




## Ağrı-Eleşkirt Yöresi Tarım Topraklarına Vermikompost İlavasının Mısır Bitkisinde Gelişme ve Makro Besin Elementi İçeriğine Etkisi

Tülay Dizikisa<sup>1</sup> , Nesrin Yıldız<sup>2</sup> , Kadriye Uruç Parlak<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ağrı

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum

<sup>3</sup>Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Ağrı

Geliş Tarihi / Received Date: 22.03.2022

Kabul Tarihi / Accepted Date: 18.06.2022

### Öz

Bu çalışmada Ağrı Eleşkirt yöresinden örneklenen 10 toprakta serada, vermicompost uygulamasının [V1 (0), V2 (%0.2), V3 (%0.6)] mısırın gelişme ve makro element içeriğine etkisi araştırılmıştır. Vermikompost uygulamasının V2 dozunda (%0.2) bitki azot alımı (%1.515 N) en yüksek; V1 dozunda (0) sodyum (%0.504 Na) ve potasyum (%2.186 K) en yüksek, bitki magnezyum alımı ise V3 dozunda (%0.6) en yüksek (%4.204 Mg) bulunmuştur. Toprak örnekleri ve vermicompost uygulamasının makro besin alımı etkileşimleri çok önemli fark göstermiştir. Makro besin elementi alımında bu etki toprak x vermicompost uygulama desenine bağlı olarak (6×0, 5×1, 3×0, 9×0 ve 2×1) sırasıyla; %0.102 P, %1.887 N, %2.777 K, %0.290 Ca, %9.524 Mg ve %1.464 Na en yüksek etkiyi göstermiştir. İstatistiksel analizler, toprak ve vermicompost uygulamasının bitki makro element alımı üzerinde çok önemli etkisinin olduğunu göstermiştir. Ayrıca bu çalışmada kullanılan vermicompostun yüksek tuz içeriğine de dikkat çekilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** mısır, bitki analizleri, toprak analizleri, makro element, vermicompost

## The Effect of Vermicompost Application to Agricultural Soils in Ağrı-Eleşkirt Region on Plant Growth and Macro Nutrient Element Content of Maize

### Abstract

In this study, the effects of vermicompost application [V1 (0), V2 (0.2%), V3 (0.6%)] on the growth and macro element content of maize were investigated in 10 soils sampled from Ağrı Eleşkirt region. At the V2 dose (0.2%) of the vermicompost application, the plant nitrogen uptake (1.515% N) was the highest; Sodium (0.504% Na) and potassium (2.186% K) were highest at V1 dose (0), and plant magnesium uptake was highest at V3 (0.6%) (4,204 Mg). The macronutrient uptake interactions of soil samples and vermicompost application showed a significant difference. This effect on macronutrient intake is dependent on soil x vermicompost application pattern (6×0, 5×1, 3×0, 9×0 and 2×1), respectively; 0.102% P, 1.887% N, 2.777% K, 0.290% Ca, 9.524% Mg and 1.464% Na showed the highest effect. Statistical analyzes showed that soil and vermicompost application had a very important effect on plant macro element uptake. In addition, attention was drawn to the high salt content of the vermicompost used in this study.

**Keywords:** maize, plant analysis, soil analysis, macro element, vermicompost

## Giriş

Organik gübrelerin kullanımı bitkinin verim ve kalitesinde önemli artışlar sağlamaktadır. Vermikompost da bu amaçla üretilen ve kullanılan organik materyallerden birisi olarak ön plana çıkmaktadır (Yıldız, 2012). Solucanlar; sindirim sistemlerinde ürettikleri antibiyotik özellikli maddeleri, aminoasitleri ve vitaminleri dışkılarına karıştırıp, oluşan gübrenin biyolojik özelliklerini iyileştirir. Ayrıca bileşimlerinde hümik ve fülvik asit gibi bitkilerin beslenmesi için önemli olan büyüme düzenleyici maddeler de bulunmaktadır (Edwards, 1995). Toprak solucanları karasal ekosistemlerin çok önemli bir parçasıdır. Kırmızı solucan (*Eisenia fetida*) bilinen en yaygın vermikompost solucanıdır (Yıldız vd., 2005). Bu solucan türlerinin organik gübreler ve bitkisel materyal (ağaç kabukları, yaprak, saman, sebze ve meyve artıkları) ile beslenmeleri ve ürettikleri yüksek değerlikli gübre, biohumus veya vermikompost olarak adlandırılmaktadır (Karaçal ve Tüfenkçi, 2010).

Vermikompost olarak bilinen solucan gübresi; solucanların, organik atıkları kompostlaştırması sonucunda ortaya çıkardıkları dışkı olarak ifade edilmektedir (Edwards ve Bohlen, 1996). Vermikompostun toprak zenginleştirici, verim arttırıcı ve zarar görmüş topraklarda ıslah edici özelliklere sahip olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Ali vd., 2007; Arancon vd., 2004; Nath ve Singh, 2011; Singh vd., 2008; Tavalı vd., 2014). Vermikompost toprak düzenleyicisi özelliğine sahiptir, toprak kalitesini yükselterek ürün verimini artırır, pestisit ve bitki kalıntılarını kontrol eder, yeterli oranda yarıyışlı makro ve mikro bitki besin maddelerini içerir (Bellitürk, 2016).

Yapılan çalışmalar, vermikompost uygulamasının bitkinin gereksinim duyduğu bitki besin maddelerini elverişli bir biçimde sağladığını ve bu besinlerin bitki tarafından alınımını arttırdığını göstermektedir (Karnez, 2021; Peyvast vd., 2007). Küçükyumuk vd. (2014) vermikompostun biber bitkisinin hem yaş ve kuru ağırlığını arttırdığını hem de besin elementi içerikleri üzerine olumlu etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Yourtchi vd. (2013) patates bitkisinde farklı dozlarda solucan gübre; en yüksek bitki boyu, gövde ve yaprak kuru ağırlığı, kuru ve yaş yumru ağırlığı, toplam yumru ağırlığı, yumru sayısı ve çapı, yumrudaki azot ve potasyum yüzdesi gibi parametreler ölçülmüştür. Sonuç olarak bu parametrelerde en yüksek değerleri 12 ton da<sup>-1</sup> elde etmişlerdir. Werner (1997) Kaliforniya'da topraktaki solucan yoğunluğunun arttırılmasıyla bitki yaprakları ve diğer bitkisel atıkların daha hızlı bir şekilde parçalandığını ve bunun sonucunda toprak verimliliğinin ve bitki besin elementi içeriğinin de arttığı saptamıştır. Domates ve marul tohumlarının çimlendirilmesinde vermikompost gübrelemesinin, bitki büyüme gelişimi üzerine etkilerinin büyükbaş hayvan gübresinden daha başarılı olduğu tespit edilmiştir (Atiyeh vd., 2000). Kaviraj ve Sharma (2003), kentsel atıkların vermikompostlaştırılması için ekzotik ve yerli solucan türleri denenmiş, 42 gün sonra toplam organik C kaybı, C: N oranı, toplam N, K ve EC bakımından *Eisenia fetida*'nın daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir. Tavalı vd. (2013)'da solucan gübresi uygulamasının karnabaharın, mineral beslenme durumu ve verimini olumlu yönde etkilediğini bildirmektedir. Adiloğlu vd. (2015) 0 kg da<sup>-1</sup>, 400 kg da<sup>-1</sup>, 800 kg da<sup>-1</sup> ve 1200 kg da<sup>-1</sup> dozunda uygulanan solucan gübresinin salata bitkisinin; N, P, K, Ca, Mg, Cu ve Zn içeriklerindeki değişimleri önemli bulmamış, Fe ve Mn içeriklerinde %5 düzeyinde önemli artışlar saptamışlardır. Yourtchi vd. (2013) patates bitkisinde farklı dozlarda uygulanan solucan gübre uygulamasında; en yüksek bitki boyu, gövde ve yaprak kuru ağırlığı, kuru ve yaş yumru ağırlığı, toplam yumru ağırlığı, yumru sayısı ve çapı, yumrudaki azot ve potasyum yüzdesi gibi parametreler ölçülmüştür. Sonuç olarak bu parametrelerde en yüksek değerleri 12 ton da<sup>-1</sup> uygulamasında elde etmişlerdir.

## Materyal ve Yöntem

Ağrı İli; ülkemizin doğusunda Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Murat-Van Bölümü sınırları içinde yer almakta olup morfolojik açıdan bir akarsu havzası özelliği göstermektedir. Kışları soğuk ve sert, yazları kurak ve sıcaktır (Dönmez, 1984). Ağrı'da yağıştan yoksun sıcak bir devrenin bulunması, doğal bitki örtüsünün ileri derecede gelişmesini engellemiştir (Atalay, 1994).

Bu çalışmada Ağrı Eleşkirt yöresinde şekerpancarı yetiştiriciliği yapılmakta olan toprakların beslenme durumunu belirlemek ve toprak yapısını iyileştirmek amacıyla, 2019 yılı nisan ayı başlangıcında dikimden önce toprak örneği alınmıştır (Jakson, 1962). 20 da'dan küçük yerlerde en az 10 farklı noktadan kök derinliği esas alınarak örnekleme yapılmıştır. Topraklar kurutulduktan sonra laboratuvar analizleri için 2 mm'lik ve sera denemesi için 4 mm'lik elekten geçirilmiştir (Kacar ve İnal, 2010).

Toprakların tekstürleri (Gee ve Hortage, 1986), kireç içerikleri (Nelson, 1982), organik madde içerikleri (Nelson ve Sommer, 1982), elektriksel kondüktivite (Richards, 1954), Katyon değişim kapasiteleri (Rhoades, 1982a) ve değişebilir K, Ca miktarları (Rhoades, 1982b), toplam azot (Bremner ve Mulravey, 1982), bitkiye yararlı fosfor (Olsen ve Sommers, 1982) belirlenmiştir.

Kontrollü sera koşullarında on farklı toprak, 90 adet saksı ile üç tekrarlamalı olacak şekilde tam şansa bağlı tesadüf blokları deneme desenine göre; 1000 g toprağa vermikompost üç dozda [V1 (0), V2 (%0.2), V3 (%0.6)] 31.07.2019 tarihinde uygulanmış ve mısır (*Zea mays L.*) tohumu ekimi yapılmıştır.

Deneme sürecinde toprakların su miktarı tarla kapasitesi düzeyinde tutulmaya çalışılmıştır. Mısır bitkileri (kompozit bir çeşit) çiçeklenme aşamasına geldiğinde toprak yüzeyinden 2 cm mesafeden hasat edilmiştir. Saksılardan hasat edilen bitkiler distile su ile yıkanmış, ön kurutma yapılmış ve daha sonra 70 °C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulduktan sonra öğütülmüşlerdir. Öğütülen bitki örnekleri yaş (asitte) yakıldıktan sonra, çözeltiliye alınan mineral besinlerin K, Ca, Mg, içerikleri ICP-MS cihazında (Kacar ve İnal, 2010) belirlenmiştir. Katı solucan gübresi Erzurum-Pasinler yolu üzerindeki özel bir firmadan temin edilmiştir.



**Şekil 1.** Sera Koşullarında Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Farklı Dönemlerdeki Gelişimleri

Veriler SAS-25 paket programında belirlenmiştir. Ortalamalara ait verilere LSD karşılaştırma testi uygulanmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Solucan Gübre Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Vermikompostun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz edilmiş ve analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Denemede Kullanılan Vermikompostun Kimyasal Özellikleri

Kimyasal	Ortalama	Kimyasal	Ortalama
pH (1:10)	7.10	Fosfor(kg/da P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	22.80
Kireç (%)	16.07	Na (me/100 gr)	10.20
Organik madde Kül fırını (%)	51.70	K (me/100 gr)	27.00
Toplam Azot (%)	4.49	Ca (me/100 gr)	7.80
Amonyum (ppm)	50.10	KDK (me/100 gr)	60.70
Nitrat (ppm)	42.00	E.C: dS.m <sup>-1</sup>	14.30

Tablo 1 incelendiğinde görüleceği gibi denemede kullanılan solucan gübrenin “kireç ve tuz” içeriği yüksektir. Bu çalışma ile önemli bir ayrıntıya dikkat çekilmek istenmiş ve toprak organik madde içeriğini yükseltmek ve organik maddenin bazı fiziksel kimyasal biyolojik katkıları yanında, olası toprak verimliliğinin sürdürülebilirliğine potansiyel risk olarak zarar veren tuzluluk ve kireçlilik etkenlerinin kümülatif olarak zamanla toprağın sağlığını ve kalitesini bozan etken olabileceği de unutulmamalıdır.

### Toprak Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Araştırma konusu toprak örneklerinin yapılan analizler sonucunda belirlenen tekstür sınıfları Tablo 2’de verilmiştir. Toprakların tekstür sınıflandırmasında; örnek alınan toprakların tamamının %50’sinin killi tın, %10’unun siltli killi ve %40’ünün killi olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 2.** Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnek No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tekstür	killi	Killi tın	killi	Siltli kil	Killi tın	Killi tın	killi	killi	Killi tın	Killi tın
pH (1:2,5)	6.61	6.75	6.81	6.89	6.67	6.71	6.83	6.89	6.83	6.95
Kireç(%)	2.67	4.07	5.07	4.51	2.33	1.92	2.07	3.42	2.84	2.44
O.M (%)	1.60	2.93	3.17	2.86	3.14	2.24	2.56	3.34	2.11	2.28
E.C (dS.m <sup>-1</sup> )	124	129	155	175	150	237	222	183	163	155
KDK (me/100 g)	18.30	21.00	22.20	21.20	21.30	22.00	18.80	21.00	19.80	20.50

Araştırma kapsamındaki şekerpancari tarlalarından alınan yüzey toprak örneklerinin pH, kireç, EC, organik madde ve KDK analizleri yapıldıktan sonra elde edilen değerler, sınır değerler ile karşılaştırılmıştır (FAO, 1990; Follet, 1969; Lindsay ve Norvell 1969; Ülgen ve Yurtsever,1974; Yurtsever,1974; Wolf, 1971). Araştırma alanı topraklarının pH’sı 6.1-6.95 arasında değişmekte olup ortalama 6.79’dur. Topraklar pH değerlerine göre oransal olarak değerlendirildiğinde tamamı nötr reaksiyona sahiptir. Toprak örneklerinin tamamının kireç içerikleri ise %1.92-5.07 arasında değişmekte olup ortalama %3.13’dür. Toprak örneklerinin tamamı kireçlidir. Organik madde içerikleri ise %1.60-3.34 arasında değişmekte olup ortalama %2.62’dir. Toprak örneklerinin organik madde içeriklerinin %10’u az, %60’ı orta ve %30’u iyi olarak bulunmuştur. Araştırma topraklarının çoğu organik madde miktarı yönünden oldukça iyidir. Toprak örneklerinin tamamının EC’leri 124-237 dS m<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup ortalama 169 dS m<sup>-1</sup>’dir, %30’u hafif tuzlu ve %70’i orta tuzludur. Toprak örneklerinin KDK içerikleri 18.30-22.20 me/100 gr arasında değişmekte olup, ortalama 20.61 me/100 gr olarak tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin toplam azot N, P, K, Ca, konsantrasyonları belirlenmiş ve Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3.** Toprak Örneklerinin Makro Element Konsantrasyonları

Örnek No	N (%)	P (ppm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> )	K		Ca	
				(me/100 gr)			
1	0.10	13	5.95	3.36	6.30		
2	0.16	14	6.41	3.28	6.25		
3	0.18	12	5.50	3.13	5.85		
4	0.16	13	5.94	3.15	5.65		
5	0.20	15	7.10	3.28	5.40		
6	0.20	16	7.56	3.21	5.35		
7	0.17	16	7.56	3.10	5.55		
8	0.21	14	6.41	3.15	5.55		
9	0.20	15	6.95	3.26	5.85		
10	0.23	16	7.56	3.23	5.80		

Besin elementlerinin yarıyışlılığı ile toprak tekstürü arasında sıkı bir ilişki vardır. Toprakta kil miktarı arttıkça kolloid yüzeyi artacağından adsorbe edilen ve gerektiğinde toprak çözeltisine geçen katyon miktarı artar (Kacar ve Katkat, 2007). Özellikle kumlu topraklarda, azot, potasyum, kalsiyum, magnezyum gibi elementler yıkanarak uzaklaşabilirken, killi topraklarda ise kil tipine bağlı olarak fosfor daha fazla fikse edilir (Aydemir, 1992). Ağır bünyeli topraklar, kaba bünyeli topraklara göre daha fazla su tutarken, faydalı su bakımından orta bünyeli topraklar daha uygundur. Orta bünyeli topraklarda aynı sulama koşullarında özellikle kitlesel akışla taşınan besin elementlerinin daha fazla alınabildiği anlamına gelmektedir (Ergene, 1987). Toprak örneklerinin tamamının N içerikleri %0.10-0.23 arasında değişmekte olup, ortalama %0.18'dir. Bu örneklerin %40'ının yeterli, %60'ının fazla olduğu görülmüştür. Elde edilen P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg da<sup>-1</sup>) ve P (ppm) değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Toprak örneklerinin tamamının fosfor içerikleri 12-16 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 14.4 ppm'dir. Tamamında yeterli düzeydedir. Toprak örneklerinin potasyum içerikleri 3.10-3.36 me/100 g arasında değişmekte olup, ortalama 3.22 me/100 g'dır. Bu örneklerin tamamı yeterli düzeyin üzerindedir. Araştırma alanı toprak örneklerinin tamamının kalsiyum içerikleri 5,35-6,30 me/100 g arasında değişmekte olup, ortalama 5.80 me/100 g'dır. Bu örneklerin %100'ü az düzeydedir.

#### Bitki Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan bitki analiz sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Makro elementlerden azot içeriği %0.73-1.92 arasında değişmektedir. Azot değerlerine bakıldığında en düşük değerleri 9. toprak örneği en yüksek değeri ise 8. toprak örneği vermiştir. Bu farklılığın toprağın tekstüründen ve organik madde içeriğinden kaynaklanmış olduğunu düşündürmektedir. Mısır bitkisi için N isteği %2.5-3.5 arasında olması gerekirken bizim değerlerimizin biraz düşük çıkması tam çiçeklenme döneminde hasat yapılmasından veya gübre dozu azlığından kaynaklanabilir.

**Tablo 4.** Toprak Örneklerinin Makro Element Konsantrasyonları

Örnek No	P	N	Ca	Mg	Na
	(%)				
1k	0.0920	1.51	0.109	0.3999	0.5737
1-1	0.0872	1.46	0.089	0.3484	0.7018
1-2	0.0885	1.48	0.095	0.5263	0.7338
2k	0.0922	1.73	0.219	0.4527	0.1102
2-1	0.0951	1.58	0.246	0.5147	0.1464
2-2	0.0936	1.60	0.235	0.4483	0.1023
3k	0.0893	0.89	0.290	0.5818	0.8311
3-1	0.0909	1.46	0.261	0.3775	0.9426
3-2	0.0921	1.56	0.280	0.3942	0.6707
4k	0.1024	1.25	0.117	0.3188	0.5146
4-1	0.0988	1.28	0.134	0.2829	0.3678
4-2	0.0989	1.44	0.117	0.2539	0.3638
5k	0.0937	1.39	0.188	0.2668	0.4381
5-1	0.0946	1.46	0.188	0.2289	0.3764
5-2	0.0939	1.36	0.179	0.3248	0.3888
6k	0.0984	1.89	0.147	0.2330	0.4139
6-1	0.0984	1.67	0.172	0.2466	0.4618
6-2	0.1013	1.56	0.161	0.2320	0.4325
7k	0.0898	1.70	0.104	0.2307	0.4495
7-1	0.0944	1.57	0.115	0.2001	0.3559
7-2	0.0918	1.65	0.116	0.1310	0.1871
8k	0.0878	1.60	0.278	0.1371	0.1766
8-1	0.0882	1.92	0.275	0.8980	0.1361
8-2	0.0888	1.82	0.268	0.9210	0.1170
9k	0.0886	1.69	0.258	0.9524	0.1633
9-1	0.0892	1.33	0.264	0.1320	0.1735
9-2	0.0886	0.73	0.265	0.1736	0.1827
10k	0.0893	1.27	0.187	0.7855	0.1771
10-1	0.0909	1.42	0.190	0.8147	0.1599
10-2	0.0921	1.35	0.175	0.8841	0.1854

Maltaş vd. (2017) yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasının kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde bitki boyu, baş ağırlığı, baş çapı, maksimum baş ağırlığı gibi kalite kriterleri, bitki besin elementi konsantrasyonu (N, P, K, Ca) ve bitki verimini istatistiki açıdan pozitif etkilediğini belirlemişlerdir. Bitki yaprağında özellikle N, P elementlerinin konsantrasyonlarının vermikompost uygulaması ile beslenme açısından yeterli düzeye ulaştığını görmüşlerdir. Yaptıkları çalışmada bitkinin toplam azot konsantrasyonu üzerine uygulamaların etkisini istatistiksel olarak önemli bulmuşlardır. Vermikompost kullanılan pek çok çalışmada bitkilerin azot konsantrasyonlarının önemli ölçüde artış gösterdiği bildirilmektedir (Azarmi vd., 2008; Kumari ve Ushakumari, 2002; Yang vd., 2008).

Tablo 4'de görüldüğü gibi fosfor içeriği %0.09-0.10 arasında değişmekte olup, en düşük değerleri 1 nolu toprak örneği en yüksek değeri ise 4 nolu toprak örneği vermiştir. Bu farklılığın toprağın tekstüründen ve kireç içeriğinden kaynaklanmış olduğunu düşündürmektedir. Maltaş vd. (2017) bitkinin fosfor uygulamalarından istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilendiğini, sırasıyla %0.59, %0.56 ve %0.58 uygulamaları en iyi sonucu vererek aynı grupta yer aldığını belirtmişlerdir. Toprağa organik madde ilavesinin P mineralizasyonunu artırdığı bilinmektedir. Benzer şekilde, yapılan çalışmalar sonucunda vermikompost uygulaması ile toprakta P mineralizasyonunun arttığı belirlenmiştir (Arancon vd., 2006; Uma ve Malathi, 2009; Hashemimajd, 2004). Organik maddenin, yüksek kireç içeriği ve pH'ya sahip olan topraklarda bitkilerin fosforu daha kolay alabildiği bilinmektedir (Kacar ve Kovancı, 1982).

Tablo 4’de görüldüğü gibi kalsiyum içeriği %0.09-0.30 arasında değişmektedir. Kalsiyumda en düşük değeri 1. toprak örneği en yüksek değeri ise 3. toprak örneği vermiştir. Bu farklılığın toprağın tekstüründen ve kireç içeriğinden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. Maltaş vd. (2017) yaptıkları çalışmada bitkinin toplam kalsiyum (Ca) konsantrasyonuna uygulamaların etkisini istatistiksel olarak önemli bulmuşlardır. En yüksek sonucu %2.23 uygulamasında belirlemişlerdir. Kale 1996’da vermikompostta yetiştirilen bitkilerin Ca konsantrasyonlarında artış gösterdiğini bildirmiştir. Magnezyum içeriği %0.13-0.95 arasında değişmektedir. Magnezyum en düşük değeri 7 nolu en yüksek değeri ise 9 nolu toprak örneğinde vermiştir. Bu durumun toprağın tekstürü, organik madde ve kireç içeriğinden kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir. Mısır bitkisi için Mg içeriği %0.10-0.50 arasında olmalıdır. Yine Maltaş vd. (2017) vermikompost uygulamasının magnezyum konsantrasyonuna etkisini istatistiksel olarak önemli bulmamışlardır.

Tablo 4’de görüldüğü gibi sodyum içeriği ise %0.110-0.943 arasında değişmektedir. Sodyum değerlerine bakıldığında en yüksek değerleri 3. toprak örneği en düşük değeri ise 2. toprak örneği vermiştir. Bu farklılığın toprağın tekstürü, organik madde ve kireç içeriğinden kaynaklanmış olduğunu düşündürmektedir. Mısır bitkisi için Na isteği %0.01-0.03 arasında olmalı bu çalışmada bu değerler üzerindedir. Bu durum toprakların ve kullanılan gübrenin tuz içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Aynı zamanda 2. toprak örneğinin elektriksel iletkenliği 3. toprak örneğinden daha düşüktür. Bu da vermikompost uygulaması ile elektriksel iletkenlik arasında ters ilişki olduğunu göstermektedir. Solmaz vd. (2017) yaptıkları çalışmada salçalık ve bursa domates çeşitlerinde %0, %4, %8, %12 dozlarında vermikompost uygulamış ve denemenin 40. gün sonunda domates bitkisindeki besin elementi içerikleri analiz etmişlerdir. Yaptıkları değerlendirme de salçalık ve bursa domates çeşitlerinde %0, %4, %8, %12 dozlarında vermikompost uygulamaları sonucunda P noksan düzeyde, K fazla düzeyde, Mg fazla düzeyde ve Ca fazla düzeyde bulunmuştur. Tavalı vd. (2013)’de benzer şekilde solucan gübresi uygulamasının karnabaharın, mineral beslenme durumunu ve verim değerlerini istatistiksel düzeyde olumlu yönde etkilediğini bildirmektedir.

### **Bitki Agronomik Özelliklerinin Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Artan miktarlarda solucan gübresi uygulaması ile birlikte çimlenme, taze biyokütle ağırlığı, kuru biyokütlesel ağırlık, bitki boyu, yaprak sayısı değerlerinde kontrole göre önemli artışlar belirlenmiştir. Tohum çıkışı, taze ağırlık, kuru ağırlık 5 nolu toprak örneğinde yetiştirilen mısır bitkisinde en yüksek değerleri vermiştir. Bitki boyu ve yaprak sayısı ise 6 nolu toprak örneğinde yetiştirilen mısır bitkisinde en yüksek değeri vermiştir. Tohum çıkışı, taze ağırlık, kuru ağırlık ve bitki boyu en düşük değeri 10 nolu toprak örneğinde yetiştirilen mısır bitkisinde en düşük değeri vermiştir. Yaprak sayısı ise 4 nolu toprak örneğinde yetiştirilen mısır bitkisinde en düşük değeri vermiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede söz konusu artışlar 0.01 ve 0.001 olasılık düzeyinde çok önemli bulunmuştur (Tablo 5). Toprak örneklerinin bazı fiziksel kimyasal rutin özellikleri arasında çok fark olmasa da, bu çalışmada tespit edilmeyen olası biyolojik özellikler veya o an için toprağın çimlenme koşullarında muhtemel çimlenmeyi etkileyen faktörler (nem, sıcaklık, havalanma, sıklık vb.) kontrol altında olsa da çimlenmeyi etkilemiş olabilir diye düşünülmüştür.

**Tablo 5.** Çimlenme ve Bitki Gelişmesi Üzerine Farklı Toprak Örneklerinin Etkisinin Ortalama Değerleri

Toprak Örnekleri	Tohum Çıkışı (gün)	Taze ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Bitki boyu (cm)	Yaprak sayısı
1	6.33 <sup>c</sup>	13.532 <sup>cd</sup>	1.59 <sup>cd</sup>	84.64 <sup>b</sup>	8.00 <sup>ab</sup>
2	7.00 <sup>a</sup>	12.699 <sup>de</sup>	1.55 <sup>d</sup>	85.04 <sup>b</sup>	7.33 <sup>bc</sup>
3	6.56 <sup>b</sup>	15.519 <sup>b</sup>	1.70 <sup>cd</sup>	88.41 <sup>ab</sup>	7.44 <sup>bc</sup>
4	5.00 <sup>e</sup>	15.504 <sup>b</sup>	1.81 <sup>cd</sup>	88.42 <sup>ab</sup>	7.00 <sup>c</sup>
5	5.00 <sup>e</sup>	19.828 <sup>a</sup>	2.27 <sup>a</sup>	88.19 <sup>ab</sup>	7.78 <sup>ab</sup>
6	5.00 <sup>e</sup>	18.691 <sup>a</sup>	2.17 <sup>ab</sup>	94.72 <sup>a</sup>	8.44 <sup>a</sup>
7	5.00 <sup>e</sup>	15.262 <sup>bc</sup>	1.84 <sup>cd</sup>	83.44 <sup>b</sup>	8.00 <sup>ab</sup>
8	6.00 <sup>d</sup>	15.788 <sup>b</sup>	1.86 <sup>bc</sup>	82.87 <sup>b</sup>	7.44 <sup>ab</sup>
9	5.00 <sup>e</sup>	11.962 <sup>de</sup>	1.23 <sup>e</sup>	80.68 <sup>b</sup>	8.22 <sup>a</sup>
10	5.00 <sup>e</sup>	11.588 <sup>e</sup>	1.15 <sup>e</sup>	71.28 <sup>c</sup>	8.00 <sup>ab</sup>
Ortalama	5.59	15.04	1.72	84.77	7.77
F Değeri	0.2	1.79	0.31	7.93	0.74
AÖF	128.92 <sup>***</sup>	18.52 <sup>***</sup>	10.6 <sup>***</sup>	4.83 <sup>***</sup>	2.97 <sup>**</sup>
VK (%)	3.78	12.6	19.25	9.92	10.07

Aynı harfle işaretlenenler birbirinden farklı değildir. \*\* ve \*\*\* ile işaretlenen F değerleri 0.01 ve 0.001 olasılık düzeyinde anlamlıdır.

**Tablo 6.** Vermikompost Uygulamasının Çimlenme ve Gelişme Özelliklerine Etkisinin Ortalama Değerleri

Vermikompost doz %	Çimlenme çıkışı (gün)	Taze ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Bitki Boyu (cm)	Yaprak sayısı
V1 (0)	5.60 <sup>a</sup>	12.72 <sup>b</sup>	1.41 <sup>b</sup>	83.28 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>
V2 (2)	5.60 <sup>a</sup>	15.86 <sup>a</sup>	1.81 <sup>a</sup>	84.35 <sup>a</sup>	7.50 <sup>b</sup>
V3 (6)	5.57 <sup>a</sup>	16.54 <sup>a</sup>	1.93 <sup>a</sup>	86.68 <sup>a</sup>	7.80 <sup>ab</sup>
Ortalama	5.59	15.04	1.72	84.77	7.77
F Değeri	0.11	0.98	0.17	4.34	0.40
AÖF	0.25 <sup>ns</sup>	34.66 <sup>***</sup>	20.9 <sup>***</sup>	1.29 <sup>ns</sup>	3.11 <sup>**</sup>
VK (%)	3.78	12.6	19.25	9.92	10.07

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden önemli ölçüde (ns) farklı değildir. \*\* ve \*\*\* ile işaretlenen F değerleri sırasıyla 0,01 ve 0,001 olasılık düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 6'nın incelenmesinden de görüleceği gibi, solucan gübre uygulamasının; tohum çıkışı ve bitki boyu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Diğer taraftan yaş ve kuru biyokütlesel ağırlık ile yaprak sayısına etkisi çok önemli bulunmuştur.



**Tablo 7.** Çimlenme ve Bitki gelişme Özelliklerine (Tohum Çıkışı, Taze Ağırlık, Kuru Ağırlık, Bitki Boyu ve Yaprak Sayısı) Toprak Örnekleri ve Vermikompost Etkileşimi Etkisinin (interaksiyon) Ortalama Değerleri

Uygulamalar	Tohum çıkışı (day)	Taze ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Bitki Boyu (cm)	Yaprak sayısı
1×0	6.00 <sup>b</sup>	11.26 <sup>klm</sup>	1.33 <sup>l</sup>	74.67 <sup>gh</sup>	7.67 <sup>b-e</sup>
1×1	6.00 <sup>b</sup>	10.26 <sup>lm</sup>	1.22 <sup>ikl</sup>	84.17 <sup>c-f</sup>	7.33 <sup>cde</sup>
1×2	7.00 <sup>a</sup>	19.08 <sup>a-e</sup>	2.21 <sup>a-e</sup>	95.10 <sup>abc</sup>	9.00 <sup>a</sup>
2×0	7.00 <sup>a</sup>	10.41 <sup>lm</sup>	1.31 <sup>i-l</sup>	84.57 <sup>f-f</sup>	7.67 <sup>b-e</sup>
2×1	7.00 <sup>a</sup>	12.84 <sup>ikl</sup>	1.60 <sup>g-k</sup>	76.60 <sup>e-h</sup>	6.67 <sup>e</sup>
2×2	7.00 <sup>a</sup>	14.85 <sup>f-j</sup>	1.73 <sup>e-j</sup>	93.97 <sup>abc</sup>	7.67 <sup>b-e</sup>
3×0	7.00 <sup>a</sup>	11.48 <sup>kl</sup>	1.17 <sup>kl</sup>	84.00 <sup>c-f</sup>	7.67 <sup>b-e</sup>
3×1	7.00 <sup>a</sup>	16.67 <sup>d-g</sup>	1.85 <sup>d-i</sup>	86.63 <sup>b-f</sup>	7.33 <sup>cde</sup>
3×2	5.67 <sup>b</sup>	18.40 <sup>b-e</sup>	2.08 <sup>b-g</sup>	94.60 <sup>abc</sup>	7.33 <sup>cde</sup>
4×0	5.00 <sup>c</sup>	11.03 <sup>klm</sup>	1.38 <sup>h-l</sup>	83.90 <sup>c-f</sup>	7.00 <sup>de</sup>
4×1	5.00 <sup>c</sup>	16.31 <sup>d-h</sup>	1.65 <sup>e-j</sup>	86.57 <sup>b-f</sup>	6.67 <sup>e</sup>
4×2	5.00 <sup>c</sup>	19.18 <sup>a-d</sup>	2.39 <sup>a-d</sup>	94.80 <sup>abc</sup>	7.33 <sup>cde</sup>
5×0	5.00 <sup>c</sup>	16.40 <sup>d-h</sup>	1.73 <sup>e-j</sup>	85.20 <sup>b-f</sup>	8.67 <sup>ab</sup>
5×1	5.00 <sup>c</sup>	22.17 <sup>a</sup>	2.63 <sup>a</sup>	92.10 <sup>a-d</sup>	7.33 <sup>cde</sup>
5×2	5.00 <sup>c</sup>	20.91 <sup>ab</sup>	2.46 <sup>ab</sup>	87.27 <sup>a-f</sup>	7.33 <sup>cde</sup>
6×0	5.00 <sup>c</sup>	20.63 <sup>abc</sup>	2.09 <sup>a-f</sup>	100.77 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>
6×1	5.00 <sup>c</sup>	20.70 <sup>abc</sup>	2.56 <sup>ab</sup>	98.67 <sup>ab</sup>	8.67 <sup>ab</sup>
6×2	5.00 <sup>c</sup>	14.74 <sup>f-j</sup>	1.85 <sup>d-i</sup>	84.73 <sup>c-f</sup>	7.67 <sup>b-e</sup>
7×0	5.00 <sup>c</sup>	10.63 <sup>lm</sup>	1.23 <sup>ikl</sup>	79.40 <sup>d-h</sup>	8.33 <sup>abc</sup>
7×1	5.00 <sup>c</sup>	16.20 <sup>e-i</sup>	1.89 <sup>c-h</sup>	88.90 <sup>a-e</sup>	8.00 <sup>a-d</sup>
7×2	5.00 <sup>c</sup>	19.14 <sup>a-d</sup>	2.41 <sup>abc</sup>	82.03 <sup>c-g</sup>	7.67 <sup>b-e</sup>
8×0	6.00 <sup>b</sup>	13.18 <sup>i-l</sup>	1.52 <sup>h-k</sup>	84.37 <sup>c-f</sup>	7.33 <sup>cde</sup>
8×1	6.00 <sup>b</sup>	16.41 <sup>d-h</sup>	1.90 <sup>c-g</sup>	84.13 <sup>c-f</sup>	7.67 <sup>b-e</sup>
8×2	6.00 <sup>b</sup>	17.78 <sup>c-f</sup>	2.17 <sup>a-f</sup>	80.10 <sup>d-h</sup>	7.33 <sup>cde</sup>
9×0	5.00 <sup>c</sup>	13.08 <sup>i-l</sup>	1.38 <sup>h-l</sup>	87.30 <sup>a-f</sup>	8.67 <sup>ab</sup>
9×1	5.00 <sup>c</sup>	13.87 <sup>g-k</sup>	1.40 <sup>h-l</sup>	79.20 <sup>d-h</sup>	7.67 <sup>b-e</sup>
9×2	5.00 <sup>c</sup>	8.94 <sup>m</sup>	0.90 <sup>l</sup>	75.53 <sup>e-h</sup>	8.33 <sup>abc</sup>
10×0	5.00 <sup>c</sup>	9.10 <sup>m</sup>	0.91 <sup>l</sup>	68.60 <sup>gh</sup>	8.00 <sup>a-d</sup>
10×1	5.00 <sup>c</sup>	13.32 <sup>h-l</sup>	1.44 <sup>h-l</sup>	66.57 <sup>h</sup>	7.67 <sup>b-e</sup>
10×2	5.00 <sup>c</sup>	12.34 <sup>ikl</sup>	1.11 <sup>kl</sup>	78.67 <sup>d-h</sup>	8.33 <sup>abc</sup>
Ortalama	5.59	15.04	1.72	84.77	7.77
F Değeri	0.34	3.09	0.54	13.73	1.13
AÖF	44.32 <sup>***</sup>	12.39 <sup>***</sup>	6.68 <sup>***</sup>	2.79 <sup>***</sup>	1.89 <sup>**</sup>
VK (%)	3.77	12.60	19.28	9.92	10.07

Aynı harfle işaretlenenler birbirinden farklı değildir. \*\* ve \*\*\* ile işaretlenen F değerleri 0.01 ve 0.001 olasılık düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 7'nin incelenmesinden de görüleceği gibi; toprak örnekleri ve vermikompost uygulamasının interaksiyon etkisi çok önemli bulunmuştur.

**Tablo 8.** Toprak Örnekleri ile Mısır Bitkisi Makro Besin Elementi Alımı Etkisinin Ortalama Değerleri

Toprak Örnekleri	P	N	K	Ca	Mg	Na
	(%)					
1	0.089 <sup>d</sup>	1.486 <sup>d</sup>	1.519 <sup>g</sup>	0.098 <sup>g</sup>	4.289 <sup>bc</sup>	0.670 <sup>c</sup>
2	0.094 <sup>b</sup>	1.638 <sup>c</sup>	1.912 <sup>f</sup>	0.233 <sup>c</sup>	4.719 <sup>b</sup>	1.118 <sup>a</sup>
3	0.091 <sup>c</sup>	1.303 <sup>g</sup>	2.21 <sup>4c</sup>	0.277 <sup>a</sup>	4.623 <sup>bc</sup>	0.759 <sup>b</sup>
4	0.100 <sup>a</sup>	1.321 <sup>fg</sup>	2.061 <sup>e</sup>	0.122 <sup>f</sup>	2.852 <sup>d</sup>	0.404 <sup>de</sup>
5	0.094 <sup>b</sup>	1.403 <sup>e</sup>	2.689 <sup>a</sup>	1.185 <sup>d</sup>	2.735 <sup>d</sup>	0.379 <sup>de</sup>
6	0.099 <sup>a</sup>	1.706 <sup>c</sup>	2.370 <sup>b</sup>	0.160 <sup>e</sup>	2.372 <sup>de</sup>	0.436 <sup>d</sup>
7	0.092 <sup>c</sup>	1.641 <sup>c</sup>	2.067 <sup>e</sup>	0.112 <sup>f</sup>	1.939 <sup>e</sup>	0.342 <sup>e</sup>
8	0.088 <sup>d</sup>	1.780 <sup>a</sup>	2.371 <sup>b</sup>	0.262 <sup>b</sup>	5.521 <sup>a</sup>	0.150 <sup>f</sup>
9	0.089 <sup>d</sup>	1.250 <sup>h</sup>	2.163 <sup>d</sup>	0.262 <sup>b</sup>	4.193 <sup>c</sup>	0.173 <sup>f</sup>
10	0.090 <sup>1c</sup>	1.347 <sup>f</sup>	2.087 <sup>e</sup>	0.184 <sup>d</sup>	5.889 <sup>a</sup>	0.174 <sup>f</sup>
Ortalama	0.093	1.487	2.145	0.191	3.909	0.461
F Değeri	0.001	0.037	0.044	0.011	0.523	0.074
AÖF	85.98 <sup>***</sup>	205.92 <sup>***</sup>	394.21 <sup>***</sup>	324.96 <sup>***</sup>	54.09 <sup>***</sup>	138.64 <sup>***</sup>
VK (%)	1.46	2.67	2.18	5.95	14.18	17.02

Aynı harfle işaretlenenler birbirinden farklı değildir. \*\*\* ile işaretlenen F değerleri 0,001 olasılık düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 8'de de görüleceği gibi, farklı toprak örneklerinin mısır bitkisi makro besin elementi alımı üzerindeki etkisi de çok önemli bulunmuştur.

**Tablo 9.** Makro Bitki Besin Alımı Üzerinde Vermikompost Etkisinin Ortalama Değerleri

Gübre Dozları	P	N	K	Ca	Mg	Na
	(%)					
0	0.093 <sup>a</sup>	1.492 <sup>b</sup>	2.186 <sup>a</sup>	0.190 <sup>a</sup>	4.169 <sup>a</sup>	0.471 <sup>a</sup>
1	0.093 <sup>a</sup>	1.515 <sup>a</sup>	2.087 <sup>b</sup>	0.193 <sup>a</sup>	3.355 <sup>b</sup>	0.504 <sup>a</sup>
2	0.092 <sup>a</sup>	1.455 <sup>c</sup>	2.163 <sup>a</sup>	0.189 <sup>a</sup>	4.204 <sup>a</sup>	0.407 <sup>b</sup>
Ortalama	0.093	1.487	2.145	0.191	3.909	0.461
F Değeri	0.001	0.021	0.024	0.006	0.286	0.041
AÖF	1.53 <sup>ns</sup>	17.87 <sup>***</sup>	36.23 <sup>***</sup>	1.31 <sup>ns</sup>	22.53 <sup>***</sup>	11.83 <sup>***</sup>
VK (%)	1.46	2.67	2.18	5.95	14.18	17.02

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden önemli ölçüde (ns) farklı değildir. \*\*\* ile işaretlenen F değerleri 0.001 olasılık düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 9'un incelenmesinden de görüleceği gibi solucan gübre uygulamasının bitki fosfor ve kalsiyum alımı üzerindeki etkisi önemsiz, azot, potasyum magnezyum ve sodyum alımı üzerindeki etkisi çok önemli bulunmuştur.

**Tablo 10.** Bitki Makro Besin Elementleri (P, N, K, Ca, Mg ve Na) İçerikleri Üzerinde Toprak ve Vermikompost Etkileşim Etkisine Ait Ortalama Değerler

Uygulamalar	P	N	K	Ca	Mg	Na
	(%)					
1×0	0.092 <sup>def</sup>	1.513 <sup>gh</sup>	1.493 <sup>p</sup>	0.109 <sup>no</sup>	3.999 <sup>efg</sup>	0.574 <sup>ef</sup>
1×1	0.087 <sup>i</sup>	1.463 <sup>hi</sup>	1.567 <sup>p</sup>	0.089 <sup>p</sup>	3.484 <sup>fgh</sup>	0.668 <sup>de</sup>
1×2	0.089 <sup>ghi</sup>	1.480 <sup>hi</sup>	1.497 <sup>p</sup>	0.095 <sup>op</sup>	5.263 <sup>cd</sup>	0.762 <sup>cd</sup>
2×0	0.092 <sup>def</sup>	1.730 <sup>c</sup>	1.773 <sup>o</sup>	0.219 <sup>g</sup>	4.527 <sup>de</sup>	1.135 <sup>b</sup>
2×1	0.095 <sup>c</sup>	1.580 <sup>f</sup>	1.853 <sup>n</sup>	0.246 <sup>ef</sup>	5.147 <sup>cd</sup>	1.464 <sup>a</sup>
2×2	0.094 <sup>cd</sup>	1.603 <sup>ef</sup>	2.110 <sup>ij</sup>	0.235 <sup>fg</sup>	4.483 <sup>de</sup>	0.756 <sup>cd</sup>
3×0	0.089 <sup>ghi</sup>	0.893 <sup>o</sup>	2.173 <sup>ghi</sup>	0.290 <sup>a</sup>	5.818 <sup>c</sup>	0.764 <sup>cd</sup>
3×1	0.091 <sup>efg</sup>	1.460 <sup>hi</sup>	2.183 <sup>ghi</sup>	0.261 <sup>cde</sup>	4.108 <sup>ef</sup>	0.843 <sup>c</sup>
3×2	0.092 <sup>def</sup>	1.557 <sup>fg</sup>	2.287 <sup>e</sup>	0.280 <sup>ab</sup>	3.942 <sup>efg</sup>	0.671 <sup>de</sup>
4×0	0.102 <sup>a</sup>	1.247 <sup>n</sup>	1.987 <sup>lm</sup>	0.117 <sup>mn</sup>	3.188 <sup>ghij</sup>	0.481 <sup>fg</sup>
4×1	0.099 <sup>b</sup>	1.277 <sup>mn</sup>	2.070 <sup>jk</sup>	0.134 <sup>lm</sup>	2.829 <sup>hijk</sup>	0.368 <sup>g</sup>
4×2	0.099 <sup>b</sup>	1.440 <sup>ij</sup>	2.127 <sup>hij</sup>	0.117 <sup>mn</sup>	2.539 <sup>ijkl</sup>	0.364 <sup>g</sup>
5×0	0.094 <sup>cd</sup>	1.393 <sup>kl</sup>	2.700 <sup>a</sup>	0.188 <sup>hi</sup>	2.668 <sup>hijk</sup>	0.438 <sup>g</sup>
5×1	0.095 <sup>c</sup>	1.457 <sup>hij</sup>	2.777 <sup>a</sup>	0.188 <sup>hi</sup>	2.289 <sup>kl</sup>	0.376 <sup>g</sup>
5×2	0.094 <sup>cd</sup>	1.360 <sup>kl</sup>	2.590 <sup>c</sup>	0.179 <sup>hij</sup>	3.248 <sup>fghi</sup>	0.389 <sup>g</sup>
6×0	0.098 <sup>b</sup>	1.887 <sup>a</sup>	2.727 <sup>ab</sup>	0.147 <sup>kl</sup>	2.330 <sup>ijkl</sup>	0.414 <sup>g</sup>
6×1	0.098 <sup>b</sup>	1.667 <sup>cde</sup>	2.177 <sup>ghi</sup>	0.172 <sup>ij</sup>	2.466 <sup>ijkl</sup>	0.462 <sup>fg</sup>
6×2	0.101 <sup>a</sup>	1.563 <sup>fg</sup>	2.280 <sup>fg</sup>	0.161 <sup>jk</sup>	2.320 <sup>ijkl</sup>	0.433 <sup>g</sup>
7×0	0.090 <sup>fgh</sup>	1.703 <sup>cd</sup>	1.973 <sup>m</sup>	0.104 <sup>nop</sup>	2.307 <sup>ijkl</sup>	0.449 <sup>fg</sup>
7×1	0.094 <sup>cd</sup>	1.573 <sup>fg</sup>	1.947 <sup>m</sup>	0.155 <sup>n</sup>	2.001 <sup>kl</sup>	0.389 <sup>g</sup>
7×2	0.092 <sup>def</sup>	1.645 <sup>de</sup>	2.280 <sup>ef</sup>	0.117 <sup>mn</sup>	1.310 <sup>m</sup>	0.187 <sup>h</sup>
8×0	0.088 <sup>hi</sup>	1.603 <sup>ef</sup>	2.397 <sup>d</sup>	0.278 <sup>abc</sup>	1.371 <sup>m</sup>	0.177 <sup>h</sup>
8×1	0.088 <sup>hi</sup>	1.923 <sup>a</sup>	2.280 <sup>ef</sup>	0.275 <sup>abcd</sup>	5.980 <sup>c</sup>	0.136 <sup>h</sup>
8×2	0.089 <sup>ghi</sup>	1.813 <sup>b</sup>	2.437 <sup>d</sup>	0.268 <sup>bcd</sup>	9.210 <sup>a</sup>	0.136 <sup>h</sup>
9×0	0.089 <sup>ghi</sup>	1.687 <sup>cd</sup>	2.433 <sup>d</sup>	0.258 <sup>de</sup>	9.524 <sup>a</sup>	0.163 <sup>h</sup>
9×1	0.089 <sup>ghi</sup>	1.330 <sup>lm</sup>	1.963 <sup>m</sup>	0.264 <sup>bcde</sup>	1.320 <sup>m</sup>	0.174 <sup>h</sup>
9×2	0.089 <sup>ghi</sup>	0.733 <sup>p</sup>	2.093 <sup>j</sup>	0.265 <sup>bcd</sup>	1.736 <sup>lm</sup>	0.183 <sup>h</sup>
10×0	0.089 <sup>ghi</sup>	1.267 <sup>mn</sup>	2.200 <sup>gh</sup>	0.187 <sup>hi</sup>	5.855 <sup>c</sup>	0.177 <sup>h</sup>
10×1	0.091 <sup>efg</sup>	1.423 <sup>ijk</sup>	2.057 <sup>kl</sup>	0.190 <sup>h</sup>	3.824 <sup>efg</sup>	0.160 <sup>h</sup>
10×2	0.092 <sup>de</sup>	1.350 <sup>l</sup>	2.033 <sup>klm</sup>	0.175 <sup>hij</sup>	7.986 <sup>b</sup>	0.185 <sup>h</sup>
Ortalama	0.093	1.487	2.145	0.191	3.909	4.61
F Değeri	0.002	0.065	0.077	0.019	9.052	1.280
AÖF	29.54***	122.37***	146.48***	102.37***	46.38***	48.73***
VK (%)	1.46	2.67	2.18	5.95	14.18	17.00

Aynı harfle işaretlenenler birbirinden farklı değildir. \*\*\* ile işaretlenen F değerleri 0,001 olasılık düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 10' un incelenmesinden de görüleceği gibi, gerek topraklar gerekse vermikompost uygulamalarının bitki makro bitki besin elementi alımı sürecindeki interaksiyon etkisi son derece önemli bulunmuştur.

**Tablo 11.** Makro Bitki Besin Elementleri Arasındaki Korelasyon

	Soil Type	Earthworm	P	N	K	Ca	Mg	Na	SE	FW	DW	PH
Earthworm	0.000											
P	-0.208*	0.057										
N	-0.022	-0.061	0.050									
K	0.395**	-0.029	0.154	0.137								
Ca	0.240*	-0.003	-0.382**	-0.085	0.353**							
Mg	0.099	0.007	-0.328**	0.153	-0.040	0.325**						
Na	-0.783**	-0.082	0.134	0.047	-0.402**	0.019	0.038					
SE	-0.615**	-0.017	-0.311**	0.093	-0.379**	0.327**	0.298**	0.707**				
FW	-0.099	0.381**	0.307**	0.353**	0.471**	-0.088	-0.173	-0.096	-0.140			
DW	-0.168	0.386**	0.327**	0.381**	0.355**	-0.124	-0.200	-0.024	-0.084	0.928**		
PH	-0.310**	0.132	0.277**	0.252*	0.210*	-0.095	-0.124	0.123	-0.005	0.534**	0.530**	
LN	0.195	-0.093	-0.086	0.071	0.074	-0.116	0.059	-0.127	-0.149	0.051	-0.049	0.167

\* ve \*\* Korelasyon 0.05 ve 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 11'in incelenmesinden de görüleceği gibi bitki besin elementlerinin toprak çözeltisinde bitkiye alım sürecinde beklenen muhtemel antagonistik veya sinerjistik etkiler korelasyon tablosunda benzer durumları yansıtmaktadır. Örneğin fosfor ve azot beslenmesi bitkilerde muhtemel antagonistik etkilere yol açmazken, artı değerlikli katyonların (Ca, Mg, Na, K) aralarında interaksiyonun antagonistik etkileşimi olasıdır.

### Sonuç ve Öneriler

Araştırma konusu toprakların %50'sinin killi tın, %10'unun siltli killi ve %40'ünün killi olduğu pH'ların 6.60-6.96 arasında değişmekte, ortalama 6.79 olup tamamı nötr reaksiyona sahiptir. Toprak örneklerinin tamamının kireç içerikleri ise %1.85-5.13 arasında değişmekte, ortalama %3.13 olup tamamı kireçli, organik madde içerikleri ise %1.60-3.34 arasında değişmekte, ortalama %2.62 olup %10'u az, %60'ı orta ve %30'u iyi olarak bulunmuştur. Tamamının EC içerikleri ise 122-237 dS m<sup>-1</sup> arasında değişmekte, ortalama 169 dS m<sup>-1</sup> olup %30'u hafif tuzlu ve %70'i orta tuzludur. KDK içerikleri 17.00-24.63 me/100 g arasında değişmekte ortalama 20.61 me/100 g'dır. Azot içeriği %0.73-1.92, fosfor içeriği %0.087-0.102, kalsiyum içeriği %0.089-0.290, magnezyum %0.131-0.952 ve sodyum ise %0.016-0.146 arasında değişmektedir.

Bu çalışmada gerek bitki gelişmesi gerekse mineral içerik üzerindeki olumlu etkileri söz konusu olsa da öncelikli olarak verilmek istenen mesaj, kullanılan vermikompost gübrenin bütün analizleri dikkatle yapılmalıdır. Nitekim organik madde içeriği ile toprağa kazandırılan besin elementleri ve olası toprak özelliklerini iyileştirme etkisi kısa vadede olumlu gelişmelerle verim artışı sağlasa da uzun vadede örneğin bu çalışmada olduğu gibi kullanılan vermikompostun tuz içeriğinin kümülatif olarak toprak tuzluluğunu artırabileceği de gözden kaçırılmamalıdır.

### Destek ve Teşekkür

Bu çalışma MYO.19.004 kodlu ve "Ağrı Eleşkirt Yöresinde Şekerpancarı (*Beta vulgaris sacchariferae* L.) Yetiştirilmekte Olan Tarım Topraklarına Vermikompost Uygulamasının Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Verim ve Bitki Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi" isimli Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi BAP projesinden desteklenmiştir. Katkılarından dolayı AİCÜ BAP Birimine teşekkür ederiz.

### Yazar Katkısı

Tülay Dizikisa, toprak örneklerinin alınması analize hazırlanması, solucan gübre uygulama ve sera denemesini takip, hasat, bitki analize hazırlık, bitki analizleri, makale yazımına katkı. Nesrin Yıldız, toprak fiziksel (tekstür) ve kimyasal analizleri (pH, kireç, organik madde, toplam azot, fosfor, bitki analize hazırlık, bitki azot ve fosfor analizleri yorumlama, makale yazımına katkı. Kadriye Uruç Parlak, sera denemesi takip, makale rapor etme katkı.

### Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

### ORCID

Tülay Dizikisa  <https://orcid.org/0000-0001-9322-8159>

Nesrin Yıldız  <https://orcid.org/0000-0002-8179-6228>

Kadriye Uruç Parlak  <https://orcid.org/0000-0002-1474-1868>

### Kaynaklar

- Adiloğlu, A., Eryılmaz, A. F., Adiloğlu, S. ve Solmaz, Y. (2015). Akuakültür atığı ve solucan gübresi uygulamalarının salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) bitkisinin verim, bazı bitki besin elementi içeriği ile bazı agronomik özellikleri üzerine etkisi (No: NKUBAP.00.24.AR.15.11). Namık Kemal Üniversitesi Araştırma Projesi.
- Ali, M., Griffiths, A. J., Williams, K. P. ve Jones, D. L. (2007). Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost. *European Journal of Soil Biology*, 43, 316-319. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2007.08.045>
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Atiyeh, R. ve Metzger, J. D. (2004). Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bio Resource Technology*, 93, 139-144. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.015>
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A. ve Bierman P. (2006). Influences of vermicomposts on field strawberries: part 2. effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource Technology*, 97(6), 831-840, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.04.016>
- Azarmi, R., Giglou, M. T. ve Talesmikail, R. D. (2008). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) field. *African Journal of Biotechnology*, 7(14), 2397-2401. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.04.016>
- Atalay, İ. (1994). *Türkiye vejetasyon coğrafyası*. Ege Üniversitesi Basımevi.
- Atiyeh, R. A., Dominguez, J., Subler, S. ve Edwards, C. A. (2000). Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling. *Growth Pedobiologia*, 44(6), 709-724. [https://doi.org/10.1078/S0031-4056\(04\)70084-0](https://doi.org/10.1078/S0031-4056(04)70084-0)
- Aydemir, O. (1992). *Bitki besleme ve toprak verimliliği*. Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Bellitürk, K. (2016). Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermicompost teknolojisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 1-5. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/331147>

- Bremner, J. M. ve Mulvaney, C. S. (1982). Nitrogen total. *Methods of soil analysis Part 2: Chemical and microbiological properties second edition* (s. 597-622) içinde. American Society of Agronomy.
- Dönmez, Y. (1984). *Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları* (No: 2506). İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Edwards, C. A. (1995). Commercial and environmental potential of vermicomposting. *BioCycle*, 62-63.
- Edwards, C. A. ve Bohlen, P.J. (1996). *Biology and ecology of earthworms*. Chapman and Hall.
- Ergene, A. (1987). *Toprak biliminin esasları* (No: 635). Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- FAO. (1990). Micronutrient. *Assessment at the country level an international study*. FAO Soils Bulletin.
- Follet, R. H. (1969). *Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado soils*. [Doktora Tezi]. Colorado State University.
- Gee, G. W. ve Hortage, K. H. (1986). Particle-size analysis. *Methods of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods second edition* (s. 383-441) içinde. Agronomy.
- Hashemimajid, K., Kalbasi, M., Golchin, A. ve Shariatmadari, H. (2004). Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 1107-1123. <https://doi.org/10.1081/PLN-120037538>
- Jackson, M. L. (1962). *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall Inc.
- Jahan, F. N., Shahjalal, A. T. M., Paul, A. K., Mehraj, H. ve Uddin, A. F. M. J. (2014). Efficacy of vermicompost and conventional compost on growth and yield of cauliflower. *Bangladesh Research Publications Journal*, 10(1), 33-38. <https://ssrn.com/abstract=3589239>
- Kacar, B., ve Kovancı, İ. (1982). *Bitki, toprak ve gübrelerde kimyasal fosfor analizleri ve sonuçlarının değerlendirilmesi* (No: 354). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Kacar, B. ve Katkat, V. (2007). *Bitki besleme*. Nobel Yayınları.
- Kacar, B. ve İnal, A. (2010). *Bitki analizleri*. Nobel Yayınevi.
- Kale, D. R. (9-11 October, 1996) Earthworms the significant contributors to organic farming and sustainable agriculture. *Proceedings of the national seminar on organic farming and sustainable agriculture*, 5-57 Bangalore, India.
- Karaçal, İ. ve Tüfekçi, Ş. (11-15 Ocak, 2010). Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre-çevre ilişkisi. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 257-268, Ankara, Türkiye. [https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/fc64354454711c9\\_ek.pdf](https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/fc64354454711c9_ek.pdf)
- Karnez, E., Göldoğan, Ö., Ercan, N., Korkmaz, K., ve Aysan, Y. (2021). Domateste bakteriyel benek hastalığının mücadelesinde vermicompost uygulamasının etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 726-735. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.986521>
- Kaviraj ve Sharma, S. (2003). Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. *Bioresource Technology*, 90, 169-173. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(03\)00123-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00123-8)
- Kumari, M. S. S. ve Ushakumari, K. (2002). Effect of vermicompost enriched with rock phosphate on the yield and uptake of nutrients in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Journal of Tropical Agriculture*, 40, 27-30, <http://www.jtropag.kau.in/index.php/ojs2/article/viewFile/70/70>
- Küçükçyumuk, Z., Gültekin, M. ve Erdal, İ. (2014). Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 51-58, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/308668>

- Lindsay, W. L. ve Norwell, W. A. (1969). Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 33, 49-54. <https://doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x>
- Maltaş, A. Ş., Tavalı, İ. E., Uz, İ. ve Kaplan, M. (2017). Kırmızı baş lahanası (Brassica oleracea var. capitata f. rubra) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulaması. *Mediterranean Agric Sci*, 30(2), 155-161, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/333270>
- Nath, G. ve Singh, K. (2011). Role of vermikompost as bi-ofertilizer for the productivity of cauliflower (brassica oleracea) and biopesticides against nematode (Meloidogyne incognita). *World Applied Sciences Journal*, 12(10), 1676-1684. [https://www.idosi.org/wasj/wasj12\(10\)/3.pdf](https://www.idosi.org/wasj/wasj12(10)/3.pdf)
- Nelson, D. W. ve Sommers, L. E. (1982). Organic matter. *Methods of soil analysis part 2: Chemical and microbiological properties second edition* (s. 574-579) içinde. Agronomy.
- Nelson, R. E. (1982). Carbonate and gypsum. *Methods of soil analysis part 2: Chemical and microbiological properties second edition* (s. 191-197) içinde. Agronomy.
- Olsen, S. R. ve Sommers, L. E. (1982). Phosphorus. *Methods of soil analysis part 2: Chemical and microbiological properties second edition* (s. 403-427) içinde. Agronomy.
- Peyvast, G., Olfati, J. A., Madeni, S. ve Forghani, A. (2008). Effect of vermikompost on the growth and yield of spinach (Spinacia oleracea L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6(1), 110-113, <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/730485>
- Rhoades, J. D (1982a). Cation exchange capacity. *Methods of soil analysis part 2: Chemical and microbiological properties second edition* (s. 149-157) içinde. Agronomy.
- Rhoades, J. D. (1982b). Exchangeable cations. *Methods of soil analysis part 2. Chemical and microbiological properties second edition* (s. 159-164) içinde. Agronomy.
- Richards, L, A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. US Department of Agriculture.
- Singh, R., Sharma, R. R., Kumar, S., Gupta, R. K. ve Patil, R. T. (2008). Vermikompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (Fragaria x ananassa Duch). *Bioresource Technology*, 99, 8507-8511. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.03.034>
- Solmaz, R., Salcı, A., Yüksel, H., Doğrubaş, M. ve Kardaş, G. (2017). Preparation and characterization of Pd-modified Raney-type NiZn coatings and their application for alkaline water electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(4), 2464-2475. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.07.221>
- Tavalı, İ. E., Maltaş, A. Ş., UZ, İ. ve Kaplan, M. (2013). Karnabaharın (Brassica oleracea var. Botrytis) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine vermikompostun etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 115-120, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/17967>
- Tavalı, İ. E., Maltaş, A. Ş., UZ, İ. ve Kaplan, M. (2014). Vermikompostun beyaz baş lahananın (Brassica oleracea var. Alba) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 61-67, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/234014>
- Uma, B. ve Malathi, M. (2009). Vermikompost as a soil supplement to improve growth and yield of amaranthus species. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*, 5, 1054-1060, <http://www.aensiweb.net/AENSIWEB/rjabs/rjabs/2009/1054-1060.pdf>
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N. (1974). *Türkiye gübre ve gübreleme rehberi* (No. 28). Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınları.

- Werner, M. (1997). Earthworm team up with yard trimmings in orchards. *Biocycle*, 38(6), 64-65. <https://p2infohouse.org/ref/39/38303.pdf>
- Wolf, B. (1971). The Determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. *Soil Science and Plant Analysis*, 2, 363-374. <https://doi.org/10.1080/00103627109366326>
- Yang, L., Li, T., Li, F., Lemcoff, J. H. ve Cohen, S. (2008). Fertilization regulates soil enzymatic activity and fertility dynamics in a cucumber field. *Scientia Horticulturae*, 116, 21-26. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.11.001>
- Yıldız, M., Gürkan, M. O., Turgut, C., Kaya, Ü. ve Ünal, G. (2005). *Tarımsal savaşımında kullanılan pestisitlerin yol açtığı çevre sorunları* [Sözlü sunum]. VI. Teknik Tarım Kongresi, Ankara, Türkiye.
- Yıldız, N. (2012). *Bitki beslemenin esasları ve bitkilerde beslenme bozukluğu belirtileri*. Eser Ofset Matbaacılık.
- Yourtchi, M. S., Hadi, M. H. S. ve Darzi, M. T. (2013). Effect of nitrogen fertilizer and vermicompost on vegetative growth, yield and npk uptake by tuber of potato (Agria cv.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(18), 2033-2040. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133304375>
- Yurtsever, N. (1974). *Güneydoğu Anadolu Bölgesi topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılan olsen metodunun kalibrasyonu ve buğday bitkisine verilecek ekonomik gübre miktarları üzerinde bir araştırma* (No: 49). Köy İşleri Bakanlığı, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları.