

Bir Organik Materyal Olan Leonarditin Kahramanmaraş Koşullarında Nohut Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkileri

Enise Nur EKİCİ^{1*} 

Ali Rıza DEMİRKİRAN² 

Erkan BOYDAK³ 

¹ Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Bingöl, Türkiye

² Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl, Türkiye

³ Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bingöl, Türkiye

Özet

Organik materyaller, toprakların verimliliğine katkılar sunan, bitkilerin daha iyi beslenmelerini sağlayan doğal kaynaklardır. Bu çalışmada, Kahramanmaraş Afşin-Elbistan bölgesinden elde edilen leonardit, 0, 1, 2 ve 3 ton.da⁻¹ dozlarında (L1, L2, L3 ve L4) uygulanmak suretiyle nohut bitkisinin gelişimine etkileri amacıyla kullanılmıştır. Bu materyalin nohut bitkisinin gelişimine ve bazı bitki gelişim parametrelerine etkileri araştırılmıştır. Sonuçlara göre, çiçeklenme döneminde L1 uygulamasının kuru bitki ağırlığı (2.433 g), ve nodül sayısına (14.7 adet) etkilerinin önemli olduğu, yine bu dönemde L3 uygulamalarının bitki yaş ağırlığına (12.4 g) etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Hasat zamanı incelenen parametrelerde ise en fazla anadal sayının L0 uygulamasında (5.8 adet), en yüksek 100 tane ağırlının ise L1 dozundan (60.842 g) elde edildiği gözlenmiştir. Bitkinin tane verimi ve tane ağırlığı kriterleri açısından L1 uygulamasının en fazla etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bitkinin bazı bitki gelişim parametrelerine üzerine leonarditin etkilerine bakıldığında L1 uygulamasının en yüksek değerlerin elde edilmesinde rol oynadığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Leonardit, nohut, organik gübreleme, Kahramanmaraş

The Effect of Leonardite as Organic Material on Growth of Chickpea in the Kahramanmaraş Condition

Correspondence

² Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl, Türkiye Email: ademirkiran@bingol.edu.tr

* Bu çalışma Enise Nur EKİCİ'nin Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Abstract

Organic materials are ecological, natural resources that contribute to the fertility of soils and provide better nutrition for plants. In this study, leonardite which obtained from Kahramanmaraş Afşin-Elbistan region was used with 0, 1, 2, and 3 tonne.decare⁻¹ doses (as L1, L2, L3, and L4) for its effects on the development of chickpea plant. The effects of this material on the growth of chickpea plant and some plant growth parameters were investigated. According to the results at the flowering period, it was seen that L3 applications caused an increase in the wet weight of the plant (12.4 g), and L1 application had the most effect in dry plant weight (2.433 g) and number of nodules (14.7) of the plant. According to the results at the harvest period, it was seen that L0 applications caused an increase in the number of main branches of the plant (5.8), and L1 application had the most effect in 100 grain weight (60.842 g) of the plant. When the effects of leonardite on the some plant growth parameters of the plant were examined, it was observed that L1 application played a role in obtaining the highest values.

Keywords: Leonardite, chickpea, organic fertilization, Kahramanmaraş

GİRİŞ

Nohut (*Cicer arietinum* L.) hem ülkemizde hem de dünyada yetiştiriciliği en fazla yapılan baklagil bitkilerinden birisidir (FAO 2020; TÜİK 2020). Nohut, topraktaki bitki besin elementlerine olan ihtiyacı bakımından da kanaatkâr bir bitkidir (Kulaz ve Çiftçi 1999; Karaağaç vd. 2019; Uçar 2020).

Leonardit, doğal olarak oluşan bir oksitlenmiş linyit türü, yani bir tür “olgunlaşmamış” kömürdür. Leonarditin oluşmasının milyonlarca yıl sürdüğü bilinmektedir. Linyit ve leonarditin özellikleri çıkarıldığı yöreye göre de değişken olmaktadır (Boughton 1972; Iakimenko 2005; Eady 2012). Leonardit, yüksek miktarda hümik asit (HA) ve fulvik asit (FA) içeren organik bir karışımıdır (Sugier et al. 2013; Rataprommanee and Shutsrirung 2014; Olivella et al. 2011; Çankaya vd. 2017; Zengin 2013; Aygün ve Mert 2020; Filcheva et al. 2017; Holatko et al. 2020; Shahryari et al. 2011; Wadas and Dziugiel 2020; Dias et al. 2020; Karaman et al. 2013). Son yıllarda leonardit'in toprak ve bitki yetiştirme açılarından potansiyel oluşturduğu ve bu konuda yapılan çalışmaların artmaya başladığı gözlenmektedir.

Leonarditin Anadolu sarıçam ve karaçam türlerinde etkileri araştırılmış (Çeler 2013), leonarditin birçok dozunun fidan taze ve kuru ağırlık değerlerinde olumlu yönde etkide olduğu anlaşılmıştır.

Fascella et al. (2021) süs bitkisi yasemine (*Murraya paniculata* L. Jacq.) leonarditin etkisini araştırmıştır. Leonarditin bitki boyunu, dal sayısını, bitki meyve sayısını, yaprak sayısını, yaprak alanını, bitkinin yaş yaprak ağırlığını, yaş kök ağırlığını, toplam bitki yaş ağırlığını, kuru yaprak ağırlığını, toplam kuru ağırlığını ve kök uzunluğunu önemli düzeyde arttırdığını, bitki yaş gövde ağırlığının ve kök kuru ağırlığının ise arttığını belirtmişlerdir. Kołodziej et al. (2013) altın kök bitkisine (*Rhodiola rosea* L.) leonardit uygulamışlar, bitkinin toprak üstü ve toprak altı aksamalarının ağırlıklarının ve biyomasının leonardit uygulamalarıyla arttığını bulmuşlardır. Leonarditi horozibığıne (*Amaranthus*) uygulayan Ketten ve Tanrıverdi (2020), verimin, bin dane ağırlığının, bitki boyunun ve salkım boyunun arttığını bildirmişlerdir.

Leonardit uygulanan mısır genotiplerinde (Shahyari et al. 2011) kök gelişiminin ve kök uzunluğunun arttığı, bitki gelişiminin olumlu etkilendiği tespit edilmiştir. Leonarditin (L) pamuk bitkisine azotla birlikte kullanıldığında (Aygün ve Mert 2020), bitki boyu, dal sayısı, koza sayısı, koza ağırlığı, lif inceliği, lif mukavemeti ve 100 tohum ağırlığı kriterlerinde önemli değişiklik olmadığı, lif uzunluğunda 100 kg L/da + 15 kg N/da ile 200 kg L/da + 20 kg N/da uygulamalarıyla önemli artışların olduğu gözlemlenmiştir. Ertekin vd. (2020) 3 fiğ türüne leonardit, zeolit ve hayvan gübresi uygulamışlar, leonardit uygulamalarının tüylü fiğın bitki boyunu; yaygın fiğın taze ot verimini; yaygın fiğın, macar fiğının ve tüylü fiğın kuru ot verimini arttırdığını belirtmişlerdir. Leonarditin patates bitkisine etkilerini araştıran Seyedbagheri ve Torell (2001) yumru veriminin arttığını bildirmiştir. Çavdar bitkisinde leonarditin kuru madde verimini arttırdığı (Adiloğlu et al. 2018), buğday bitkisinde uygulamanın (50, 100, 150, 200 ve 250 kg/da) verimde 200 kg/da'a kadar artışa neden olduğu (Kolay vd. 2016), ayçiçeğinde olumlu etkileri olduğu (Tamer vd. 2016) belirtilmiştir. Sanli et al. (2013) patates bitkisine uyguladıkları leonarditin (200, 400 ve 600 kg/ha) bitkideki yumru adedine ve bitki boyuna olumlu etkileri olduğunu bulmuşlardır. Ayhan et al. (2021), buğday bitkisine uyguladıkları leonarditin (160 kg N/ha olarak) en yüksek bitki boyuna, tane sayısına, başaktaki tane ağırlığına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Litardo et al. (2022) tarafından Ekvator'da pirinç bitkisine leonardit uygulanmış, verim, tane/gövde oranı ve hasat indeksinin arttığı bildirilmiştir. Bunun yanında leonarditin bitki boyuna, filiz sayısına, gövde kuru ağırlığına, salkıma, 1000 tane ağırlığına ve tane kuru ağırlığına etkisi

olmamıştır. Ratanaprommanee et al. (2017) pirince doğal ve zenginleştirilmiş leonardit uygulamışlar, bitkide tane ağırlığını leonarditin %17, zenginleştirilmiş leonarditin %20 arttırdığını bildirmişlerdir. Bitkinin biyokütlesinin leonarditle %97, iyileştirilmiş leonarditle %117 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Leonarditin (% 5, 10 ve 20 oranlarında) kıvırcık yaprak salata bitkisine etkilerini araştıran Sesveren ve Taş (2018), verim ve bazı gelişim parametreleri üzerine istatistiki olarak önemli olduğunu bulmuştur. Leonarditin toz haline getirilmiş formunun, buğday, mısır, kanola ve domates bitkilerinde kök gelişimini olumlu etkilediği bildirilmiştir (Adani et al. 1998; Pertuit et al. 2001; Dilk 2002). Benzer şekilde, marul ve fasulye bitkilerinde de leonarditin olumlu etkilerinin olduğu rapor edilmiştir (Dudley et al. 2004). Farklı dozlarda (100, 200, 400 kg/da) uygulanan leonarditin ıspanak bitkisine etkilerini araştıran Yıldız vd. (2019), yaprak eni, yaprak ağırlığı ve kök ağırlığı gibi bitkinin bazı verim kriterlerinin de olumlu etkilendiğini vurgulamışlar, leonarditin dozunun artışıyla bu parametrelerin de arttığını belirtmişlerdir. Duval et al. (1998) leonarditi kullandığı bitkilerde bitki gelişiminin olduğunu bildirmişlerdir. Leonardit uyguladıkları turp (*Brassica rapa* L.) ve hardal (*Brassica hirta* L.) bitkilerinde ölçtükleri fizyolojik kriterlerde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığını kaydetmişlerdir. Topcuoglu ve Onal (2006) serada yetiştirdikleri domatese leonardit uygulamışlar ve meyve verimine pozitif etki yaptığını rapor etmişlerdir. Oğuz vd. (2012) Tokat koşullarında leonardit uygulamalarının biber verimine önemli etkide bulunmadığını bildirmişlerdir. Wallaca and Wallaca (1986) domatese ve buğdaya 5.8 ile 11 t/ha leonardit uygulamışlar, domatesin veriminin arttığını, fakat buğdayın verim ve kuru madde miktarında önemli bir artış olmadığını rapor etmişlerdir. Salatalık bitkisine 0, 20, 35 ve 50 g/kg leonardit uygulayan Majeed (2021), leonarditin bitki kuru ağırlığını, bitki boyunu, bitki meyve sayısını arttırdığını bulmuşlardır. Leonarditin bitki gelişimine olumlu etkilerinin olduğu ve bitki besin maddelerinin alımında iyileşmelerin görüldüğü bazı araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Aguire et al. 2009; Ertani et al. 2011; Tahiri et al. 2015). Conselvan et al. (2017), marul bitkisine uyguladıkları leonarditin kök gelişimine (alan, çap, uzunluk ve çeşitlilik açısından) pozitif etkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Ertani et al. (2019) mısır bitkisine leonardit-humat uygulamışlar ve kök gelişiminin daha fazla olumlu etkilendiğini belirtmişlerdir.

Sugier et al. (2013), dağ tütününe (*Arnica montana* L.) uyguladıkları leonarditin dal ve çiçek sayısı ile verimi arttırdığını, Qian et al. (2015) leonarditin fasulyenin kök gelişiminde rol oynadığını, kök yüzey alanına, kök uzunluğuna, kök alanına ve kök sayısına olumlu etki yaptığını ilave etmişlerdir. David et al. (2014) ise yine leonardit – humatının mısır bitkisinde kök gelişimine pozitif etkide bulunduğunu tespit etmişlerdir. Sun et al. (2016) mısır fidelerinin laboratuvar koşullarında, leonarditin kök gelişimini (kök uzunluğunu ve toplam kök alanını) arttırdığını bildirmişlerdir. Hidroponik kültürde leonarditin mısır fidesi toplam ağırlığını, yaprak ve kök ağırlığı ile bitki boyunu arttırdığını tespit etmişlerdir.

Cieschi et al. (2019) tarafından leonardit-humat uygulamaları ile baklagil bitkilerinin gövde ve kök gelişiminin (%15-25 oranında) arttığı belirtilmiştir. Kiyas (2020) leonarditin fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinde kök-gövde uzunluğunu, kök-gövde ağırlığını arttırdığını tespit etmiştir. Pertuit et al. (2001) ve Dinç (2014) leonarditin bitki boyuna etki etmediğini, İmamoğlu (2019), Azcona et al. (2011) ve Özel (2011) bitki boyunu arttırdığını, Ergönül (2011) ise bitki boyunu azalttığını bulmuşlardır. Pertuit et al. (2001) domates fidesinin 1/3 oranında leonarditle ve kimyasal gübre ortamında, bitki boyunun % 40, yaş gövde ağırlığının % 134, yaş kök ağırlığının % 82, kuru gövde ağırlığının % 133 ve kuru kök ağırlığının % 400 arttığını belirtmişlerdir. Akimbekov et al. (2020) leonarditin patatese etkilerini araştırmış, uygulamaların bitki boyu, bitki dal sayısı, bitki meyve sayısı, meyve ağırlığı ve verimini arttırdığını bildirmişlerdir. Mostofa ve Akın (2017) ve Gürsoy (2016)

leonarditin 100-tane ağırlığını artırdığını, Ergönül (2011) ise 1000-tane ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir. Leonarditin asmanın (*Vitis vinifera* L., Chardonnay) (Reynolds et al. 1995), salatalığın (Rauthan and Schnitzer 1981), mısırın (Tan and Nopamornbodi 1979) ve domatesin (Bryan 1976) gelişiminde olumlu olduğu bildirilmiştir. Öktem vd. (2017), Ergönül (2011) ve Öztürk (2010) leonarditi tane verimini artırdığını, Uçar vd. (2020) ise belli bir düzeye kadar tane verimini arttırdığını bildirmişlerdir. Nazli et al. (2014a) sorguma (*Sorghum bicolor x sorghum bicolor var. sudanense*) leonardit uygulamışlar, yeşil ot veriminin önemli düzeyde arttığını bulmuşlardır. Ece et al. (2007) fasülyede, Demir et al. (2012) patatestede ve Nazli et al. (2014b) silajlık mısırdaki benzer sonuçların çıktığını bildirmişlerdir.

Ünsal vd. (2008) humik asit uyguladıkları nohut bitkisinin biyolojik verim, tane verimi, bin dane ağırlığı, bitki boyu, bakla sayısı, bitkide tane verimi, tane sayısında en iyi sonuçların sırası ile 484.83 kg/da, 291.51 kg/da, 549.17 g, 33.10 cm, 11.12 adet, 5.19 g, 9.27 adet olduğunu elde etmişlerdir. Dönder and Toğay (2021) Mardin’de nohuta uyguladıkları hümik asitin incelenen kriterlerde önemli etkide artış sağladığı, en yüksek tohum veriminin 286.9 kg/da olduğunu, hümik asitin bitki boyunu 4 cm uzattığını (47-51 cm), dal sayısını 1 adet arttırdığını (4-5 adet), bitki bakla sayısını 9 adet arttırdığını (23-32 adet), bitki tane sayısını 9 adet arttırdığını (24-33 adet), tane verimini 27 kg/da arttırdığını (235-263 kg/da) ve 100 tane ağırlığını 4 g arttırdığını (32-36 g) tespit etmişlerdir. Ali and Ali (2019), gübreleme uyguladıkları nohut bitkisinde bitki boyunun 21-40 cm, dal sayısının 5-10 adet, 100 tane ağırlığının 27-46 g, tane veriminin 480-671 kg/ha arasında olduğunu bildirmişlerdir. Çakır (2005) aşılama ile nohut boyunun % 1.6-3.6, tane sayısının % 13.8-27.6, kök kuru ağırlığının % 1-13 arttığını belirtmiştir.

Babagil (2010) Muş’ta nohut tane veriminin 92-133 kg/da arasında, bitki boyunun 37-43 cm, dal sayısının 3.1-3.3 adet, bakla sayısının 22-26 adet, 100 tane ağırlığının 40.7-43.9 g arasında olduğunu bulmuştur. Uzun vd. (2012) nohut çeşitlerinde bitki boyunun 34-40 cm, bitki dal sayısının 2.9-3.9 adet, 100 tane ağırlığının 43.4-55.7 g, verimin 172-285 kg/da arasında olduğunu tespit etmiştir. Chauhan et al. (2021) Hindistan’da nohut bitkisinin dallanmasının 2-12 adet arasında olduğunu, köklerinin 3 metre derine gidebildiğini, bakla boyunun 15-30 mm, her baklada 1-25 tane bulunduğunu, 100 tane ağırlığının ortalama 16-45 g olduğunu, toprak üstü bitki boyunun 4-95 cm arasında olduğunu vurgulamıştır. Singh et al. (2021), nohut veriminin Hindistan’da 893 kg/ha, Avustralya’da 1491 kg/ha, Myanmar’da 1492 kg/ha, Etiyopya’da 2007 kg/ha, Türkiye’de 1259 kg/ha, Pakistan’da 349 kg/ha olduğunu raporlamışlardır. 2000 kg/ha civarında verim elde etmek için 125 kg N/ha, 10 kg P/ha ve 63 kg K/ha besin elementine ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir. 100 tane ağırlığının 25-45 g arasında olduğu tespit edilmiştir.

Aydın ve Sepetoğlu (1991) nohut bitkisindeki nodül sayısının 8-18 adet/bitki olduğunu, Müderriszade (1996) 3-7 adet/bitki olduğunu bulmuşlardır. Nohutta bitki boyunun 20-100 cm arasında olduğu, bazen 150 cm’ye kadar uzadığı bildirilmektedir (Saxena and Singh 1985). Diyarbakır’da bunun 37-43 cm arasında (Türk 2001), Amasya’da 33-49 cm arasında (Bozoğlu vd. 2007) olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada, Kahramanmaraş koşullarında nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisine özellikle o bölgeden tedarik edilen leonardit (Afşin-Elbistan Leonarditi) materyalinin farklı oranlarda toprağa uygulanması sonucu elde edilen nohut bitkisinin farklı zamanlardaki bazı fizyolojik özellikleri ve verime dair bazı unsurları incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırma 2021 yılı ilkbahar döneminde Kahramanmaraş, Suçatı-Karadut yöresindeki çiftçi tarlasında yürütülmüştür. Denemede kullanılan nohut yörede tarımı yapılan yerel çeşittir. Denemede nohuta uygulanan leonardit materyali Afşin-Elbistan Termik santralinde çıkan materyaldir. Ekim öncesi arazi sürülmüş, düzeltilmiş ve parselizasyon işlemi yapılmıştır. Yabancı otlar elle temizlenmiştir. Farklı leonardit dozları olarak 0 kg/da (kontrol), 1000 kg/da, 2000 kg/da, 3000 kg/da (0, 1, 2 ve 3 ton/da leonardit) uygulamaları ekimden önce yapılmıştır. Leonardit materyali ekim için açılan 3-4 cm'lik sıralara parsel içinde eşit olacak şekilde önceden toprağa karıştırılmış ve daha sonra ekim yapılmıştır. Bu leonardit miktarları; Ece ve diğerlerinin (2007) fasülyeye (1 ve 2 ton/da), Demirkıran ve Cengiz'in (2010) antepfıstığı fidanlarına (0.24, 0.48, 0.96 ton/da), Yolcu ve arkadaşlarının (2011) çavdara (2.5, 5 ve 7.5 ton/da), Şeker ve Ersoy'un (2005) mısıra (5 ton/ha), Wallaca ve Wallaca'nın (1986) domatese ve buğdaya (0.5-1 t/da), Singkham ve Ditthakit'in (2019) salatalık bitkisine (1.5, 3, 4.5 t/da), Majeed'in (2021) yine salatalığa (4, 7 ve 10 ton/da) uygulamaları dikkate alınarak belirlenmiştir.

Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ekim 2021 yılının mart ayının son haftasında yapılmıştır. Parsel özellikleri; parsel uzunluğu 4 m, sıra arası 30 cm, her parselde 4 sıra olacak şekilde düzenlenmiştir (Toğay vd. 2005). Denemede sulama damla sulama olarak yapılmış, yabancı otlar elle parsel içerisinden uzaklaştırılmıştır. Parsel kenar tesirleri çıkarıldıktan sonra, parsel içerisindeki tesadüfen seçilen 5 bitki üzerinde gözlemler yapılmıştır. Araştırmada incelenen özellikler; bitkinin toplam yaş ağırlığı, toplam kuru ağırlığı, toprak üstü uzunluğu, kök uzunluğu, dal sayısı, tane sayısı, tane ağırlığı, 100 tane ağırlığı, nodül sayısıdır. Çalışmadan elde edilen veriler JUMP istatistiki paket programında analiz edilmiştir (Gülümser vd. 2013).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın yapıldığı araziden alınan toprağın analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Nohut denemesinin yapıldığı arazinin toprak analizi

Yapılan analiz, birim	Sonuç	Açıklama	Referanslar
Saturasyon, %	46.2	Tınlı	FAO (1990), Kacar ve Katkat (2010)
pH	7.45	Nötral	Peech (1965), Kacar ve Katkat (2010)
Tuzluluk, %	0.014	Tuzsuz	Rhoades (1990), Kacar ve Katkat (2010)
Organik madde, %	3.57	İyi	Nelson and Sommers (1982), Kacar ve Katkat (2010)
Kireç (CaCO ₃), %	1.33	Az kireçli	McLean (1982), Kacar ve Katkat (2010)
Potasyum (K ₂ O), kg/da	44.71	Yeterli	Helmke and Sparks (1996), Kacar ve Katkat (2010)
Fosfor (P ₂ O ₅), kg/da	30.85	Yüksek	Olsen et al. (1954), Kacar ve Katkat (2010)

Toprak analiz sonuçları dikkate alındığında, toprağın organik madde, fosfor ve potasyum açılardan iyi durumda olduğu, tuz problemi olmadığı, pH'nın nötral durumda olduğu, bünyesinin tınlı özellikte olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye genelindeki değişik bölgelerde yapılan toprak analizleri sonuçlarına bakıldığında; topraklarımızın genellikle hafif alkalin reaksiyonlu, organik maddelerini düşük, kireç içeriklerinin orta ve yüksek, elverişli fosfor ve değişebilir potasyum içerikleri bakımından ise değişken özellik gösterdiği bildirilmiştir (Öner 2014; Demirekin 2014; Fidancı 2015; Soba vd. 2015; Akça vd. 2015; Yağanoğlu 2016).

Kahramanmaraş ili topraklarında yapılan diğer toprak analizlerinde ise, toprakların genellikle nötr ve hafif alkalin reaksiyonda, hafif tuzlu, kireç içeriğinin yüksek, organik madde içeriğinin düşük, bitkiye yararlı potasyumun yeterli, fosforun ise analizlerin yarısına yakınında yeterli çıktığı bildirilmiştir (Yılmaz 2020). Karagöktaş'ın (2012) Kahramanmaraş, Afşin-Elbistan tarım arazilerinde yaptığı analizlerde, toprakların saturasyonlarının % 52-74 arasında, toplam tuz miktarının % 0.07-0.25 arasında, bitkiye yararlı fosforun 8.9-116.5 mg/kg arasında, bitkiye yararlı potasyumun 119-1256 mg/kg arasında olduğu belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan leonarditin analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kullanılan leonarditin analiz sonuçları

Analiz, birim	Değer
Azot (N), %	2.52
Fosfor (P), %	0.266
Potasyum (K), %	0.41
Kalsiyum (Ca), %	0.30
Magnezyum (Mg), %	0.15
Sodyum (Na), mg/kg	608.7
Bakır (Cu), mg/kg	4.22
Mangan (Mn), mg/kg	71.56
Çinko (Zn), mg/kg	18.06
Demir (Fe), mg/kg	5921.41

Bu çalışmada, nohut bitkisine uygulanan leonarditin 25 Mayıs 2021 tarihindeki belirlenen kuru nohut ağırlığı, yaş ağırlığı, gövde uzunluğu, kök uzunluğu, nodül sayısı, anadal sayısı üzerine etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 3, 4, 5, 6, 7 ve 8'de verilmiştir. Yine, nohut bitkisine uygulanan leonarditin 23 Temmuz 2021 tarihindeki belirlenen bitki kuru ağırlığı, gövde uzunluğu, dal sayısı, bitki tane sayısı, bitki tane ağırlığı, 100 tane ağırlığı üzerine etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 9, 10, 11, 12, 13 ve 14'te verilmiştir.

Çizelge 3. Leonarditin kuru nohut ağırlığı (25 Mayıs) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	4,3968891	0,879378	18,2952
Hata	6	0,2883958	0,048066	Prob > F
Genel	11	4,6852849		0,0014

Çizelge 4. Leonarditin nohut yaş ağırlığı (25 Mayıs) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	92,97240	18,5945	5,9309
Hata	6	18,81100	3,1352	Prob > F
Genel	11	111,78340		0,0256

Çizelge 5. Leonarditin gövde uzunluğu (25 Mayıs) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	132,51914	26,5038	0,5309
Hata	6	299,51375	49,9190	Prob > F
Genel	11	432,03289		0,7480

Çizelge 6. Leonarditin kök uzunluğu (25 Mayıs) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	35,008208	7,00164	1,4076
Hata	6	29,844883	4,97415	Prob > F
Genel	11	64,853092		0,3412

Çizelge 7. Leonarditin köklerdeki nodül sayısı (25 Mayıs) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	174,09214	34,8184	5,5867
Hata	6	37,39395	6,2323	Prob > F
Genel	11	211,48609		0,0293

Çizelge 8. Leonarditin ana dal sayısı (25 Mayıs) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	1,3104833	0,262097	1,0816
Hata	6	1,4539167	0,242319	Prob > F
Genel	11	2,7644000		0,4546

Çizelge 9. Leonarditin toplam kuru ağırlığı (23 Temmuz) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	0,02961000	0,005922	0,6507
Hata	6	0,05460763	0,009101	Prob > F
Genel	11	0,08421764		0,6731

Çizelge 10. Leonarditin gövde uzunluğu (23 Temmuz) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	70,82000	14,1640	0,4323
Hata	6	196,60667	32,7678	Prob > F
Genel	11	267,42667		0,8122

Çizelge 11. Leonarditin dal sayısı (23 Temmuz) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	6,353333	1,27067	1,9889
Hata	6	3,833333	0,63889	Prob > F
Genel	11	10,186667		0,2135

Çizelge 12. Leonarditin bitki tane sayısı (23 Temmuz) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	679,3825	135,877	1,2180
Hata	6	669,3267	111,554	Prob > F
Genel	11	1348,7092		0,4024

Çizelge 13. Leonarditin bitki tane ağırlığı (23 Temmuz) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	0,01459408	0,002919	1,4048
Hata	6	0,01246617	0,002078	Prob > F
Genel	11	0,02706025		0,3421

Çizelge 14. Leonarditin 100 tane ağırlığı (23 Temmuz) üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Uygulama	5	888,3465	177,669	5,8223
Hata	6	183,0922	30,515	Prob > F
Genel	11	1071,4387		0,0267

Bu çalışmada, nohut bitkisine uygulanan leonarditin 25 Mayıs 2021 tarihindeki belirlenen kuru nohut ağırlığı, yaş ağırlığı, gövde uzunluğu, kök uzunluğu, nodül sayısı, anadal sayısı ortalama değerleri ve bu ortalama değerlerin istatistiksel açıdan farklılıkları Çizelge 15’te verilmiştir.

Çizelge 15. Leonarditin nohut bazı gelişim faktörleri üzerine etkisi (25 Mayıs 2021)

Uygulama	Kuru bitki ağırlığı (g)	Yaş ağırlığı (g)	Gövde uzunluğu (cm)	Kök uzunluğu (cm)	Nodül sayısı (adet)	Anadal sayısı (adet)
L0	1.440B	4.967C	25.837	11.103	7.967B	2.037
L1	2.433A	8.297BC	31.060	11.667	14.700A	2.233
L2	1.605B	10.457AB	31.980	11.233	7.310B	1.867
L3	2.765A	12.400A	34.300	12.300	10.080AB	2.743

Yine, nohut bitkisine uygulanan leonarditin 23 Temmuz 2021 tarihindeki belirlenen bitki kuru ağırlığı, gövde uzunluğu, dal sayısı, bitki tane sayısı, bitki tane ağırlığı, 100 tane ağırlığı ortalama değerleri ve bu ortalama değerlerin istatistiksel açıdan farklılıkları Çizelge 16’da verilmiştir.

Çizelge 16. Leonarditin nohut bazı gelişim faktörleri üzerine etkisi (23 Temmuz 2021)

Uygulama	Kuru nohut ağırlığı (g)	Gövde uzunluğu (cm)	Anadal sayısı (adet)	Bitki tane sayısı (adet)	Bitki tane ağırlığı (g)	100 tane ağırlığı (g)
L0	5.21	49.600	5.800A	37.267	0.267	54.960AB
L1	4.95	49.067	4.467AB	53.667	0.241	60.842A
L2	4.17	47.800	4.133B	52.500	0.190	40.133C
L3	4.27	53.667	4.267AB	51.000	0.199	47.272BC

25 Mayıs 2021 tarihindeki bitkinin çiçeklenme döneminde alınan örneklerdeki kuru bitki ağırlığı 1.44-2.76 g arasında, bitki yaş ağırlığı 4.97-12.40 g arasında, gövde uzunluğu 25.84-34.30 cm arasında, kök uzunluğu 11.10-12.30 cm arasında, nodül sayısı 7.31-14.70 adet arasında, anadal sayısı 1.87-2.74 adet arasında olduğu gözlenmiştir. 23 Temmuz 2021 tarihindeki hasat zamanı ölçümlerinde elde edilen değerlere bakıldığında, bitkide kuru ağırlığın 4.17-5.21 g arasında, gövde uzunluğunun 47.80-53.67 cm arasında, dal sayısının 4.13-5.80 adet arasında, bitki tane sayısının 37.27-53.67 adet arasında, tane ağırlığının 0.19-0.27 g arasında, 100 tane ağırlığının 40.13-60.84 g arasında olduğu bulunmuştur. Bitkinin tane verimi ve tane ağırlığı kriterleri üzerine leonarditin etkisine bakıldığında, L1 uygulamasının en fazla etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bitkinin yaş ağırlığında ve biyomasi üzerine leonarditin etkilerine bakıldığında ise L3 uygulamasının en yüksek değerini elde edilmesinde rol oynadığı gözlenmiştir.

Tarla denemesinde nohut bitkisine uygulanan leonarditin 25 Mayıs 2021 tarihindeki belirlenen bitki fizyolojik özelliklerinden kuru bitki ağırlığı, yaş ağırlığı ve nodül sayısına önemli etkileri olmuş, kuru bitki ağırlığının en yüksek değeri L1 ve L3 uygulamalarından, en yüksek bitki yaş ağırlığı L3 uygulamasından, ve fazla nodül sayısı da L1 uygulamasından elde edilmiştir. 23 Temmuz 2021 tarihindeki ölçülen bitki fizyolojik özelliklerinden ana dal sayısının en yüksek değerine kontrol uygulamasından, en fazla 100 tane ağırlığına ise L1 uygulamasından elde edilmiştir.

Nohutun organik gübreleme ile tane verimi ve bazı bitkisel parametrelerinin arttırılabildiği değişik çalışmalarla vurgulanmıştır (Koca 2019; Eker 2019; Karayel vd. 2020; Uçar 2019; Uçar 2020; Dönder ve Toğay 2021; Jat and Ahlawat 2004; Otieno et al. 2009; Singh et al. 2012; Mahawar 2013; Mir et al. 2014; Saadati and Baghi 2014).

Rashid et al. (2021) Pakistan nohut genotiplerinin bitki boyunun 42.7-67.0 cm, 100 tane ağırlığının 12.1-28.2 g arasında değiştiği bulunmuştur. Ünsal (2007) Van'daki çalışmasında, nohut bitkisinin bin tane ağırlığının 549 g, bitki boyunun 33 cm, bitki tane veriminin 5 g ve tane sayısının 9 adet olduğunu bildirmiştir. Akay ve Önder (2004), Konya'da bitki boyunun 27.8-44.5 cm arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Kahraman (2017) Konya'da hümit asit uyguladığı nohut bitkisinde, 38.33-54.44 cm bitki boyu, 2.33-3.00 ana dal/bitki ve 417.23-449.90 g bin tane ağırlığı tespit etmiştir. Singh et al. (2012) gübreleme ile nohut bitkisinin bitki boyunu 49-63.6 cm, bitki dal sayısını 6.1-8.9 adet, 100 tane ağırlığını 12.2-14.3 g arasında tespit etmişlerdir. Koca (2019) çinkonun nohuta etkilerini araştırmış ve nodozite sayısının 3-7 adet arasında, bitki boyunun 25-31 cm, bitkide tane sayısının 10-17 adet, bitki biyolojik veriminin 8-15 g, bitki tane ağırlığının 4-8 g, 100 tane ağırlığının 22-44 g arasında olduğunu belirtmiştir. Eker (2019) Diyarbakır'da nohutta gübreleme sonucunda, bitkide nodul sayısını 81.6-113.7 adet arasında bulmuştur. Karayel vd. (2020) organik ve kimyasal gübre uyguladığı nohutta

(*Cicer arietinum* L., Sezenbey), biyolojik verimin, tane veriminin gübre dozlarından istatistiksel olarak etkilendiğini, bitki boyunun 54-61 cm, ana dal sayısının 3-4 adet, biyolojik verimin 43-62 g/bitki, 100 tane ağırlığının 51-54 g ve tane veriminin 12-19 g/bitki arasında olduğunu bulmuştur. Tahiri et al. (2016) ağaçsı bitkilere uyguladıkları leonardit kaynaklı humik materyallerin bitkilerin kök uzunluğunu ve kök dallanmasını arttırdığını gözlemlemiştir. Uçar (2020) Siirt'te leonarditin nohut (*Cicer arietinum* L., Azkan) etkilerini araştırmış, bitki boyu, bitkide tane sayısı, 100 tane ağırlığına olan etkilerini önemli olduğunu, bitki boyunun 51,0-57,5 cm, bitkide tane sayısının 33,2-37,9 adet/bitki, 100 tane ağırlığının 31,2-35,4 g arasında olduğunu bildirmiştir. Çalışmada 100 kg/da leonardit uygulamasının en yüksek değerleri verdiği ve dozların biraz daha miktarda artırılması gerektiği vurgulanmıştır.

Bu deneme sonucunda bulunan leonardit materyallerinin bitkilerin gelişim, verim ve bazı fizyolojik parametreleri üzerine bulunan olumlu etkisi önceki pek çok araştırmacılar tarafından da değişik parametrelerce desteklenmiştir (Uçar 2020; Dias et al. 2020; Ertekin vd. 2020, Akimbekov et al. 2020; Aygün ve Mert 2020; Karayel vd. 2020; Dönder ve Toğay 2021; Chauhan et al. 2021; Majeed 2021; Fascella et al. 2021; Ayhan et al. 2021; Litardo et al. 2022).

SONUÇ

Organik materyaller, ekolojik dengeyi gözetken, toprakların verimliliğini sürdürülebilir kılan, bitkilerin daha doğal beslenmelerini sağlayan, doğadaki kaynakların doğru kullanımı ile verimi arttıran maddelerdir. Çalışmada kullanılan organik materyal Kahramanmaraş Afşin-Elbistan bölgesinde kömür madenlerinin civarında bulunan leonardit materyalidir. Bu materyalin nohut bitkisinin gelişimine, bazı bitki parametrelerine ve bitki besin elementlerinin içeriğine etkileri araştırılmıştır.

Tane verimi ve tane ağırlığı kriterleri açısından L1 uygulamasının en fazla etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bitkinin yaş ağırlığında ve biyoması üzerine leonarditin etkilerine bakıldığında ise L3 uygulamasının en yüksek değerin elde edilmesinde rol oynadığı gözlenmiştir. Bu araştırma sonucunda leonarditin nohut bitkisinde verim, verim parametreleri ve bitki besin elementleri üzerine olumlu etkileri daha önceki değişik araştırmacılar tarafından da desteklenmiştir. Hem ülkemizin topraklarının organik maddesinin artırılmasında büyük öneme sahip olması açısından, hem de denemede kullanılan nohut bitkisinin gelişimine önemli katkıların olduğu tespit edilen leonardit materyalinin tarıma katkılarının devam etmesi oldukça önemli bir konudur. Leonarditin yaygın kullanımının değişik bitki ve ağaçlarda denenmesi gerekmekte olup, tarımsal üretimde önemli bir girdi olan kimyasal gübre miktarını azaltabilecek potansiyelinin olması da dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Adani F, Genevini P, Zaccheo P, Zocchi G (1998) The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition* 21: 561-575.
- Adiloğlu A, Bellitürk K, Adiloğlu S, Solmaz Y (2018) The effect of increasing leonardit applications on dry matter yield and some nutrient elements contents of rye (*Secale cereale* L.) plant. *Eurasian Journal of Forest Science* 6 (1): 44-51.
- Aguirre E, Lemenager D, Bacaicoa E, Fuentes M, Baigorri R, Zamarreno AM, Garcia-Mina JM (2009) The root application of a purified leonardite humic acid modifies the transcriptional regulation of the main physiological root responses to Fe deficiency in Fe-sufficient cucumber plants. *Plant Physiol. Biochem.* 47: 966-966.
- Akay A, Önder M (2004) Nohut çeşitlerinde çinkolu gübre uygulamasının verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım, Sanayi, Çevre, 11-13 Ekim 2004, 573-580, Tokat.

- Akça MO, Türkmen F, Taşkın MB, Soba MR, Öztürk HS (2015) Ankara Üniversitesi Kalecik Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 3(2): 54–63.
- Akinbekov N, Qiao X, Digel I, Abdieva G, Ualieva P, Zhubanova A (2020) The effect of leonardite-derived amendments on soil microbiome structure and potato yield. *Agriculture* 10(147): 1-17.
- Ali SS, Ali TS (2019) Assessment of chickpea (*Cicer arietinum* L.) growth and yield component by application of local granular organic fertilizer, peat and inorganic fertilizer: Comparative study. *KJAR* 4(2): 2-19.
- Aydın H, Sepetoğlu H (1991) Nohutta ekim zamanının büyüme, verim ve verim öğeleri etkileri üzerinde araştırma. *E.Ü. Fen Bil. Enst. Dergisi* 2(1): 287-292.
- Aygün YZ, Mert M (2020) Toprak düzenleyicileri ve azot uygulamalarının pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) verim ve lif teknolojik özelliklere etkisi. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 13(3), 290-297.
- Ayhan M, Kızılgöçü F, Iqbal MA (2021) Fertilisation source and dose optimisation boost yield of durum wheat in mediterranean climatic conditions. *Journal of Applied Life Sciences and Environment* Vol. LIV (2-186): 225-240.
- Azcona I, Pascual I, Aguirreolea J, Fuentes M, Gracia-Mina JM, SanchezDiaz M (2011) Growth and development of pepper are affected by humic substances derived from composted sludge. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 174: 916-924.
- Babagil GE (2010) Muş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(3): 181.
- Boughton PL (1972) Humic acid complexes from naturally oxidized lignite: Their genesis, chemistry and utilization. *Proceedings, Eighth Forum on Geology of Industrial Minerals, Iowa*, p.153.
- Bozoglu H, Ozcelik H, Mut Z, Peksen E (2007) Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to zinc and molybdenum fertilization. *Bangladesh Journal of Botany* 36: 145-149.
- Bryan HH (1976) Response of tomatoes to seed and seedling applications of humates and alpha-keto acids. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 89: 87–90.
- Chauhan A, Roy D, Singh P (2021) Chickpea: The King of Pulse Crop, Chapter 10, pp. 169-193. In Book: *Advances in Genetics and Plant Breeding* (Ed.: Saidaiah P), AkiNik Publications, New Delhi, India.
- Cieschi MT, Polyakov AY, Lebedev VA, Volkov DS, Pankratov DA, Veligzhanin AA (2019) Eco-friendly iron-humic nanofertilizers synthesis for the prevention of iron chlorosis in soybean (*Glycine max*) grown in calcareous soil. *Frontiers in Plant Science* 10: 413.
- Conservan G B, Pizzeghello D, Francioso O, Di Foggia M, Nardi S, Carletti P (2017) Biostimulant activity of humic substances extracted from leonardites. *Plant and soil* 420(1): 119-134.
- Çakır S (2005) Eskişehir *Cicer arietinum* L. çeşitinin morfolojik, fizyolojik ve teknolojik özelliklerine etkisi. *Doktora Tezi. Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü*, 115 s.
- Çankaya CÇ, Türk B, Topsakal Ö, Uysal G, Bayramoğlu A, Demirel T (2017) Leonardit uygulamasının kiraz meyvesinde hasat sonrası dayanımına etkilerinin araştırılması. *Meyve Bilimi, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi* 1: 122-128.
- Çeler E (2013) Çıplak köklü sarıçam ve karaçam fidanı morfolojik kalite özelliklerine leonarditin etkileri. *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu*, s. 198.
- David J, Šmejkalová D, Hudecová S, Zmeškal O, von Wandruszka R, Gregor T, Kučerik J (2014) The physicochemical properties and biostimulative activities of humic substances regenerated from lignite.

Springerplus 3: 156.

- Demir M, Noyan FO, Oğuz İ (2012) Leonardit kullanımı ile birlikte azaltılmış azotlu gübre uygulamalarının bitki verim ve toprak özellikleri üzerine etkileri. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi 1.
- Demirekin H (2014) Hakkâri-Çukurca yöresi topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Isparta.
- Demirkiran AR, Cengiz MC (2010) Effects of different organic materials and chemical fertilizers on nutrition of pistachio (*Pistacia vera* L.) in organic arboriculture. African Journal of Biotechnology 9: 6320-6328.
- Dias DDN, Sousa KDSMD, Lima AMN, Cavalcante ÍHL, Santos LPAD, Cunha JC (2020) Nutritional status, production and fruit quality of west indian cherry fertigated with nitrogen and humic substance. Revista Brasileira de Fruticultura 42.
- Dilk S (2002) Agronomic evaluation of leonardite on yield and chemical composition of canola and wheat. Masters thesis. Winnipeg: University of Manitoba, p. 57.
- Diñç E (2014) Sater (*Satureja hortensis* L.) bitkisinde inorganik ve organik gübre uygulamalarının verim ve bazı kalite unsurlarına etkileri. (Yükseklisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Dönder E, Toğay Y (2021) The effect of humic acid and potassium applications on the yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). ISPEC Journal of Agr. Sciences 5(3): 568-574.
- Dudley J, Pertuit Jr A, Toler JE (2004) Leonardite influences Zinnia and Marigold growth. Hort Science 39(2): 251-255.
- Duval JR, Dainello FJ, Haby VA, Earhart DR (1998) Evaluating leonardite as a crop growth enhancer for turnip and mustard greens. HortTechnology 8(4): 564-567.
- Eady N (2012) The use of humic substances – Leonardite as a soil amandment. Mining and Petroleum Environment Reserch Group (MPERG) Report 2012-2.
- Ece A, Saltali K, Eryiğit N, Uysal F (2007) The effect of leonardite applications on climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield and some soil properties. Journal of Agronomy 6(3): 480-483.
- Eker S (2019) Bazı nohut çeşitlerinde farklı gübre uygulamalarının verim ve verim unsurlarına etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Ergönül S (2011) Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerine uygulanan humik asit ve leonardit'in verim, verim öğeleri üzerine etkileri. (Yükseklisans Tezi), Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Ertani A, Francioso O, Tugnoli V, Righi V, Nardi S (2011) Effect of commercial lignosulfonate-humate on *Zea mays* L. metabolism. J. Agric. Food Chem. 59: 11940–11948.
- Ertani A, Nardi S, Francioso O, Pizzeghello D, Tinti A, Schiavon M. (2019) Metabolite-targeted analysis and physiological traits of *Zea mays* L. in response to application of a leonardite-humate and lignosulfonate-based products for their evaluation as potential biostimulants. Agronomy 9(8): 445.
- Ertekin İ, Atış İ, Yılmaz Ş (2020) Bazı fiğ türlerinin yem verim ve kalitesi üzerine farklı organik gübrelerin etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 25(2): 243-255.
- FAO (1990) Guidelines for soil description. 3rd revised ed. FAO & ISRIC, Rome.
- FAO (2020) Food and agriculture data. Erişim adresi. <http://www.fao.org/faostat/en>
- Fascella G, Montoneri E, Roupheal Y (2021) Biowaste-derived humic-like substances improve growth and quality of orange jasmine (*Murraya paniculata* L. Jacq.) plants in soilless potted culture. Resources 10(8): 80.
- Fidancı S (2015) Tekirdağ ili Malkara ve Süleymanpaşa ilçelerindeki bazı köylerin toprak verimliliklerinin

belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ.

- Filcheva E, Ilieva R, Chakalov K, Popova T, Savov V, Hristova M, (2017) Characterization of humic system in fertilizer raw materials. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 7(1): 11-17.
- Gülümser A, Bozoğlu H, Pekşen E (2013) Araştırma Deneme Metotları. OMÜ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:48, 3. Baskı, 264.
- Gürsoy M (2016) Ankara koşullarında yazlık kolza (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.)'nın kantitatif ve kalitatif özelliklerine leonarditli ortamda farklı humik asit dozlarının etkileri. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Helmke PA, Sparks DL (1996) Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. *Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods* 5: 551-574.
- Holatko J, Hammerschmiedt T, Datta R, Baltazar T, Kintl A, Latal O, Pecina V, Sarec P, Novak P, Balakova L, Danish S, Zafar-ul-Hye M, Fahad S, Brtnicky M (2020) Humic acid mitigates the negative effects of high rates of biochar application on microbial activity. *Sustainability* 12(22): 9524.
- Iakimenko OS (2005) Commercial humates from coal and their influence on soil properties and initial plant development. *NATO Science Series: IV. Earth and Environmental Sciences* p.365.
- İmamoğlu S (2019) Farklı leonardit uygulamalarının fasulyede verim ve kalite üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Jat RS, Ahlawat IPS (2004) Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 74(7): 359-361.
- Kacar B, Katkat AV (2010) Bitki Besleme. Nobel Yayınları, Yayın No: 849, 5. Baskı, Ankara.
- Kahraman A (2017) Effect of humic acid applications on the yield components in chickpea. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University* 34(1): 218-222.
- Karaağaç HA, Baran MF, Mart D, Bolat A, Eren Ö (2019) Nohut üretiminde enerji kullanım etkinliği ve sera gazı (GHG) emisyonunun belirlenmesi (Adana ili örneği). *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* (16): 41-50.
- Karagöktaş M (2012) Afşin-Elbistan Termik Santrali'nin çevreye olan olası etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KSÜ Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı Başkanlığı, Kahramanmaraş.
- Karaman MR, Turan M, Gebologlu N, Tutar A, Dizman M, Şahin S (2013) Evaluation of boron-humate composites as a potential organic boron fertilizer. *Soil-Water Journal* 2 (1): 663-670.
- Karayel R, Uzun A, Bozoğlu H (2020) Nohut (*Cicer arietinum* L.)'un verim ve kalitesine ahır gübre dozlarının etkisi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 7 (Özel Sayı): 279-288.
- Keten M, Tanrıverdi Ç, (2020) Effect of the leonardite dose applied at different rates on the water-yield relationship of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) plants. *ISPEC Journal of Agr. Sciences* 4(4): 823-833.
- Kiyas Ü (2020) Farklı leonardit ve tuz seviyelerinin fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) fide gelişimi üzerine etkisi. (Master thesis), Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl.
- Koca MA (2019) Çinko uygulamasının nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tane çinko içeriğinin zenginleştirilmesi ve verim öğelerine etkisi. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kolay B, Gürsoy S, Avşar Ö, Bayram N, Öztürkmen AR, Aydemir S, Aktaş H (2016) Toprağa farklı

miktarlarda uygulanan leonarditin buğday bitkisinin verim, verim ögeleri ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 5(3): 93-98.

- Kołodziej B, Sugier D, Bielińska E (2013) The effect of leonardite application and various plantation modalities on yielding and quality of roseroot (*Rhodiola rosea* L.) and soil enzymatic activity. Journal of Geochemical Exploration 129: 64-69.
- Kulaz H, Çiftçi V. (1999) Van koşullarında bitki sıklığının nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta verim ve verim ögelerine etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23(Ek sayı 3): 599-601.
- Litardo RCM, Bendezu SJ, Zenteno MDC, Perez-Almeida IB, Parismoreno LL, Garcia EDL (2022) Effect of mineral and organic amendments on rice growth and yield in saline soils. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 21(1): 29-37.
- Mahawar AK (2013) Effect of phosphorus levels and biofertilizers on growth, yield and quality of pea (*Pisum sativum* L.). Master Thesis, Swami Keshwanand Rajasthan Agricultural University, Bikaner S.K.N. College of Agriculture, Jobner.
- Majeed AJ (2021) Cucumber (*Cucumis sativus* L.) growth and nutrient content response to applications of leonardite and phosphorus fertilizer. Agricultural Science, October: 1-12, <http://agris.cience.scientific-work.org/index.php/agriscience>.
- McLean EO (1982). Soil pH and lime requirement. In Page AL, Miller RH, and Keeney DR, Eds., Methods of Soil Analysis, Part 2, Agronomy 9. SSSA, Madison, WI, pp. 199–224.
- Mir H, Asilan KS, Daneshvar M, Mansorifar S (2014) The effects of chemical phosphorous and bio super phosphate bio fertilizer on qualitative and quantitative of the chick pea varieties in the dryland condition. Spectrum: a Journal of Multidisciplinary Research 3(9): 235-248 (Special Issue on Multidisciplinary Studies).
- Mostafa AAA, Akın A (2017) İtalia üzüm çeşidinde farklı dozlarda hümik madde uygulamasının verim ve kalite üzerine etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 5(2): 73-78.
- Müderrişzade HÖ (1996) İri ve orta taneli nohutlarda büyüme verim ve verim ögeleri ile bunlar arasındaki ilişkiler. MSc Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Ege University, İzmir, Türkiye
- Nazlı RI, Kusvuran A, Tansi V (2014a) Effects of different organic materials on forage production from sorghum x sudangrass hybrid (*Sorghum bicolor* x *sorghum bicolor* var. *sudanense*). Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1(Özel Sayı-2): 2075-2082.
- Nazlı RI, Kusvuran A, Inal I, Demirbas A, Tansi V (2014b) Effects of different organic materials on forage yield and quality of silage maize (*Zea mays* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 38: 23-31.
- Nelson DW, Sommers LE (1982) Total carbon, organic carbon, and organic matter. In A.L. Page et al. Eds., Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties, 2nd edn. American Society of Agronomy, Soil Science Society America, Madison, WI, pp. 539–579.
- Oğuz İ, Noyan ÖF, Karaman MR, Koçyiğit R, Özen M (2012) Jalapeno biber tarımında farklı organik ve inorganik materyallerin toprak özellikleri ve ürün verimi üzerine etkilerinin araştırılması. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi 1: 393-403.
- Olivella M, Sole M, Gorchs R, Lao C, de las Heras FXC (2011) Geochemical characterization of a spanish leonardite coal. Arch. Min. Sci. 56: 789–804.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular No. 939, Washington, DC, US.
- Otieno PE, Muthomi JW, Chemining'wa GN, Nderitu JH (2009) Effect of rhizobia inoculation, farm yard manure and nitrogen fertilizer on nodulation and yield of food grain legumes. Journal of Biological Sciences 9(4): 326-332.

- Öktem A, Nacar A, Öktem A (2017) Sıvı olarak toprağa uygulanan hümik asit miktarlarının kırmızı mercimek bitkisinde (*Lens culinaris* Medic.) verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 26: 119-124.
- Öner Şİ (2014) Kars-Selim ilçesi tarım topraklarının verimlilik durumunun toprak analizleriyle değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Besleme Bilim Dalı, Erzurum.
- Özel EZ (2011) İki farklı tekstüre sahip toprakta leonardit organik metaryalinin mısır bitkisinin azot alımına etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Öztürk E (2010) Organik mısır yetiştiriciliğinde farklı leonardit miktarlarının verim ve verim unsurlarına etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Peech M (1965) Hydrogen-ion activity. In Black CA et al., Eds., Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 914–926.
- Pertuit AJ, Dudley JB, Toler JE (2001) Leonardite and fertilizer levels influence tomato seedling growth. HortScience 36(5): 913-915.
- Qian S, Ding WM, Li YC, Liu GD, Sun JA, Ding QS (2015) Characterization of humic acids derived from leonardite using a solid-state NMR spectroscopy and effects of humic acids on growth and nutrient uptake of snap bean. Chem. Speciation Bioavail. 27: 156–161.
- Rashid K, Akhtar M, Cheema KL, Rasool I, Zahid MA, Hussain A, Khalid MJ (2021) Identification of operative dose of NPK on yield enhancement of Desi and Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) in diverse milieu. Saudi Journal of Biological Sciences 28(1): 1063-1068.
- Ratanaprommanee C, Chinachanta K, Chaiwan F (2017) Chemical characterization of leonardite and its potential use as soil conditioner and plant growth enhancement. Asia Pac. J. Sci. Technol. 22(4): 1–10.
- Ratanaprommanee C, Shutsrirung A (2014) Chemical properties and potential use in agriculture of leonardite from different sources in Thailand. pp. 1236-1246. In: Proceedings of the 5th National and International Hatyai Conference. May 16, 2014. Hatyai University, Hat Yai, Songkhla.
- Rauthan BS, Schnitzer M (1981) Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. Plant and Soil 63: 491–495.
- Reynolds AG, Wardle DA, Drought B, Cantwell R (1995) Gro-Mate soil amendment improves growth of greenhouse-grown ‘Chardonnay’ grapevines. HortScience 30: 539–542.
- Rhoades JD (1990) Determining soil salinity from measurements of electrical conductivity. Commun. Soil Sci. Plant anal. 21: 1887-1926.
- Saadati J, Baghi M (2014) Evaluation of the effect of various amounts of Humic acid on yield, yield components and protein of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). Int. J. Adv. Biol. Biom. Res. 2(7): 2306-2313.
- Sanlı A, Karadoğan T, Tonguç M (2013) Effects of leonardite applications on yield and some quality parameters of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). Turkish Journal of FieldCrops 18(1): 20-26.
- Saxena MC, Singh KB (1985) The chickpea. (Chapter 7: Genetics of Chickpea, Muehlbauer, F. J. and Singh, K.B.) C. A.B. Inter. Cent. Sales, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK.
- Seker C, Ersoy I (2005) Effects of different organic manures and leonardite on soil properties and growing of maize plant (*Zea mays* L.). Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences 19(35): 46-50.
- Sesveren S, Tas B (2018) Farklı leonardit düzeylerinin kıvırcık yaprak salatada (*Lactuca sativa* var. *crispa*) su tüketimi ve bazı gelişim parametreleri üzerine etkisi. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 6(4): 421-426.

- Seyedbagheri M, Torell JM (2001) Effects of humic acids and nitrogen mineralization on crop production in field trials: Humic substances: structures, models and functions: Proceedings of the Fifth Humic Substances, Boston, Massachusetts, USA, 21-23 March 2001, pp.355-359.
- Shahryari R, Khayatnezhad M, Bahari N (2011) Effect of two humic fertilizers on germination and seedling growth of maize genotypes. *Advances in Environmental Biology* 114-118.
- Singh V, Chauhan Y, Dalal R, Schmict S (2021) Chickpea, Chapter 9, in Book: *The Beans and Peas*, Elsevier, pp. 173-214.
- Singh G, Sekhon HS, Harpreet K (2012) Effect of farmyard manure, vermicompost and chemical nutrients on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Agricultural Research* 7(2): 93-99.
- Singkham J, Ditthakit P (2019) Effect of modified leonardite on growth and fruit yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Advanced Agricultural Technologies* Vol. 6(4): 272-275.
- Soba MR, Türkmen F, Taşkın MB, Akça MO, Öztürk HS (2015) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi. *Toprak Su Dergisi* 4(1): 7-17.
- Sugier D, Kolodziej B, Bielinska E (2013) The effect of leonardite application on *Arnica montana* L. yielding and chosen chemical properties and enzymatic activity of the soil. *J Geochem Explor.* 129: 76–81.
- Sun Q, Ding W, Yang Y, Sun J, Ding Q (2016) Humic acids derived from leonardite-affected growth and nutrient uptake of corn seedlings. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 47(10): 1275-1282.
- Tahiri A, Destain J, Thonart P, Druart P (2015) In vitromodel to study the biological properties of humic fractions from landfill leachate and leonardite during root elongation of *Alnus glutinosa* L. Gaertn and *Betula Pendula* Roth. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 122: 739–749.
- Tahiri A, Destain J, Thonart P, Ongena M, Druart P (2016) Comparison of explant responses treated with leachate and leonardite sources of humic substances during in vitro rooting of woody plants. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 81(1): 158-165.
- Tamer N, Başalma D, Türkmen C, Namlı A (2016) Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 4(1): 11-20.
- Tan KH, Nopamornbodi V (1979) Effect of different levels of humic acids on nutrient content and growth of corn (*Zea mays* L.). *Plant and Soil* 51: 283–287.
- Toğay N, Toğay Y, Erman M, Doğan Y, Çığ F (2005) Kuru ve sulu koşullarda farklı bitki sıklıklarının bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 11(4): 417-42.
- Topcuoglu B, Onal MK (2006) The effects of leonardite application on yield, quality and mineral contents of tomato plant in greenhouse conditions. III. Organic Farming Symposium, Yalova.
- Türk Z (2001) Farklı bor+çinko (BZn) dozlarının nohut (*Cicer arietinum* L.)'un verim ve verim öğelerine etkisi üzerine bir araştırma. Türkiye 5. Tohumculuk Kongresi, 19-23 Ekim 2014, sh. 385-389, Diyarbakır.
- TÜİK (2020) Bitkisel üretim istatistikleri. Erişim adresi <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
- Uçar Ö, (2019) Nohut yetiştiriciliğinde organik madde içeren gübrelerin önemi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences* 3(1): 116-127.
- Uçar Ö (2020) Farklı sıra arası mesafeleri, tavuk gübresi dozları ve tohum ön uygulamalarının nohut (*Cicer arietinum* L.)'un verim, verim öğeleri ve nodülasyonu üzerine etkileri. (Doktora Tezi), Siirt Üniversitesi,

Siirt.

- Uzun A, Özçelik H, Yılmaz S (2012) Seçilmiş bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarının agronomik ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi. Akademik Ziraat Dergisi 1(1): 29-36.
- Ünsal, H. 2007. Alkalin topraklarda humik asit ve çinko uygulamalarının iki farklı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidinde verim ve N, P, K içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Ünsal H, Tüfenkçi Ş, Kılıç ÖG (2008) Alkalin topraklarda humik asit ve çinko uygulamalarının iki farklı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidinin tane ve gövdesindeki bazı besin element içeriklerine etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, s. 465-475, 8-10 Ekim 2008, Konya.
- Wadas, W., & Dziugiel, T. (2020). Quality of new potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in response to plant biostimulants application. *Agriculture*, 10(7), 265.
- Wallaca A, Wallaca GA (1986) Additive and synergistic effects on plant growth from polymers and organic matter applied to soil simultaneously. *Soil Sci.* 141: 334-342.
- Yağanoğlu E (2016) Erzurum ili Hınıs ilçesinde farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Besleme Bilim Dalı, Erzurum.
- Yıldız KY, Demirel T, Gürbüz Kılıç Ö (2019) Farklı dozda uygulanan leonardit ile vermikompostun ıspanakta verim ve bazı kalite kriterlerine etkisi. *Turan-Sam Dergisi* 11(43): 468-481.
- Yılmaz CH (2020) Kahramanmaraş ili tarım alanlarında toprak verimlilik haritalarının oluşturulması ve yarıyıllık besin elementlerinin ekstraksiyonunda geleneksel ve çoklu elementel analiz yöntemlerinin karşılaştırılması. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Yolcu H, Seker H, Gullap MK, Lithourgidis A, Gunes A (2011) Application of cattle manure, zeolite and leonardite improves hay yield and quality of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under semiarid conditions. *Australian Journal of Crop Science* 5(8): 926-931.
- Zengin, G. (2013). Effective removal of zinc from an aqueous solution using Turkish leonardite–clinoptilolite mixture as a sorbent. *Environmental earth sciences*, 70(7), 3031-3041.