



Zinc Fertilizer Request of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) Grown in Soil Mixed with Different Proportions of Vermicompost[#]

Ayşen Akay^{1,a,*}

¹Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Selçuk University, 42250 Selçuklu/Konya, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO

[#]This study was presented as an oral presentation at the 13th National, 1th International Field Crops Conference (Antalya, TABKON 2019)

Research Article

Received : 19/11/2019

Accepted : 06/12/2019

Keywords:

Black cumin
Zinc
Vermicompost
Mycorrhiza
Inoculation

ABSTRACT

In this study zinc fertilizer requirement of black cumin cultivated in the soil mixed with different ratios of vermicompost was investigated. In the experiment was conducted under greenhouse conditions and the effect of mycorrhiza inoculation on black cumin was determined. For this purpose, 0, 2.5, 5, 10 and 20% vermicompost was mixed into the soil and 2 doses of zinc fertilizer (0, 0.75 kg Zn / da) were applied. *G.Mosseae* as a mycorrhiza inoculum was added to the root area during seed sowing and plant growth was monitored. Mycorrhizal inoculated black cumin was harvested, when the plant matured, and seed formation occurred. The number of spores and hyphae in the root changed significantly with vermicompost applications. The number of capsules in the plant, seed number, seed weight, plant height, biomass, the K, P and Zn content of seed were significantly affected by vermicompost applications. The P, K, Fe and Zn contents of seed showed significant differences with zinc applications. Vermicompost and mycorrhizal interactions also showed a significant difference the number of capsule grains, grain weight, the K and Fe content of seed. The triple interaction of vermicompost, mycorrhiza and Zn applications were also found to be important in all parameters except plant height and seed Zn content. As a result, it was determined that vermicompost application had a positive effect on plant growth parameters compared to other doses. It could be recommended 2.5% dose considering economic issues.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(sp2): 17-22, 2019

Farklı Oranlarda Vermikompost ile Karıştırılan Ortamda Yetiştirilen Çörek Otu (*Nigella sativa* L.) Bitkisinde Çinkolu Gübre İsteği

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 19/11/2019

Kabul : 06/12/2019

Anahtar Kelimeler:

Çörek otu
Çinko
Vermikompost
Mikoriza
İnokülasyon

ÖZ

Bu çalışmada farklı oranlarda toprağa karıştırılan vermicompostun, çörek otu bitkisinin çinkolu gübre ihtiyacına etkisi araştırılmıştır. Sera şartlarında yürütülen denemede; çörek otu bitkisine mikoriza inokülasyonunun etkisi de belirlenmiştir. Bu amaçla yetiştirme toprağına %0; 2,5; 5, 10 ve 20 oranlarında vermicompost karıştırılmış ve 2 dozda çinkolu gübre (0-0,75 kg Zn/da) uygulanmıştır. Tohum ekimi sırasında kök bölgesine *G. Mosseae* türü mikoriza eklenmiş ve bitki gelişimi takip edilmiştir. Olgunlaşma dönemine gelen ve tohum teşekkülü gerçekleşen bitkiler hasat edilmiştir. Kökte spor ve hif sayısının vermicompost uygulamaları ile önemli oranda değiştiği belirlenmiştir. Bitkide kapsül sayısı, tane sayısı, tane ağırlığı, bitki boyu, biyomas, tane K, P içeriği ve Zn içeriği vermicompost uygulamaları ile önemli oranda etkilenmiştir. Tane P, K, Fe ve Zn içerikleri de çinko uygulamaları ile önemli farklılıklar göstermiştir. Vermikompost ve mikoriza etkileşimi de kapsül tane sayısı, tane ağırlığı, tane K ve Fe içeriğinde önemli farklılık göstermiştir. Yapılan vermicompost, mikoriza ve Zn uygulamalarının üçlü interaksyonu da bitki boyu ve tanede Zn içeriği dışındaki tüm parametrelerde önemli bulunmuştur. Sonuç olarak vermicompost uygulamasının bitki gelişim parametrelerini diğer dozlara göre olumlu yönde etkilediği ve %2,5 dozunun ekonomik olması nedeniyle tavsiye edilebileceği tespit edilmiştir.

^a aakay@selcuk.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-2541-0167>



Giriş

Çörek otu bitkisi yaklaşık 14 türü olan (*Nigella arvensis*, *Nigella ciliaris*, *Nigella damascen*, *Nigella hispanica*, *Nigella integrifolia*, *Nigella nigellastrum*, *Nigella orientalis* ve *Nigella sativa*) çiçekli Ranunculaceae familyasına ait önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir. Diğer türler terapötik kullanımlar için de kullanılmış olmasına rağmen; *Nigella sativa* L. türü en ayrıntılı şekilde tedavi amaçlı araştırılan türdür (Aggarwal ve ark., 2008). *N. sativa* Akdeniz'de ve Hindistan, Pakistan, Afganistan ve Suudi Arabistan da dahil olmak üzere Batı Asya ülkelerinde yetişen bir baharattır (Subhash ve ark., 2008). Ülkemizde *Nigella* cinsi 12 tür ile temsil edilmekte olup, bunlardan ülkemizde tarımı yapılan türü *Nigella sativa* L.'dir (Baytop, 1984; Turan, 2014). Çörek otu tohumları; keskin ve acı olan kayda değer miktarda yağ içeren birleşik foliküllerden oluşan şişirilmiş bir kapsülden oluşan yapısıyla terapötik amaçla "Alternatif Tıp" ta kullanılır. Genellikle tohumlar öncelikle baharat ve gıda koruyucu olarak kullanılmakla birlikte; halk arasında yemekle veya balla karıştırılarak öncelikle laktolog, karminatif ve antihelmantik ajanlar olarak da tıbbi uygulamalarda kullanılır. Tohumları diüretik, anti-hipertansif, kas gevşetici ve bağışıklık sistemi zayıf insanlarda bağışıklık artırıcılar olarak da önemli özelliklere sahiptir (Al-Kayssi ve ark., 2011). Tohumların ağız yoluyla kullanıldığında güvenli olduğu bildirilmiştir (Der Marderosian ve ark., 2005). Çörek otu tohumlarında %20,85 protein, %38,20 yağ, %4,64 nem, %4,37 kül, %7,94 ham lif ve %31,94 toplam karbonhidrat bulunmaktadır ve çeşitli proteinler, uçucu yağ asitleri ve amino asitler içinde önemli bir kaynaktır (Al-Jassir, 1992). Çörek otu bitkisi ülkemizde çoğunlukla Burdur, Konya, Uşak, Çorum, Kütahya, Antalya illerinde yetiştirilmektedir. TÜİK 2018 verilerine göre Türkiye çörek otu bitkisinin ekim alanı 2018 yılında 33.864 dekar ve üretim miktarı 3.322 ton olarak gerçekleşmiştir (TUIK, 2019). Bu bitkiye tıbbi kullanımının artması nedeniyle de verilen önemin artması ile; bitkinin verim ve kalite özelliklerinin artırılması konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışma çörek otu yetiştirilen ortama vermikompost ilavesinin ve bitkinin çinkolu gübre uygulamasına tepkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada ayrıca bitkiye *G. Mosseae* türü mikoriza aşılmasının bitki gelişim parametrelerine etkisi ile bitki köklerine inokülasyonun olup olmayacağı da belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Deneme tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre sera şartlarında saksı çalışması olarak yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan toprak S.Ü. Ziraat Fakültesi Sarıcalar Çiftliği arazisinden 0-30 cm derinlikten alınmış; 4 mm'lik elekten geçirildikten sonra, saksılara tartılarak (3 kg toprak saksı⁻¹) doldurulmuştur. Denemeye konu olan vermikompost özel bir şirketten temin edilmiş olup; analiz sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Vermikompost saksılara kuru ağırlık esasına göre hesaplanıp 5 dozda uygulanıp (%0; 2,5; 5, 10 ve 20) (V0-V2.5-V5-V10) toprakla karıştırılmıştır. Denemede mikoriza aşılması M(-) ve M(+) olacak şekilde *Glomus mosseae* türü ile yapılmıştır.

Ayrıca denemeye konu olan çinkolu gübre uygulaması 0 ve 7,5 kg Zn /da dozlarında (3 mg Zn/kg) ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ formunda) yapılmıştır. Deneme 5 vermikompost×2 mikoriza×2 çinko uygulaması ve 3 tekerrür olarak toplam 60 saksıda yürütülmüştür. Denemede kullanılan Çameli çeşidi çörek otu tohumu (*Nigella sativa* L.) Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Denemede çörek otu tohumları her saksıya 15 adet ekilirken mikoriza sporu 500 adet/saksı olacak şekilde (*Glomus mosseae*) kök bölgesine uygulanmıştır. Daha sonra her saksıda 7 adet olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Bitkilerde normal bir gelişme sağlamak amacıyla bütün saksılara ekimden önce 15-12-15 (N- P₂O₅- K₂O kg / da⁻¹ dozlarında) uygulaması da yapılmıştır. Çörek otu tohumları 21 Mart 2018 tarihinde ekilmiş, sıvı halde hazırlanan gübreler saksılara sulama suyu ile birlikte homojen olacak şekilde uygulanmıştır. Saksılar her gün kontrol edilerek ve toprak tarla kapasitesinde tutulacak şekilde sulanmıştır. Büyüme periyodu sonunda tane oluşumu ve olgunlaşması tamamlandıktan sonra bitkiler 23 Temmuz 2018 tarihinde hasat edilmiştir.

Saksılardan alınan bitki toprak üstü aksamı ve kök örnekleri laboratuvara getirilmiştir. Hasat sırasında ve sonrasında bitki boyu (cm), kapsül sayısı (adet/saksı) tane sayısı (adet/saksı), tane ağırlığı (g/saksı), biyomas (g/saksı) belirlenmiştir. Saksılardan alınan köklerde mikoriza spor ve hif sayım işlemleri Koske ve Gemma (1989) ve Giovenetti ve Mosse (1980)'ye göre yapılmıştır. Bitki tohumlarında ön işlemler ve yaş yakmadan sonra (Lindner ve Harley, 1942; Lindner, 1944) elde edilen ekstraktlarda; K, Fe ve Zn okumaları AAS ile (Perkin Elmer Analyst 700 Model) ve P okuması da spektrofotometrede (Kacar ve İnal, 2010) yapılmıştır. Ayrıca saksı denemesinde kullanılan toprakta verimlilik analizleri yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Denemeden elde edilen sonuçların varyans analizleri ve Tukey analizleri MINITAB 18 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1 Denemede kullanılan vermikompostun analiz sonuçları

Table 1 Some features of vermikompost used in the experiment

Vermikompost	İçerik
Toplam Organik Madde (%)	46
Toplam Humik Fulvik Asit (%)	32
Toplam CaO (%)	3
Suda çözünebilir K ₂ O (%)	1
Toplam P ₂ O ₅ (%)	1
Toplam N (%)	2
Organik Karbon (%)	23
Nem (%)	20
pH	6-8
EC (ds/m)	5,0

Bulgular ve Tartışma

Denemeye konu olan vermikompost, mikoriza ve çinko uygulamalarının çeşitli büyüme parametrelerine etkisini gösteren ortalama değerler ve istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3 ve 4'te sunulmuştur. Çörek otu köklerinde mikoriza inokülasyonu gerçekleşmiştir, ancak

vermikompostun artan oranlardaki uygulaması spor ve hif sayısını olumsuz etkilemiştir. Özellikle V20 dozunda diğerlerine kıyasla önemli azalmalar gözlenmiştir ($P<0,05$). Çinko uygulaması da spor ve hif sayısını azaltmıştır. Uygulamaların üçlü etkisi incelendiğinde kontrol ile vermikompost ve diğer uygulamaların önemli farklılık gösterdiği ($P<0,05$ ve $P<0,01$) en yüksek spor ve hif sayısının V0Zn+M+, V2.5Zn-M+ ve V10Zn-M+ uygulamalarında olduğu; V20 uygulamalarında ise önemli azalma olduğu görülmüştür. Kapsül sayısı, tane sayısı, tane ağırlığı ve biyomas özellikle V2.5 dozunda kontrole göre daha fazla artış göstermiştir ($P<0,01$). Bu parametreler üçlü interaksyondan da önemli derecede etkilenmiştir ($P<0,05$ ve $P<0,01$; Çizelge 4). Artan vermikompost uygulamaları bu verileri olumsuz etkilemiştir. Saksıda kapsül sayısı 7,25-19,33 arasında değişmiştir. Beyzi (2018) bitkide kapsül sayısının ortalama 8,77 adet/bitki olduğunu, Baytöre (2011) 5,70-7,23 adet/bitki, Özel ve ark. (2002) ise 3,17-5,60 adet/bitki arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tane sayısı (adet/saksı) değeri; en yüksek V2.5 dozunda 577,5'tir. Daha önce yapılan çalışmalarda kapsülde tohum sayısı 81,65 – 90,82 (Tektaş, 2015), 49,33-59,33 (Özel ve ark.,2002), 81,05-114,10 (Kılıç ve Arabacı,2016) adet/bitki arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada elde edilen kapsülde tohum sayısı değerleri bitki sayısına göre hesaplandığında 19,99-82,50 arasında değişmekte olup, Tektaş (2015), Özel ve ark. (2002)'nin yaptığı çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Araştırmada çörek otunun bitki boyu kontrole kıyasla V2.5-V5-V10 dozlarında değişmez iken V20 dozunda önemli azalma göstermiştir ($P<0,01$); genel ortalama ise 31,11 cm olarak belirlenmiştir. Üçlü interaksiyon ise bitki boyunda önemsiz bulunmuştur. Yapılan çeşitli çalışmalarda bitki boyu değerleri 44,22 cm (Beyzi, 2018), 29,67-38,53 cm (Ghamarnia ve ark., 2010), 34,53- 53,58 cm (Baytöre, 2011) ve 17,2-53,1 cm (Şahin, 2013) arasında değiştiği bildirilmiştir. V20 uygulama dozu bitki boyunu önemli ve olumsuz yönde etkilemiştir ($P<0,01$).

Çizelge 2 Deneme toprağının analiz sonuçları

Table 2 The analysis results of experiment soil

Parametreler	Sonuçlar	Değerlendirme	Analiz metotlarının kaynağı
pH (1:2,5 toprak: su)	8,14	Hafif alkali	(Richards, 1954)
EC (1:2,5 toprak: su) ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	455	Tuzsuz	(Richards, 1954)
CaCO ₃ (%)	13	Orta kireçli	(Bayraklı,1986)
Organik madde (%)	3,78	İyi	(Walkley ve Black, 1934)
Tekstür sınıfı	Siltli Kil		(Gee ve Bauder, 1986)
Ca (mek/100g)	17,63	Yeterli	(Thomas,1982)
Mg (mek/100g)	2,78	Yeterli	(Thomas,1982)
K (mek/100g)	2,03	Fazla	(Carson,1980)
P (mg/kg)	16,25	Yeterli	(Olsen ve Sommers, 1982)
Fe (mg/kg)	4,84	Fazla	(Lindsay ve Norvell, 1978)
Zn (mg/kg)	0,51	Yeterli	(Lindsay ve Norvell, 1978)
Mn (mg/kg)	27,36	Yeterli	(Lindsay ve Norvell, 1978)
Cu (mg/kg)	1,70	Yeterli	(Lindsay ve Norvell, 1978)

Çizelge 3 Vermikompost, mikoriza ve çinkolu gübre uygulamalarının çörek otunun çeşitli büyüme parametrelerine etkisi

Table 3 The effects of vermicompost, mycorrhiza and zinc fertilizer applications on various growth parameters of black cumin

Vermikompost (%)	Spor sayısı (adet)	Hif sayısı (adet)	Kapsül sayısı/saksı (adet)	Tane sayısı/saksı (adet)	Tane ağırlığı/saksı	Bitki boyu	Biyomas (g/saksı)
0	42,50 ^{ab}	49,58 ^a	16,75 ^{ab}	483,92 ^b	1,373 ^a	36,06 ^a	8,36 ^{ab}
2,5	43,33 ^a	46,67 ^{ab}	19,33 ^a	577,5 ^a	1,557 ^a	33,81 ^a	10,68 ^a
5	38,33 ^{ab}	38,33 ^{ab}	16,25 ^{ab}	476,75 ^b	1,315 ^a	32,81 ^a	9,36 ^{ab}
10	42,50 ^{ab}	44,17 ^{ab}	14,42 ^b	443,42 ^b	1,043 ^b	33,22 ^a	7,15 ^b
20	21,67 ^b	27,50 ^b	7,25 ^c	139,92 ^c	0,202 ^c	19,67 ^b	2,22 ^c
Tt*	*	*	**	**	**	**	**
Mycorrhiza (-)	38,33	36,17 ^b	15,8	431,03	1,112	30,95	7,768
Mycorrhiza (+)	37	46,33 ^a	13,8	417,57	1,084	31,27	7,34
Tt*	-	*	-	-	-	-	-
Zn (kg / da) 0	43,00 ^a	40,17	15,33	426,9	1,137	31,83	7,95
Zn (kg / da) 0,75	32,33 ^b	42,33	14,27	421,7	1,059	30,39	7,16
Tt*	*	-	-	-	-	-	-

Tt*: Tukey testi (* $P<0,05$; ** $P<0,01$)

Vermikompost, mikoriza ve çinko uygulamalarının ayrı ayrı tohum P, K, Fe ve Zn konsantrasyonuna etkisi Çizelge 5' ten incelendiğinde; artan vermikompost dozları P, K ve Zn konsantrasyonunu artırmıştır ($P<0,01$). Ancak V20 dozunda tohum P konsantrasyonu olumsuz etkilenmiş

ve diğer vermikompost dozlarına kıyasla azalma göstermiştir. Seyyedi ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada; vermikompost ile kükürt ve kükürt bakterisi uygulamasının çörek otu gelişimini olumlu yönde etkilediği; bitkide tohum ağırlığı, 1000 tane ağırlığı ve bitki

fosfor alımının arttığı bildirilmiştir. Mikoriza aşlaması incelendiğinde; *G. Mosseae* türü mikoriza yalnızca K konsantrasyonunda önemli artış sağlamasına karşın tohum P, Fe ve Zn konsantrasyonlarını değiştirmemiştir. Çinkolu gübreleme ise tohum P, K, Fe ve Zn konsantrasyonlarını azaltmıştır. Yapılan uygulamaların üçlü interaksyonuna bakıldığında; tohum K ve Zn konsantrasyonu önemli ve olumlu yönde etkilenirken ($P<0,05$ ve $P<0,01$); tohum P ve Fe konsantrasyonu değişmemiştir (Çizelge 4 ve 5). Khoulenjani ve Salamatı (2012) tarafından demir ve

çinkolu gübrelemenin etkisinin araştırıldığı çalışmada, İran Arestan bölgesinde toprakta demir noksanlığından dolayı demirli gübre uygulamasına çörek otunun olumlu tepki gösterdiği, ancak çinkonun toprakta yeterli olmasından dolayı çinkolu gübrelemenin etkisinin görülmediği belirlenmiştir. Bizim yürüttüğümüz çalışmada da benzer şekilde; toprakta çinko yeterlilik sınırında olduğundan dolayı çinkolu gübrelemenin bitki gelişimine olumlu etkisi görülmemiş olabilir.

Çizelge 4 Vermikompost, mikoriza ve çinkolu gübre uygulamalarının çörek otunun çeşitli büyüme parametrelerine ve tohum P, K, Fe ve Zn konsantrasyonuna interaksyon etkisi

Table 4 The interaction effects of vermicompost, mycorrhiza and zinc fertilizer applications on various growth parameters and on the P, K, Fe and Zn concentrations of seeds of black cumin

Verm. (%)	Zn	Myco	Spor sayısı (adet)	Hif sayısı (adet)	Kapsül sayısı/saksı (adet)	Tane sayısı/saksı (adet)	Tane ağırlığı/saksı
0	(-)	(-)	36,67	43,33	15,00	495,00	1,34
	(-)	(+)	53,33	65,00	20,33	457,00	1,51
	(+)	(-)	20,00	23,33	19,67	536,00	1,55
	(+)	(+)	60,00	66,67	12,00	447,67	1,09
2,50	(-)	(-)	30,00	20,00	20,67	466,67	1,23
	(-)	(+)	56,67	70,00	19,67	604,33	1,70
	(+)	(-)	36,67	36,67	21,00	585,67	1,51
	(+)	(+)	50,00	60,00	16,00	653,33	1,79
5	(-)	(-)	40,00	20,00	16,67	571,67	1,55
	(-)	(+)	53,33	43,33	18,67	479,00	1,43
	(+)	(-)	36,67	43,33	18,00	414,33	1,07
	(+)	(+)	23,33	46,67	11,67	442,00	1,21
10	(-)	(-)	46,67	23,33	13,67	344,67	0,95
	(-)	(+)	56,67	60,00	15,33	451,33	1,16
	(+)	(-)	20,00	33,33	18,33	629,00	1,48
	(+)	(+)	46,67	60,00	10,33	348,67	0,58
20	(-)	(-)	20,00	16,67	8,67	245,67	0,35
	(-)	(+)	36,67	40,00	4,67	153,67	0,14
	(+)	(-)	10,00	23,33	6,33	21,67	0,10
	(+)	(+)	20,00	30,00	9,33	138,67	0,22
Tt*			*	**	*	**	**
Verm. (%)	Bitki boyu	Biyomas (g/saksı)	Tohum P kons. (mg/kg)	Tohum K kons. (mg/kg)	Tohum Fe kons. (mg/kg)	Tohum Zn kons. (mg/kg)	
0	33,33	7,94	7934	4344	87,88	114,45	
	36,89	10,11	8207	4396	95,60	116,71	
	40,00	10,13	7892	4406	84,85	114,37	
	34,00	5,28	7724	4818	67,41	108,02	
2,50	32,78	10,02	8502	4693	90,06	142,35	
	35,89	11,43	8281	4314	86,29	145,99	
	32,89	10,49	7997	4390	84,59	131,55	
	33,67	10,80	8565	4633	69,39	140,53	
5	34,56	11,62	8849	4396	88,65	148,32	
	32,00	9,67	8397	4464	89,01	159,18	
	31,67	8,03	8461	5043	90,68	159,29	
	33,00	8,10	8481	4394	66,88	149,39	
10	30,22	4,97	8155	5082	109,49	162,09	
	36,33	9,38	7040	4677	82,65	171,67	
	35,33	9,85	8386	4938	77,38	150,97	
	31,00	4,40	9207	5542	67,04	163,73	
20	23,11	2,38	7482	6658	75,16	163,05	
	23,22	1,94	6035	6678	119,76	226,32	
	15,61	2,25	2380	5470	85,06	134,28	
	16,72	2,29	4028	8695	73,21	122,48	
Tt*	-	*		*	-	**	

Tt*: Tukey testi (* $P<0,05$; ** $P<0,01$)

Çizelge 5 Vermikompost, mikoriza ve çinkolu gübre uygulamalarının çörek otunun tohum P, K, Fe ve Zn konsantrasyonuna etkisi

Table 5 The effects of vermicompost, mycorrhiza and zinc fertilizer applications on the P, K, Fe and Zn concentrations of seeds of black cumin

Vermikompost (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)
0	7939 ^a	4491 ^c	83,94	113,39 ^b
2,5	8336 ^a	4507 ^{bc}	82,58	140,11 ^a
5	8547 ^a	4574 ^{bc}	83,81	154,05 ^a
10	8197 ^a	5059 ^b	84,14	162,11 ^a
20	4981 ^b	6875 ^a	88,3	161,53 ^a
Tt*	**	**	-	**
Mycorrhiza				
(-)	7604	4942 ^b	87,38	142,07
(+)	7596	5261 ^a	81,73	150,4
Tt*	-	*	-	-
Zn (kg / da)				
0	7881 ^a	5233 ^a	92,46 ^a	155,01 ^a
0.75	7312 ^b	4970 ^b	76,65 ^b	137,46 ^b
Tt*	*	*	**	**

Tt*: Tukey testi (*P<0,05; **P<0,01)

Sonuç

Sonuç olarak vermikompost uygulama dozlarının çörek otunda istatistikî yönden farklılık göstermemesine karşın V2.5 dozunun tane sayısı, kapsül sayısı, tane ağırlığı, biyomas, tohum P ve Zn konsantrasyonunda olumlu etki yaptığı gözlenmiştir. Diğer uygulama dozlarının bitki gelişimine etkisi kontrole kıyasla incelenen gelişim parametrelerini azaltıcı yöndedir. *G.Mosseae* türü mikoriza aşılması ve çinkolu gübre uygulamasının da bitki gelişimi üzerine etkisi gözlenmemiştir. Toprakta yeterli çinkonun bulunması durumunda çörek otu bitkisi için çinkolu gübrelemenin gerekli olmadığı gözlenmiştir.

Kaynaklar

- Al-Kayssi AW, Shihab RM, Mustafa SH. 2011. Impact of soil water stress on Nigellone oil content of black cumin seeds grown in calcareous-gypsiferous soils, Agricultural Water Management 100: 46–57.
- Al-Jassir SM.1992. Chemical composition and microflora of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds growing in Saudi Arabia. Food Chemistry 45 (1992): 239-242.
- Aggarwal BB, Kunnumakkara AB, Harikumar KB, Tharakan ST, Sung B, Anand P. 2008. Potential of spice-derived phytochemicals for cancer prevention. Planta Med. 74: 1560–1567.
- Bayraklı F. 1986. Toprak ve Bitki Analizleri (Çeviri). 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi S:77-79, Samsun.
- Baytop T. 1984. Türkiye’de Bitkiler İle Tedavi (Geçmişte ve Bugün). İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3255, Sanal Matbaacılık, İstanbul, 520 s.
- Baytöre F. 2011. Bazı Çörekotu (*Nigella sativa* L.) Populasyonlarının Verim ve Verim Kriterlerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Beyzi E. 2018.Çörek Otu Bitkisinin (*Nigella sativa* L.) Kayseri Ekolojik Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 14: 245-248.
- Carson PL. 1980. Recommended potassium test. Recommended potassium test. In: Recommended Chemicalsoil test procedures for the North Central Region. Rev.ed., North Central Regional Publication no.221. North Dakota Agric. Exp. Stn. North Dakota StateUniversity, Fargo. USA.

- Der Marderosian A, Lawrence L, Beutler J, Grauds C, Tatro DS, Cirigliano DD.2005. The Review of Natural Products, 4th edn. Facts and Comparisons, Lipincott Williams & Wilkins.
- Gee GW, Bauder JW. 1986. Particle-size analysis. p. 383–411.In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agron.Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Ghamarnia H, Khosravy H, Sepehri S. 2010. Yield and Water Use Efficiency of (*Nigella sativa* L.) Under Different Irrigation Treatments in a Semi Arid Region in the West of Iran. Journal of Medicinal Plants Research, 4(16): 1612-1616.
- Giovannetti M, Mosse B. 1980.An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist 84: 489-500.
- Kacar B, İnal A. 2010. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti. ISBN 978-605-395-036-3.
- Khoulenjani MB, Salamati MS. 2011. Morphological reaction and yield of *Nigella sativa* L.to Fe and Zn.African Journal of Agricultural Research Vol. 7(15): 2359-2362.
- Kılıç C, Arabacı O. 2016. Çörek Otu (*Nigella sativa* L.)’nda Farklı Ekim Zamanı ve Tohumluk Miktarının Verim ve Kaliteye Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2): 49 – 56.
- Koske RE, Gemma JN. 1989. A Modified Procedure for Staining Roots to Detect VAM. Mycological Research, 92(3): 486 505,1989.
- Lindner RC. and Harley CP.1942. Science 96,565.
- Lindner RC. 1944.Plant Physiol.19,76.
- Lindsay WL, Norvell WA. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper 1. Soil Science Society of America Journal 42, 421-8.
- Olsen S, Sommers L. 1982. Phosphorus. p. 403–430. AL Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. Phosphorus. p. 403–430.
- Özel A, Demirbilek T, Güler İ. 2002. Harran ovası kuru koşullarında farklı ekim zamanlarının çörekotu türleri (*Nigella* spp.)’nin verim ve bazı tarımsal karakterlerine etkisi. HR.Ü.Z.F.Dergisi, 6 (3-4): 81-90.
- Richards LA. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. U.S. Dep. Agr. Handbook, Washington.
- Seyyedi SM, Moghaddam PR, Hossieni MK, Shahandeh H. 2017. Improving of seed quality of black seed (*Nigella sativa* L.) by increasing seed phosphorus content in a calcareous soil, Journal of Plant Nutrition 2017, Vol. 40, No. 2, 197–206.

- Subhash P, Sanjeev B, Aamir A, Ramzi M, Fazlul HS. 2008. From here to eternity the secret of Pharaohs: therapeutic potential of black cumin seeds and beyond. *Cancer Ther.* 6: 495–510.
- Şahin B. 2013. Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen bazı tıbbi bitkilerin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Tektaş E. 2015. Harran Ovası Koşullarında Birim Alandaki Tohum Sayısının Çörek Otu (*Nigella sativa* L.)'nun Verim ve Bazı Bitkisel Özelliklerine Etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Turan YS. 2014. Fosfor Dozlarının Çörek Otunun (*Nigella sativa* L.) Verim ve Kalitesine Etkisi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Thomas GW. 1982. Exchangeable cations, Pgs 159-165 In: *Methods of soil analysis. Part II* (page A. L Miller. R. H., and Keeney. D. R., eds.). 2nd edition. America Society of Agronomy and Soil Science of America. Madison. Wisconsin, USA.
- TUİK. 2019. <http://www.tuik.gov.tr>[Erişim:05.12.2019]
- Walkley A, Black IA. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.