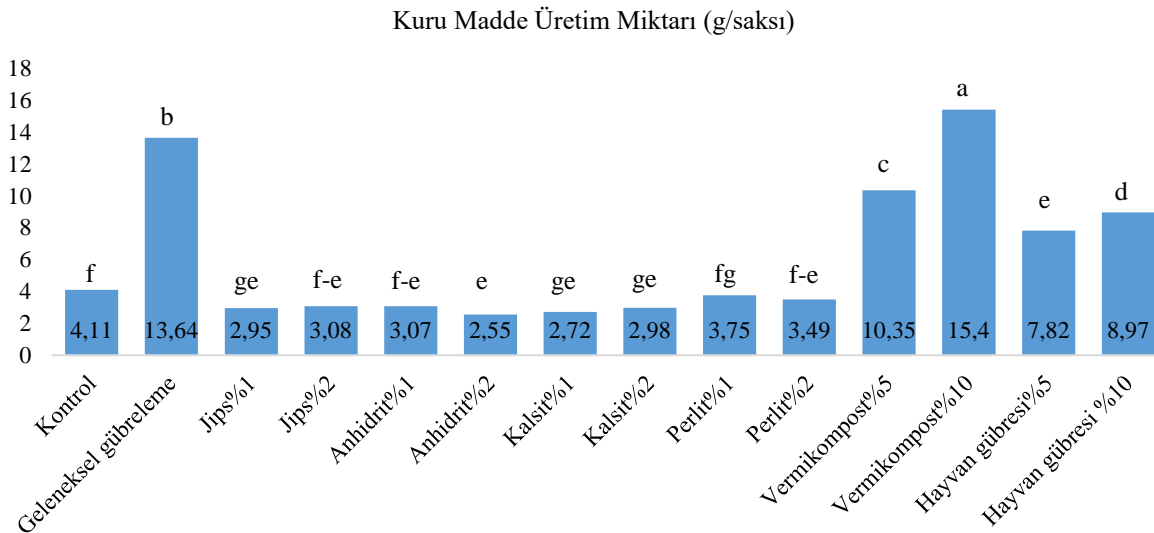
### Bulgular ve Tartışma

Araştırmada farklı organik ve inorganik gübre uygulamalarının mısır bitkisinin kuru madde üretimine etkileri Şekil 1'de, N, P ve K konsantrasyonlarına etkileri Çizelge 3'de, Ca ve Mg konsantrasyonlarına etkileri Çizelge 4'de, Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonlarına etkileri Çizelge 5'de verilmiştir. Araştırmada test edilen parametrelere ait korelasyon ise Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 1'e göre, mısır bitkisinin kuru madde üretim miktarı en yüksek 15,4 g/saksı ile %10 vermikompost

uygulamasında; en düşük ise 2,55 g/saksı ile %2 anhidrit uygulamasında belirlenmiştir. Araştırmada geleneksel gübre, vermikompost ve hayvan gübresi uygulamalarının kontrol grubuna göre kuru madde üretim miktarını arttırdığı tespit edilmiştir. Vermikompost uygulamalarının mısır bitkisinin kuru madde üretim miktarına olan etkisi diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur. Arslan (2016), silajlık mısır bitkisinde kimyasal ve organik gübre uygulamalarının araştırma bulgularımıza benzer şekilde yaprak kuru ağırlığını arttırdığını bildirmiştir. Akpınar (2018), mısır bitkisinde kimyasal gübre ve hayvan gübresi uygulamalarının yeşil aksam kuru madde miktarını kontrol grubuna göre arttırdığını bildirmiştir. Teke ve ark., (2019) farklı dozlarda vermikompost uygulamalarının (0, 40, 80, 120 ve 160 g/bitki) domates bitkisinin toplam verim miktarını (kg/bitki) arttırdığını bildirmişlerdir. Araştırmada artan dozlarda jips (%1 ve %2) ve kalsit (%1 ve %2) uygulamaları kuru madde üretim miktarını arttırsa da bu artış kontrol grubuna göre düşük kalmıştır. Anhidrit (%1 ve %2) ve perlit uygulamalarının (%1 ve %2) artan dozları ise kuru madde üretim miktarını azaltmıştır.

Azot konsantrasyonu bakımından Çizelge 3 değerlendirildiğinde en yüksek %2,39 N ile geleneksel gübre uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Bu uygulamayı ise %10 hayvan gübresi uygulaması takip etmiştir (%2,24 N). İnorganik gübre uygulamalarından ise %2 jips uygulaması diğer inorganik gübre uygulamalarına göre daha yüksek azot konsantrasyonuna sahiptir. Ayrıca araştırmada bütün organik ve inorganik gübre uygulamalarının azot konsantrasyonu kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur. Mısır bitkisinde en yüksek fosfor konsantrasyonu %0,37 P ile %10 hayvan gübresi uygulamasında belirlenmişken, bu uygulamayı %0,35 P ile %5 hayvan gübresi ve geleneksel gübre uygulaması takip etmiştir. Bununla birlikte, genel olarak inorganik gübre uygulamalarının mısır bitkisinin fosfor konsantrasyonunu kontrol uygulamasına göre düşürdüğü belirlenmiştir.



Şekil 1. Farklı organik ve inorganik gübre uygulamalarının mısır bitkisinin kuru madde üretim miktarına etkileri (g/saksı)

Figure 1. The effects of different organic and inorganic fertilizer applications on the shoot dry matter production amount of maize plant (g pot-1)

Çizelge 3. Çizelge 3. Farklı organik ve inorganik gübre uygulamasının mısır bitkisinin N, P ve K konsantrasyonlarına etkileri  
 Table 3. The effects of different organic and inorganic fertilizer applications on N, P and K concentrations of maize plant

Uygulamalar	N (%)	P (%)	K (%)
Kontrol	1,91±0,00 <sup>f</sup>	0,33±0,01 <sup>a-d</sup>	2,48±0,01 <sup>de</sup>
Geleneksel gübreleme	2,39±0,05 <sup>a</sup>	0,35±0,01 <sup>ab</sup>	2,51±0,03 <sup>d</sup>
Jips %1	1,96±0,01 <sup>d-f</sup>	0,11±0,01 <sup>e</sup>	2,42±0,01 <sup>de</sup>
Jips %2	2,16±0,06 <sup>c</sup>	0,15±0,01 <sup>c-e</sup>	2,36±0,01 <sup>e</sup>
Kalsit %1	1,99±0,01 <sup>d-f</sup>	0,15±0,01 <sup>b-e</sup>	2,45±0,11 <sup>de</sup>
Kalsit %2	1,99±0,00 <sup>d-f</sup>	0,16±0,01 <sup>b-e</sup>	2,52±0,00 <sup>d</sup>
Anhidrit %1	1,96±0,06 <sup>d-f</sup>	0,15±0,01 <sup>c-e</sup>	2,47±0,05 <sup>de</sup>
Anhidrit %2	2,02±0,00 <sup>d</sup>	0,14±0,01 <sup>c-e</sup>	2,45±0,01 <sup>de</sup>
Perlit %1	2,03±0,03 <sup>d</sup>	0,28±0,01 <sup>a-e</sup>	2,67±0,08 <sup>c</sup>
Perlit %2	2,02±0,02 <sup>de</sup>	0,18±0,01 <sup>a-e</sup>	2,55±0,03 <sup>cd</sup>
Vermikompost %5	1,93±0,03 <sup>f</sup>	0,26±0,01 <sup>a-e</sup>	2,51±0,07 <sup>d</sup>
Vermikompost %10	1,94±0,01 <sup>ef</sup>	0,34±0,01 <sup>a-d</sup>	3,31±0,05 <sup>a</sup>
Hayvan gübresi %5	1,93±0,02 <sup>f</sup>	0,35±0,01 <sup>a-c</sup>	2,87±0,04 <sup>b</sup>
Hayvan gübresi %10	2,24±0,01 <sup>b</sup>	0,37±0,02 <sup>a</sup>	3,26±0,02 <sup>a</sup>

P&lt;0,05

Çizelge 4. Farklı organik ve inorganik gübre uygulamalarının mısır bitkisinin Ca ve Mg konsantrasyonlarına olan etkileri  
 Table 4. The effects of different organic and inorganic fertilizer applications on Ca and Mg concentrations of maize plant

Uygulamalar	Ca (%)	Mg (%)
Kontrol	0,30±0,03 <sup>f</sup>	0,72±0,01 <sup>b-e</sup>
Geleneksel gübreleme	0,30±0,00 <sup>f</sup>	0,75±0,01 <sup>a-c</sup>
Jips %1	0,31±0,00 <sup>f</sup>	0,59±0,02 <sup>f-h</sup>
Jips %2	0,31±0,02 <sup>f</sup>	0,62±0,00 <sup>f-h</sup>
Kalsit %1	0,38±0,02 <sup>c-e</sup>	0,73±0,01 <sup>b-d</sup>
Kalsit %2	0,37±0,00 <sup>c-e</sup>	0,57±0,01 <sup>gh</sup>
Anhidrit %1	0,32±0,01 <sup>d-f</sup>	0,64±0,00 <sup>e-g</sup>
Anhidrit %2	0,31±0,03 <sup>ef</sup>	0,66±0,04 <sup>d-f</sup>
Perlit %1	0,43±0,04 <sup>bc</sup>	0,67±0,05 <sup>c-f</sup>
Perlit %2	0,23±0,00 <sup>g</sup>	0,55±0,00 <sup>h</sup>
Vermikompost %5	0,47±0,03 <sup>b</sup>	0,76±0,07 <sup>ab</sup>
Vermikompost %10	0,43±0,01 <sup>bc</sup>	0,79±0,01 <sup>ab</sup>
Hayvan gübresi %5	0,38±0,01 <sup>cd</sup>	0,57±0,00 <sup>gh</sup>
Hayvan gübresi %10	0,76±0,03 <sup>a</sup>	0,81±0,03 <sup>a</sup>

P&lt;0,05

Çizelge 5. Farklı organik ve inorganik gübre uygulamalarının mısır bitkisinin Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonlarına olan etkileri  
 Table 5. The effects of different organic and inorganic fertilizer applications on Fe, Zn, Mn and Cu concentrations of maize plant

Uygulamalar	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
Kontrol	92,58±1,45 <sup>e-g</sup>	15,39±1,62 <sup>h</sup>	122,0±2,20 <sup>h</sup>	13,35±0,85 <sup>e-g</sup>
Geleneksel gübreleme	131,0±2,61 <sup>a</sup>	19,93±0,77 <sup>c-e</sup>	131,2±0,23 <sup>e-g</sup>	15,91±1,14 <sup>de</sup>
Jips %1	117,9±2,42 <sup>bc</sup>	17,00±0,92 <sup>f-h</sup>	144,4±6,26 <sup>c</sup>	14,91±0,71 <sup>d-g</sup>
Jips %2	98,47±0,78 <sup>ef</sup>	21,02±1,37 <sup>cd</sup>	140,7±0,68 <sup>cd</sup>	19,74±0,14 <sup>bc</sup>
Kalsit %1	84,18±0,39 <sup>g</sup>	19,53±1,68 <sup>c-f</sup>	135,7±1,69 <sup>d-f</sup>	11,79±0,15 <sup>g</sup>
Kalsit %2	111,8±3,85 <sup>cd</sup>	17,80±0,47 <sup>e-h</sup>	142,3±3,81 <sup>cd</sup>	20,02±1,56 <sup>bc</sup>
Anhidrit %1	119,4±4,93 <sup>a-c</sup>	16,55±0,47 <sup>g-h</sup>	139,6±0,60 <sup>c-e</sup>	15,05±0,57 <sup>d-f</sup>
Anhidrit %2	127,8±2,32 <sup>ab</sup>	17,78±1,72 <sup>e-h</sup>	158,7±5,33 <sup>b</sup>	11,93±0,29 <sup>fg</sup>
Perlit %1	85,63±2,61 <sup>g</sup>	18,77±1,73 <sup>d-g</sup>	129,5±2,79 <sup>f-h</sup>	20,73±1,99 <sup>b</sup>
Perlit %2	99,63±7,73 <sup>ef</sup>	15,79±1,08 <sup>h</sup>	139,1±1,10 <sup>c-e</sup>	19,45±0,71 <sup>bc</sup>
Vermikompost %5	92,39±2,61 <sup>fg</sup>	21,94±1,73 <sup>c</sup>	173,2±2,71 <sup>a</sup>	17,47±0,99 <sup>cd</sup>
Vermikompost %10	114,8±3,38 <sup>cd</sup>	35,36±1,10 <sup>a</sup>	174,5±0,03 <sup>a</sup>	25,42±1,28 <sup>a</sup>
Hayvan gübresi %5	69,32±7,92 <sup>h</sup>	20,00±0,04 <sup>c-e</sup>	126,9±1,36 <sup>g-h</sup>	17,89±0,85 <sup>b-d</sup>
Hayvan gübresi %10	104,5±4,05 <sup>de</sup>	27,37±2,60 <sup>b</sup>	176,2±3,47 <sup>a</sup>	17,61±1,71 <sup>b-d</sup>

P&lt;0,05

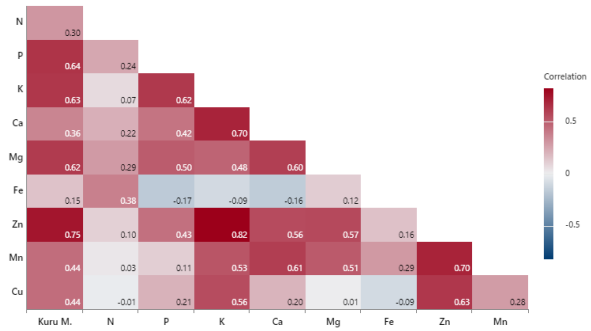
Araştırmada en yüksek potasyum konsantrasyonu yüksek %3,31 K ile %10 vermikompost uygulamasında, en düşük ise %2,36 K ile %2 jips uygulamasında belirlenmiştir. %10 hayvan gübresi uygulaması ise %10 vermikompost uygulaması ile aynı istatistiki grupta yer almıştır. Durukan ve ark., (2019) domates bitkisinde yapmış oldukları çalışmada katı vermikompost uygulamalarının N, P ve K konsantrasyonlarını arttırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4 mısır bitkisinin kalsiyum konsantrasyonu bakımından değerlendirildiğinde, %0,76 Ca ile en yüksek %10 hayvan gübresi uygulamasında tespit edilmiştir. En düşük kalsiyum konsantrasyonu ise %0,23 Ca ile %2 perlit uygulamasında belirlenmiştir. %2 perlit uygulaması ve geleneksel gübre uygulaması hariç diğer uygulamalar mısır bitkisinin kalsiyum konsantrasyonunu kontrole göre artırmıştır. Coskan ve ark., (2017) inorganik materyal olan dolomitin tek başına veya leonardit ile birlikte etkilerini belirlemek amacıyla biber bitkisinde saksı denemesi şeklinde yürüttükleri çalışmada, artan dolomit ve leonardit konsantrasyonlarının bitkinin kalsiyum konsantrasyonunu arttırdığını bildirmişlerdir. Magnezyum konsantrasyonu da kalsiyumda olduğu gibi yine en yüksek %10 hayvan gübresi uygulamasında (%0,81 Mg), en düşük ise yine %0,55 Mg ile %2 perlit uygulamasında tespit edilmiştir.

Araştırmada demir konsantrasyonu en yüksek 131,0 mg/kg Fe ile geleneksel gübre uygulamasında, en düşük ise 69,32 mg/kg Fe ile %5 hayvan gübresi uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 5). Demir konsantrasyonu sadece %1 kalsit, %1 perlit, %5 vermikompost ve %5 hayvan gübresi uygulamalarında kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. Diğer uygulamalar mısır bitkisinin demir konsantrasyonunu kontrole göre arttırmışlardır. Akpınar (2018), organik ve kimyasal gübre uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimine ve besin elementleri alımına etkilerini araştırmış oldukları çalışmada demir konsantrasyonunun hayvan gübresi uygulaması ile kontrol grubuna göre artış gösterdiğini bildirmiştir. Mısır bitkisinin çinko konsantrasyonu değerlendirildiğinde, 35,36 mg/kg Zn ile en yüksek %10 vermikompost uygulamasında tespit edilmiştir. Bu uygulamayı ise 27,37 mg/kg Zn ile %10 hayvan gübresi uygulaması takip etmiştir. Araştırmada bütün uygulamalar kontrole göre mısır bitkisinin çinko konsantrasyonunu arttırmıştır. Durukan ve ark., (2020) farklı dozlarda vermikompost uygulamasının (%0, %10, %20, %40, %50) mısır bitkisinin verimi ile besin elementlerine olan etkilerini belirlemeyi amaçladıkları başka bir çalışmada, en yüksek Zn konsantrasyonunun 28,54 mg/kg Zn %30 vermikompost uygulamasında olduğunu, bununla birlikte diğer dozların da kontrole göre bitkinin çinko içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Araştırmada mangan konsantrasyonu en yüksek 176,2 mg/kg Mn ile %10 hayvan gübresi uygulamasında, en düşük ise 122,0 mg/kg Mn ile kontrol grubunda belirlenmiştir. Tepecik ve ark., (2019) farklı dozlarda çiftlik gübresinin (0, 2, 4, 6 t da<sup>-1</sup>) kereviz (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum*) bitkisinin bitki besin elementi içeriklerinden Mn konsantrasyonunu arttırdığını bildirmişlerdir. Cu konsantrasyonu en yüksek 25,42 mg/kg Cu ile %10 vermikompost uygulamasında, en düşük ise 11,79 mg/kg Cu ile %1 kalsit uygulamasında belirlenmiştir. Çıtak ve ark., (2011) vermikompost ve ahır gübrelerinin ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinde

gelişimine ve toprak verimliliği üzerine olan etkisini araştırmış oldukları çalışmada bakır konsantrasyonunu vermikompost (100 kg da<sup>-1</sup>, 200 kg da<sup>-1</sup>) ve ahır gübresi (1500 kg da<sup>-1</sup>, 3000 kg da<sup>-1</sup>) uygulamaları ile kontrol grubuna göre arttığını bildirmişlerdir.

Farklı inorganik ve organik gübre uygulamaları sonucunda mısır bitkisinde hesaplanan kuru madde üretim miktarı, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonlarının korelasyonu Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre kuru madde üretim miktarı ile Zn arasında pozitif yönlü yüksek ilişki, Cu, Mn, Mg, K ve P ile arasında ise pozitif yönlü normal ilişki bulunmaktadır. P'nin Zn, Mg, Ca ve K ile arasında pozitif yönlü normal ilişki belirlenmiştir. K'nın Zn ile arasında pozitif yönlü yüksek ilişki, Ca, Mg, Mn ve Cu ile arasında ise pozitif yönlü normal ilişki bulunmaktadır. Ca'nın Mn, Zn ve Mg ile arasında pozitif yönlü normal ilişki olduğu, benzer ilişkinin Mg'un Mn ve Zn ile arasında da olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Zn ile Cu ve Mn arasında pozitif yönlü normal ilişki tespit edilmiştir.



Şekil 2. Araştırma test edilen parametrelere ait korelasyon  
Figure 2. Correlation of the parameters tested in the research

Araştırma sonuçlarına göre kuru madde üretim miktarı en yüksek %10 vermikompost uygulamasında, en düşük kuru madde üretim miktarı ise %2 anhidrit uygulamasında bulunmuştur. Kimyasal ve organik gübre uygulamalarının kuru madde üretim miktarını üzerine olumlu yönde katkı sağladığı belirlenmiştir. Mısır bitkisinin makro ve mikro besin elementi alımında vermikompost ve hayvan gübresi uygulamaları diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar vermiştir. İnorganik gübre uygulamaları ise kendi arasında değerlendirildiğinde bitkide en yüksek konsantrasyonlarda K, Ca, P ve Cu alımına perlit; Fe ve Mn alımına anhidrit; N ve Zn alımına jips; Mg alımına da kalsit olumlu yönde katkı sağlamıştır. Araştırma sonuçları genel olarak organik ve inorganik gübre uygulamalarının tarımsal üretimde sürdürülebilirliğe katkıda bulunabileceğini göstermiştir.

## Kaynaklar

- Acar H, Serteser A, Kargıoğlu M. 2012. Afyonkarahisar'daki jipsli topraklar ile bitki örtüsü ilişkisi. AKÜ FEBİD, 12(2), 1-22.
- Açıkbaş B, Bellitürk K. 2016. Vermikompostun trakya ilkeren/5BBaşı kombinasyonundaki asma fidanlarının bitki besin elementi içeriklerine etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(04), 131-138.
- Akpınar Ç. 2018. Farklı organik gübre uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimi ve besin elementleri alımına etkileri. Alatarım, 17(1): 33-40.

- Alagöz Z, Yılmaz E, Öktüren F. 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2), 245-254.
- Arslan M. 2016. Silajlık mısır yetiştiriciliğinde organik gübre kullanımının verim ve bazı verim özelliklerine etkisi. Research Journal of Agricultural Sciences, 9(2): 37-41.
- Atılğan A, Coşkan A, Saltuk B, Erkan M. 2007. Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. Ekoloji, 15, 62, 37-47.
- Bilgin Ö. 2019. Balıkesir Bölgesine ait jips(alçıtaşı) örneğinin karakteristik özellikleri ve kullanım alanları. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 15, 55-60.
- Boran D. 2015. Farklı ısı teknikleri uygulanmış solucan gübresinin kalite parametrelerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 84 s.
- Bremner JM. 1965. Total nitrogen. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. (methodsofsoilab), 1149- 1178.
- Cao Y, Tian Y, Wu Q, Li J, Zhu H. 2021. Vermicomposting of livestock manure as affected by carbon-rich additives (straw, biochar and nanocarbon): A comprehensive evaluation of earthworm performance, microbial activities, metabolic functions and vermicompost quality. Bioresource Technology, 320, 124404.
- Coskan A, Dogan K, Demirbas A, Erdal I, Horzun I, Ok EC. 2017. Improvement of Ca and Mg uptake by application of dolomite and dolomite + leonardite. Sci. Papp. Ser. A Agron, 60, 67-72.
- Çıtak S, Sönmez S, Koçak F, Yaşın S. 2011. Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28(1): 56-69.
- Demirtaş I, Arı N, Arpacıoğlu A, Kaya H, Özkan C. 2005. Değişik organik kökenli gübrelerin kimyasal özellikleri. Derim, 22(2), 47-52.
- Durukan H, Saraç H, Demirbaş A. 2019. Katı ve sıvı vermikompost uygulamalarının domates bitkisinin verimine ve besin elementleri alımına etkileri. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7(7): 1069-1074.
- Durukan H, Saraç H, Demirbaş A. 2020. Farklı dozlarda vermikompost uygulamasının mısır bitkisinin verimine ve besin elementleri alımına etkisi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 45-51.
- Erdal İ, Küçükymuk Z, Şimşek K, Basır M, Baysal GD. 2018. Farklı hayvan gübrelerinin domatesin gelişimi ve mineral beslenmesine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı, 295-302.
- 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 Üniv. Ziraat Fak. Derg., 49(1): 83-92.
- Kacar B, İnal A. 2008. Plant analysis. Nobel Pres, 1241:891.
- Kadioğlu B. 2021. Toprak kirliliği ile kimyasal gübre kullanımı arasındaki olası bağlantıların incelenmesi. Muş Alparslan Üniversitesi Tarımsal Üretim ve Teknolojileri Dergisi, 1(2), 26-38.
- Kadioğlu A, Baydar H, Kocatürk M. 2011. Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.)nda jips uygulamasının verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28(2): 42-54.
- Kotwica Ł, Pichór W, Kapelusznia E, [Rózycka](#) A. 2017. Utilization of waste expanded perlite as new effective supplementary cementitious material. Journal of Cleaner Production, 140, 1344-1352.
- Krishnaswamy VG, Sridharan R, Kumar PS, Fathima MJ. 2022. Cellulase enzyme catalyst producing bacterial strains from vermicompost and its application in low-density polyethylene degradation. Chemosphere, 288, 132552.
- Murphy J, Riley JP. 1962. A modified single solution for the determination of phosphate in natural waters. [Analytica Chimica Acta](#), 27, 31-36.
- Özdemir F. 2021. Perlit kullanımı ile odun plastik kompozitlerin fiziksel, mekanik ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi. KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(1), 15-23.
- Palaz EB, Yılmaz CH, Aytıp H, Büyükçingil Y. 2018. Kahramanmaraş doğal florasında yetişen salep orkide bitkisinin mineral beslenme özellikleri ile yetiştiği toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5(4): 537-544.
- Sezer EK, Özenç DB. 2018. Su stresi koşulları altında fındık zuru kompostu uygulamalarının mısır bitkisinin gelişim parametreleri üzerine etkileri. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 6(1), 52-60.
- Sönmez İ, Kaplan M, Sönmez S. 2008. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 25(2): 24-34.
- Şenyigit U, Toprak M, Coşkan A. 2021. Farklı sulama suyu düzeyleri ve vermikompost dozlarının cam sera koşullarında yetiştirilen fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin su tüketimi ve verimine etkileri. Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi, 3(1): 37-43.
- Teke Ş, Coşkan A, Aktaş H. 2019. Vermikompostun domateste verim ve kalite parametreleri üzerine etkileri. Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi, 1(1): 23-27.
- Tepecik M, Barlas NT, Bozokalfa MK, Aşçıoğlu TK, Kayıkçıoğlu HH, Eşiyok D, Uzmay C, Ayyılmaz T. 2019. Çiftlik gübresinin kerevizin (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum*) bitki besin elementleri üzerine etkisi. Mediterr. Agric. Sci., 32(Özel Sayı): 97-101.
- Uçurum M, Malgır E. 2017. Stearik asit çeşidinin kalsit kaplama verimi üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(2), 137-144.
- Yılmaz FI, Kurt S. 2018. Biyokömür ve vermikompost uygulamalarının toprağın bazı biyolojik özellikleri üzerine etkisi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 6(2) 143-150.