

## Leonardit ve Mikorizanin Biber Bitkisinin Gelişimi ve Besin Elementi Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

Zeliha KÜÇÜKYUMUK Hatice DEMİREKİN Mukaddes ALMAZ  
İbrahim ERDAL

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta  
Sorumlu yazar: zelihakucukyumuk@sdu.edu.tr

Geliş tarihi: 25.04.2014, Yayına kabul tarihi:04.07.2014

**Özet:** Bu çalışmanın amacı leonardit ve mikorizanın biberin gelişimi ve mineral beslenmesi üzerine olan etkilerini incelemektir. Bu nedenle 2 kg toprak alan saksılara 0, 1 ve 2 g mikoriza ile 0, 5, 10, 20 g leonardit uygulanmıştır. Sera koşullarında yürütülen denemede test bitkisi olarak biber yetiştirilmiş ve deneme sonunda bitki kuru ağırlıklarıyla bitki besin elementi konsantrasyonları (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn) belirlenmiştir. Genel olarak kontrol uygulamasına göre leonardit uygulanmış bitkilerin daha iyi geliştiği ve bunun yanında mikoriza uygulamasının bitki gelişimine olumlu bir etkisinin olmamasına rağmen bitkideki bazı besin elementi konsantrasyonları üzerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre leonardit ve mikoriza dozları arasında karşılaştırma yapılırsa en yüksek dozda uygulanan mikoriza (2 g saksı<sup>-1</sup>) ve leonardit (20 g saksı<sup>-1</sup>) dozlarından biber bitkisinde daha fazla N, P, Ca ve Zn konsantrasyonları elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** besin elementi, biber, leonardit, mikoriza.

### Effects of Leonardite and Mycorrhiza on Plant Growth and Mineral Nutrition in Pepper Plant

**Abstract:** This study aimed to investigate effects of leonardite and mycorrhiza on pepper growth and mineral concentration. Therefore, 0, 1 and 2 g pot<sup>-1</sup> mycorrhiza and 0, 5, 10, 20 g pot<sup>-1</sup> leonardite levels were applied into pots with 2 kg soil. Pepper plants dry weights and nutrient concentrations (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn) were determined in greenhouse conditions. Leonardite application increased plant growth when compared to the control plants. Mycorrhiza application did not effect on plant growth; however, it increased some of the plant nutrients. According to the study, when leonardite and mycorrhiza applied plants were compared, the highest level (2 g pot<sup>-1</sup>) of mycorrhiza application and the highest level (20 g pot<sup>-1</sup>) of leonardite applied plants had more N, P, Ca and Zn concentrations.

**Keywords:** nutrient, pepper, leonardite and mycorrhiza.

### Giriş

Bilinçsiz gübre kullanılması, önemli çevre sorunlarından birisidir. Gereksiz kimyasal gübre kullanımının önüne geçilmesi, çevre sorunlarını iyileştirmek adına yapılacak işlerin başında gelmektedir.

Leonardit, yağışlı bölgelerde bitki fazlalığından dolayı oksijeni az olan, göl diplerinde çürümüş maddelerin çözülmesiyle oluşmuş, organik maddesi kolay tanınan ve bol miktarda organizma artığı içeren

birikimler şeklinde ifade edilebilir. Leonardit, yüksek oranda karbon ve humik asitler içeren, kömür düzeyine ulaşmamış doğal bir organik materyal olup, organik madde içeriği % 75 gibi bir değere ulaşabilmektedir (Erkoç, 2009). Oluşumu milyonlarca yıl öncesi bitki ve hayvan kalıntılarının sıcaklık, nem, basınç, oksidasyon ve çok özel jeolojik koşullar gerektirdiğinden, doğada nadir olarak

bulunur ve kalitesi bölgeden bölgeye değişiklik gösterir. İçerdiği yüksek oranda humik asitlerden dolayı ekonomik değere sahiptir. Leonardit aynı zamanda bitki gelişim düzenleyicisi görevi gördüğünden gübrelerle kullanılması gerekmektedir. Gübrelerin etkinliğini artırır ve topraktan yıkanıp gitmesini engeller (Özkan, 2007). Toprakların organik madde dengesi, tarımsal açıdan sürdürülebilirliğinin önemli bir göstergesidir (Dostal, 2002). Türkiye tarım topraklarında organik madde seviyesi % 1'in altına düşmüştür (Eyüpoğlu, 1999). Bu nedenle toprak verimliliğinin önemli bir birikimi olan organik madde kapsamının artırılmasında kullanılan toprak ıslah maddelerinden biri de leonardittir. Demir ve ark., (2012) leonardit kullanımı ile birlikte azaltılmış gübre uygulamalarının patatesten verim ve toprak özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada; NPK ile 200 kg da<sup>-1</sup> leonardit uygulamasının en uygun değer olduğunu tespit etmişlerdir. Leonardit uygulaması ile domates ve mısır bitkilerinde mineral madde alımı ve verimin arttığı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (David ve ark., 1994; Güneş ve Turan, 2007; Topçuoğlu ve Önal, 2007; Erkoç, 2009).

Mikoriza, bitkinin kökleri ile mantar türleri arasındaki karşılıklı bir yaşam biçimi olarak tanımlanmaktadır (Smith ve Read, 2008). Bu karşılıklı etkileşim, bitkinin mikorizal mantara karbon, mikorizal mantarın da bitkiye su ve besin elementi sağlamasıyla gerçekleşmektedir. Mikorizalar bitkilerin kök yüzey alanlarını artırarak daha fazla oranda besin maddesi almalarını sağlamaktadırlar. Mikoriza genel olarak topraktan alımı zor olan bitki besin elementlerini ve kökün etki alanı dışında olup ulaşılamayan besin maddelerini hifler yardımıyla alarak bitki gelişimini artırır (O'Keefe ve Sylvia, 1991). Yapılan çalışmalarla mikorizanın kontrollü koşullar altında bitki mineral madde konsantrasyonlarını artırdığı belirlenmiştir (Ortaş, 2000; Türkmen ve ark. 2005; Keskin, 2009).

Leonardit ve mikorizanın bitki besin elementi alımı ve gelişimine yönelik çalışmalar bulunmakla birlikte ancak leonardit ve mikorizanın birlikte kullanımıyla ilgili çalışmalar sınırlıdır.

Bu çalışmada, leonardit ve mikorizanın ayrı ayrı ve birlikte kullanılmasıyla biber gelişimi ve mineral beslenmesi üzerine olan etkilerini incelemek amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Bitki Besleme Bölümü iklimlendirme kabininde kontrollü koşullarda gerçekleştirilmiştir. Deneme iki kg toprak alan saksılarda tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada mikorizanın üç (0, 1 ve 2 g saksı<sup>-1</sup>) leonarditin ise dört dozu (0, 5, 10, 20 g saksı<sup>1</sup>) kullanılmıştır. Denemede kullanılan toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Bitki materyali olarak Üç burun tipi biber kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan leonardit (Magic Leon Leonardit), özel bir firmadan alınmıştır ve toplam humik asit + fulvik asit % 40, organik maddesi % 35, maksimum nemi % 35, pH'sı 4 olarak belirlenmiştir. *Vesüküler Arbüsküler* Mikorizalar Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nden temin edilmiştir. Mikoriza dikimle birlikte biber bitkisinin kök etki alanına aşılmalıdır. Fideler meyve verme aşamasına gelinceye kadar düzenli olarak sulanmıştır.

Fideler dikimden sonra 44 gün sonra toprak üstünden kesilerek hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkiler çeşme suyu ve saf su ile yıkanarak temizlenmiş ve kese kâğıdına konularak 65°C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Kurutulan bitkiler öğütülerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Mikro dalga yaş yakma yöntemi ile yakılan örneklerde Ca, K, Mg, Zn, Fe, Mn ve Cu analizleri AAS'de, P analizi ise Vanadamolibdat sarı renk yöntemine göre spektrofotometrede belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Yaprak örneklerinde toplam azot analizi ise modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir. Analiz verilerinin istatistiksel varyans analizleri SAS (SAS, 1987) bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Table 1. Some physical and chemical analysis results of soil used in the study

Toprak Özellikleri Soil Properties		Metotlar Methods	Analiz sonucu Analysis of Results
pH	--	1:2,5	8.02
Kireç/ Lime	(%)	Kalsimetrik	23.16
Tuz/ Salt	(%)	1:2,5	0.14
Org. Mad./ Org. Material	(%)	Walkley-Black	1.6
Alınabilir /Available P	(kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /da)	Olsen	5.1
Değişebilir/Exchangeable K	(kg K <sub>2</sub> O/da)	A.Asetat-AAS	172.2
Değişebilir/Exchangeable Ca	(kg CaO/da)	A.Asetat-AAS	2940.4
Değişebilir/Exchangeable Mg	(kg MgO/da)	A.Asetat-AAS	127.5
Yarayırlı/Available Fe	(mg kg <sup>-1</sup> )	DTPA-AAS	3.38
Yarayırlı/Available Mn	(mg kg <sup>-1</sup> )	DTPA-AAS	1.2
Yarayırlı/Available Zn	(mg kg <sup>-1</sup> )	DTPA-AAS	0.64
Yarayırlı/Available Cu	(mg kg <sup>-1</sup> )	DTPA-AAS	1.02

### Bulgular ve Tartışma

Leonardit uygulamalarının biber bitkisi kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli, mikoriza uygulamalarının ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Leonardit uygulamalarıyla bitki kuru ağırlıkları kontrole göre önemli oranda artış gösterirken elde edilen artış miktarları üç leonardit dozunda da benzer bulunmuştur. Kontrol bitkisi ortalama kuru ağırlığı 1.31 gram iken 5, 10, 20 g<sup>-1</sup> saksı dozlarındaki bitki kuru ağırlıkları sırasıyla 1.93, 1.97, 1.98 gram ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır.

Çizelge 2. Leonardit ve Mikorizanın biber bitkisi kuru ağırlığına etkisi (gram)

Table 2. The effect of leonardit and mycorrhiza on pepper plants dry weights (gram)

Leonardit (g saksı <sup>-1</sup> ) Leonardit (g pot <sup>-1</sup> )	Mikoriza(g saksı <sup>-1</sup> ) Mycorrhiza(g pot <sup>-1</sup> )			Ortalama Mean
	0	1	2	
0	1.20	1.41	1.32	1.31b*
5	2.07	1.72	2.01	1.93a
10	1.88	2.20	1.82	1.97a
20	2.08	1.87	1.98	1.98a
Ortalama/Mean	1.80	1.80	1.78	

\*Farklı harflerle yazılan leonardit dozları arasındaki farkı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 3' de görüleceği üzere leonardit uygulaması ile uygulama dozlarına paralel

olarak bitkinin N içeriği artmış ve bu artış istatistiksel olarak önemli olmuştur. Kontrol bitkisinin N içeriği % 2.54 iken 5, 10 ve 20 g saksı<sup>-1</sup> dozlarında sırasıyla % 2.98, % 3.01 ve % 3.08 ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Mikoriza uygulamalarının bitki N içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamış, ancak mikoriza uygulamasına bağlı olarak bitkinin N içeriği dozlara paralel olarak artmıştır. Mikoriza uygulamasında kontrol koşullarındaki azot % 2.79 iken 1 g/saksı dozunda % 2.83 ve 2 g/saksı dozunda ise % 3.08 ile en yüksek değere ulaştığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Leonardit ve Mikorizanın biber bitkisi N içeriğine etkisi(%)

Table 3. The effect of leonardit and mycorrhiza on pepper plants N concentrations (%)

Leonardit (g saksı <sup>-1</sup> ) Leonardit (g pot <sup>-1</sup> )	Mikoriza(g saksı <sup>-1</sup> ) Mycorrhiza(g pot <sup>-1</sup> )			Ortalama Mean
	0	1	2	
0	2.60	2.13	2.89	2.54b*
5	3.00	2.91	3.05	2.98a
10	2.76	3.13	3.13	3.01a
20	2.83	3.16	3.26	3.08a
Ortalama/Mean	2.79	2.83	3.08	

\*Küçük harfler, leonardit dozları arasındaki farkı göstermektedir (p<0.01).

Çizelge 4. Leonardit ve Mikorizanın biber bitkisi P içeriğine etkisi (%)

Table 4. The effect of leonardit and mycorrhiza on pepper plants P concentrations (%)

Leonardit (g saksı <sup>-1</sup> ) Leonardit (g pot <sup>-1</sup> )	Mikoriza (g saksı <sup>-1</sup> ) Mycorrhiza (g pot <sup>-1</sup> )			Ortalama Mean
	0	1	2	
0	0.22Bb*	0.26Cb	0.39Aa	0.29
5	0.27Ab	0.36ABa	0.40Aa	0.34
10	0.30Ab	0.34Bb	0.42Aa	0.35
20	0.31Ab	0.40Aa	0.42Aa	0.37
Ortalama Mean	0.28	0.34	0.41	

\*Büyük harfler, leonardit dozları arasındaki farkı, küçük harfler, mikoriza dozları arasındaki farkı göstermektedir. İnteraksiyon p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4' te görüleceği üzere leonardit x mikoriza interaksiyonunun bitki P içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol bitkisi P konsantrasyonu % 0.22 ile en düşük P konsantrasyonuna sahipken 10 ve 20 g saksı<sup>-1</sup> leonardit ve 2 g saksı<sup>-1</sup> mikoriza uygulamalarının P konsantrasyonları % 0.42 ile en yüksek değere ulaşmıştır. Ortalama değerlere göre mikoriza uygulaması ile bitkinin P içeriği dozlarla paralel olarak artmış, kontrol bitkisi P içeriği % 0.28 iken 1 g saksı<sup>-1</sup> dozunda P içeriği % 0.34 ve 2 g saksı<sup>-1</sup> dozunda ise P içeriği % 0.41 olarak bulunmuştur. Leonardit uygulamasında ortalama değerlere göre ise uygulama dozlarına paralel olarak bitki P içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Kontrol bitkisinin P içeriği % 2.54 iken 5, 10, 20 g saksı<sup>-1</sup> uygulamalarında sırasıyla % 0.34, % 0.35, % 0.37 gram olmuştur.

Mikoriza uygulamalarının biber bitkisi K içeriğine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Çizelgede görüleceği üzere ortalama değerlere göre mikoriza uygulamasına bağlı olarak bitkinin K içeriği dozlarla paralel olarak artmıştır. Mikoriza uygulamasında kontrolde K içeriği % 4.33 iken 1 g saksı<sup>-1</sup> dozunda K içeriği % 4.75 ve 2 g saksı<sup>-1</sup> dozunda ise K içeriği % 4.78 olmuştur. Mikorizanın 1 ve 2 gr dozunda elde edilen değerler aynı istatistiksel grupta yer almıştır.

Çizelge 5. Leonardit ve Mikorizanın biber bitkisi K içeriğine etkisi (%)

Table 5. The effect of leonardit and mycorrhiza on pepper plants K concentrations (%)

Leonardit (g saksı <sup>-1</sup> ) Leonardit (g pot <sup>-1</sup> )	Mikoriza(g saksı <sup>-1</sup> ) Mycorrhiza (g pot <sup>-1</sup> )			Ortalama Mean
	0	1	2	
0	4.33	4.13	4.79	4.42
5	4.34	5.05	4.88	4.75
10	4.18	5.16	4.59	4.65
20	4.45	4.65	4.84	4.65
Ortalama Mean	4.33 B*	4.75 A	4.78 A	

\*Büyük harfler, mikoriza dozları arasındaki farkı göstermektedir (p<0.01).

Çizelge 6. Leonardit ve Mikorizanın biber bitkisi Ca içeriğine etkisi (%)

Table 6. The effect of leonardit and mycorrhiza on pepper plants Ca concentrations (%)

Leonardit (g saksı <sup>-1</sup> ) Leonardit (g pot <sup>-1</sup> )	Mikoriza(g saksı <sup>-1</sup> ) Mycorrhiza(g pot <sup>-1</sup> )			Ortalama Mean
	0	1	2	
0	1.68	1.80	2.09	1.85b**
5	1.78	1.94	2.05	1.92ab
10	1.68	2.10	2.10	1.96ab
20	1.77	2.12	2.10	2.00a
Ortalama Mean	1.72B*	1.99A	2.08A	

\*Büyük harfler, mikoriza dozları arasındaki farkı göstermektedir (p<0.05), \*\*Küçük harfler, leonardit dozları arasındaki farkı göstermektedir (p<0.01).

Mikoriza ve leonardit uygulamalarının biber bitkisi Ca içeriğine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Çizelgeden görüleceği üzere ortalama değerlere göre mikoriza uygulaması ile bitkinin Ca içeriği dozlarla paralel olarak artmıştır. Mikoriza uygulamasında kontrol bitkisinin Ca içeriği % 1.72 iken 1 g saksı<sup>-1</sup> dozunda % 1.99 ve 2 g saksı<sup>-1</sup> dozunda ise % 2.08 olarak belirlenmiştir. Leonardit uygulamasında ise uygulama dozlarına paralel olarak bitkinin Ca içeriği arttığı belirlenmiştir. Kontrol bitkisinin Ca içeriği % 1.85 iken 5, 10, 20 g saksı<sup>-1</sup> uygulamalarında sırasıyla % 1.92, % 1.96, % 2.00 olmuştur.

Çizelge 7. Leonardit ve Mikorizanın biber bitkisi Fe içeriğine etkisi ( $\text{mg kg}^{-1}$ )Table 7. The effect of leonardit and mycorrhiza on pepper plants Fe concentrations ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Leonardit (g saksı <sup>-1</sup> ) Leonardit (g pot <sup>-1</sup> )	Mikoriza(g saksı <sup>-1</sup> ) Mycorrhiza (g pot <sup>-1</sup> )			Ortalama Mean
	0	1	2	
0	52	50	43	48
5	46	59	52	52
10	41	51	49	47
20	40	51	49	47
Ortalama Mean	45	53	48	

Mikoriza ve leonardit uygulamalarının Fe içeriğine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 7). Mikoriza uygulaması ile kontrol bitkisi Fe konsantrasyonu  $45 \text{ mg kg}^{-1}$  iken  $1 \text{ g saksı}^{-1}$  dozunda Fe  $53 \text{ mg kg}^{-1}$  olup en yüksek değere ulaştığı tespit edilmiştir. Leonardit uygulaması ile kontrol bitkisi Fe konsantrasyonu  $48 \text{ mg kg}^{-1}$  iken  $5 \text{ g saksı}^{-1}$  dozunda Fe konsantrasyonu  $52 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8. Leonardit ve Mikorizanın biber bitkisi Cu içeriğine etkisi ( $\text{mg kg}^{-1}$ )Table 8. The effect of leonardit and mycorrhiza on pepper plants Cu concentrations ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Leonardit (g saksı <sup>-1</sup> ) Leonardit (g pot <sup>-1</sup> )	Mikoriza(g saksı <sup>-1</sup> ) Mycorrhiza (g pot <sup>-1</sup> )			Ortalama Mean
	0	1	2	
0	16	21	22	19
5	13	25	29	22
10	16	27	19	21
20	13	21	19	17
Ortalama Mean	14 B*	23 A	22 A	

\*Büyük harfler, mikoriza dozları arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0.01$ ).

Mikoriza uygulamalarının biber bitkisi Cu içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 8). Ortalama değerlere göre mikoriza uygulamasında kontrol bitkisi Cu içeriği  $14 \text{ mg kg}^{-1}$  iken  $1 \text{ g saksı}^{-1}$  dozunda Cu  $23 \text{ mg kg}^{-1}$  olup en yüksek değere ulaştığı tespit edilmiştir.

Çizelge 9. Leonardit ve Mikorizanın biber bitkisi Mn içeriğine etkisi ( $\text{mg kg}^{-1}$ )Table 9. The effect of leonardit and mycorrhiza on pepper plants Mn concentrations ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Leonardit (g saksı <sup>-1</sup> ) Leonardit (g pot <sup>-1</sup> )	Mikoriza(g saksı <sup>-1</sup> ) Mycorrhiza (g pot <sup>-1</sup> )			Ortalama Mean
	0	1	2	
0	44	36	48	42 b**
5	51	52	57	53 a
10	49	57	59	55 a
20	52	53	61	55 a
Ortalama Mean	49 B*	49 B	56 A	

\*Büyük harfler, mikoriza dozları arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0.01$ ), \*\*Küçük harfler, leonardit dozları arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0.01$ ).

Biber bitkisi Cu konsantrasyonu  $2 \text{ g saksı}^{-1}$  dozunda  $22 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Böylelikle bitki Cu konsantrasyonu  $1$  ve  $2 \text{ gr}$  mikoriza uygulamalarında kontrole oranla %  $64$  ve %  $57$  oranlarında artış göstermiştir. Leonardit uygulamasında ise biber bitkisinin Cu konsantrasyonu  $17-22 \text{ mg kg}^{-1}$  aralığında değişmiş fakat bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 10. Leonardit ve Mikorizanın biber bitkisi Zn içeriğine etkisi ( $\text{mg kg}^{-1}$ )Table 10. The effect of leonardit and mycorrhiza on pepper plants Zn concentrations ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Leonardit (g saksı <sup>-1</sup> ) Leonardit (g pot <sup>-1</sup> )	Mikoriza(g saksı <sup>-1</sup> ) Mycorrhiza(g pot <sup>-1</sup> )			Ortalama Mean
	0	1	2	
0	16	22	17	18
5	21	19	24	21
10	18	25	22	22
20	19	25	25	23
Ortalama Mean	19	23	22	

Çizelge 9' da görüleceği üzere ortalama değerlere göre mikoriza ve leonardit uygulamalarının biber bitkisi Mn içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Mikoriza uygulaması ile kontrol bitkisi Mn konsantrasyonu değeri  $49-56 \text{ mg kg}^{-1}$  aralığında değişmiştir. Kontrol ve  $1 \text{ gr}$  mikoriza dozları  $49 \text{ mg kg}^{-1}$

ile aynı istatistiksel grupta yer alırken 2 gr mikoriza uygulamasının Mn üzerine en etkili doz olduğu görülmüştür.

Bitkide belirlenen Zn konsantrasyonları 16-25 mg kg<sup>-1</sup> aralığında yer almış fakat uygulamaların bitki Zn konsantrasyonuna etkisi önemli olmamıştır (Çizelge 10).

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, daha önce leonardit ile yapılmış literatür çalışmaları ile uyumluluk göstermiştir. Leonardit uygulamaları ile bitki makro ve mikro besin elementi konsantrasyonlarının arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Topçuoğlu ve Önal, 2006; Güneş ve Turan, 2007; Erkoç, 2009). Leonardit uygulamaları ile bitkiler daha fazla yeşil aksam oluşturarak fotosentez yapmaktadır. Leonarditin organik madde içeriğinden dolayı bitki gelişiminin daha fazla olduğu düşünülmektedir. Mikoriza uygulamaları ile yapılan çalışmalarda da bitki besin elementi konsantrasyonlarının arttığı belirlenmiştir (Li ve ark. 1991; Ortaş, 1994; George, 2000; Smith ve Read, 2008). Hifler rizosfer dışı topraktaki fosforu alarak bitkiye taşırlar ve mikorizalı bitkilerde birim kök uzunluğu başına fosfor alım oranı mikorizasız bitkilerinkinden 2-3 kat daha fazla olabilmektedir (Tinker ve ark. 1992). Hiflerin yüksek oranda bakır ve çinkoyu bitkiye taşımaları nedeniyle mikorizalı bitkilerin gövdesindeki P, Zn ve Cu miktarı da fazla olmaktadır (Karaaslan, 2007).

Mikoriza ve leonardit uygulamalarının biber bitkisi kuru ağırlığı ve besin elementi içerikleri üzerine olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Genel olarak en yüksek dozda uygulanan mikoriza ve leonarditin biber bitkisi besin elementi konsantrasyonunu artırdığı belirlenmiştir. Mikoriza ve leonardit uygulaması yapılmış çalışmalarda verim ve besin elementi konsantrasyonlarının olumlu olarak arttığı belirlenmiştir.

## Sonuç

Bu çalışmada leonardit ve mikoriza uygulaması ile biber bitkisi gelişimi ve besin elementleri alımına etkisi araştırılmıştır. Leonardit uygulanmış bitkilerin daha iyi geliştiği ve bunun yanında mikoriza uygulamasının bitki gelişimine olumlu bir etkisinin olmamasına rağmen bitkideki bazı

besin elementi konsantrasyonları üzerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre leonardit ve mikoriza dozları arasında karşılaştırma yapılırsa en yüksek dozda uygulanan mikoriza (2 g saksı<sup>-1</sup>) ve leonardit (20 g saksı<sup>-1</sup>) dozlarından biber bitkisinde daha fazla N, P, Ca, Mn ve Zn konsantrasyonları elde edilmiştir. Genel olarak kontrol uygulamasına göre besin elementi konsantrasyonlarının dozlara bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre; bitkisel üretimde leonardit ve mikorizanın birlikte kullanılması tarımsal üretimde faydalı olacaktır. Çevresel kirliliğin çok fazla olduğu günümüzde farklı oranlarda mikoriza ve leonardit dozları kullanılarak farklı bitkilerle çalışmalar yapılması ve bu çalışmaların tarla koşullarına aktarılması faydalı olacaktır. Gelecek nesillere temiz bir çevre bırakmamız için tarımsal uygulamalarda biyolojik ve organik gübrelerin kullanılmasının artırılması gerekmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından desteklenmiştir (TUBİTAK, 2209-A).

## Kaynaklar

- David, P.P., Nelson, P.V., Sanders, D.C. 1994. Humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *J. Plant Nutr.* 17: 173-184.
- Demir, M., Noyan, Ö.F., Oğuz, İ. 2012. Leonardit Kullanımı İle Birlikte Azaltılmış Azotlu Gübre Uygulamalarının Bitki Verim ve Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi* 1, 445-455.
- Dostal, J. 2002. Results of the Long-Term Organic Matter Balance Investigations in Usti Nad Orlici District and the Trends in the Whole Czech Republic. *Agronomy and Soil Science.* 48(2): 155-160.
- Erkoç, İ. 2009. Sera Domates Yetiştiriciliğinde Kükürt ve Leonardit Uygulamalarının Fosfor

- Yarayışlılığına Etkileri.Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 220, Ankara. George, E. 2000. Nutrient contributions of Arbuscular fungi to plant mineral nutrition, In: Arbuscular Mycorrhizas physiology and function Eds by Kapunlnik and D. D. Douds Jr. publishers uptake Mycorrhizal London. Güneş A., Turan M. 2007. Allüviyal Materyaller Üzerinde Oluşan topraklarda Yetiştirilen Mısır Bitkisinin (Zea Mays L) Verim Ve Besin İçeriği Üzerine Organik Ve Mineral Gübre Uygulamalarının Etkisi, Atatürk Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A. 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme. A. Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Ders Kitabı, Yayın No: 1514 Ders Kitabı: 467, Ankara 2000.
- Kacar B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri.
- Karaaslan, E. 2007. Konya ovasındaki büyük toprak gruplarında V.A. mikoriza sporlarının izole edilmesi ve biyolojik gübre etkinliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Keskin, L. 2009. Bazı patlıcan genotiplerinde fide gelişimi ve besin elementi içeriklerine arbuscular mikoriza fungus uygulamalarının etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı.
- Li, X. L., Marschner, H., And George,E., 1991. Phosphorus depletion and pH decrease at the root-soil and hypha-soil interfaces of VA mycorrhizal white clover fertilized with ammonium. New Phytologist 119, 397-404.
- Ortaş, İ., 1994. The effect of different forms and rates of nitrogen and different rates of phosphorus fertilizer on rhizosphere uptake in mycorrhiza land non-mycorrhizal sorghum plants. Ph. D. Thesis 1994, University of Reading, Reading, UK.
- Ortaş, İ., Haris, P.J., Rowell, D.L. 1996. Enhanced uptake of phosphorus by Mycorrhizal sorghum plants as influenced by forms of nitrogen, plant and soil.184:255-264. Ortaş, İ. 2000. Mikorizanın Çevre Biliminde Kullanımı ve Önemi. 2000 GAP Çevre Kongresi, 16-18 Ekim 2000, Şanlıurfa.
- Özkan S. 2007. Türk Linyitlerinden Humik Asit ve Gübre Üretimi, Ankara Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- Smith, S., and Read, D.J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, San Diego, CA.
- Tinker, P. B., Jones, M. D., Durall, D. M. 1992. A functional comparison of ecto- and endomycorrhizas. In : Mycorrhizas in Ecosystems (D. J. Read, D. H. Lewis, A. H. Fitter and I. J. Alexander, eds.), pp. 156-163. CAB Int. Wallingford, UK.
- Topçuoğlu B., Önal M.K., 2006. Sera Toprağına Uygulanan Leonarditin Domates Bitkisinde Ürün, Kalite ve Mineral İçerikleri Üzerine Etkisi, Türkiye III. Organik Tarım Sempozyumu, Yalova
- Türkmen, Ö., Demir, S., Şensoy, S., Dursun, A. 2005. Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions, Journal of biological Sci. 5 (5): 568-574.