

**T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORGANİK MATERYAL OLARAK LEONARDİTİN NOHUT
BİTKİSİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENİSE NUR GÜROCAK

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKIRAN**

BİNGÖL-2022

ÖNSÖZ

Tez çalışmaları süresince yardımlarını ve bilgi birikimini esirgemeyen, çalışmaların tamamlanabilmesi için gerekli desteği veren değerli hocam Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKİRAN'a teşekkür ederim.

Tezim esnasında yaptıkları yönlendirmeler ve katkılarından dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Alaaddin YÜKSEL'e, Prof. Dr. Erkan BOYDAK'a, Dr. Öğretim Üyesi Mücahit KARAOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, tez çalışmam esnasında maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm; Hatice GÜROCAK'a, Aynur DEMİRKİRAN'a, Mustafa GÜROCAK'a, Sultan GÜROCAK'a, Nuray ÇINAR'a, Fatma YILDIRIM'a, Bayram YILDIRIM'a ve Dilara GÜROCAK'a samimi teşekkürlerimi sunarım.

Enise Nur GÜROCAK

Bingöl 2022

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	20
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	29
KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	57

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

kg	: kilogram
ha	: hektar
da	: dekar
t	: ton
mg	: miligram
ppm	: part per million (milyonda bir birim)
cm	: santimetre
g	: gram
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FAOSTAT	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, İstatistik Bölümü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
IHSS	: Uluslararası Hümik Materyaller Birliği
KHGM	: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (1984-2005)
NDVI	: normalleştirilmiş bitki örtüsü indeksi (normalised vegetation index)
L	: leonardit
HA	: hümik asit
FA	: fulvik asit
Cu	: bakır
Zn	: çinko
Ca	: kalsiyum
P	: fosfor
K	: potasyum
Na	: sodyum
N	: azot
Mg	: magnezyum
Fe	: demir
Mn	: mangan

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 4.1.	Nohut denemesinin yapıldığı arazinin toprak analizi.....	20
Tablo 4.2.	Kullanılan leonarditin azot analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma.....	21
Tablo 4.3.	Kullanılan leonarditin fosfor analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma.....	21
Tablo 4.4.	Kullanılan leonarditin potasyum analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma.....	21
Tablo 4.5.	Kullanılan leonarditin kalsiyum analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma.....	22
Tablo 4.6.	Kullanılan leonarditin magnezyum analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma.....	22
Tablo 4.7.	Kullanılan leonarditin sodyum analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma.....	22
Tablo 4.8.	Kullanılan leonarditin bakır analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma.....	22
Tablo 4.9.	Kullanılan leonarditin mangan analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma.....	23
Tablo 4.10.	Kullanılan leonarditin çinko analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma.....	23
Tablo 4.11.	Kullanılan leonarditin demir analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma.....	23
Tablo 4.12.	Leonarditin nohut bazı gelişim faktörleri üzerine etkisi (25 Mayıs).....	24
Tablo 4.13.	Leonarditin nohut bazı gelişim faktörleri üzerine etkisi (23 Temmuz)..	24
Tablo 4.14.	Leonarditin nohut bitkisindeki makro besin madde miktarları üzerine etkisi.....	24
Tablo 4.15.	Leonarditin nohut bitkisindeki mikro besin madde miktarları üzerine etkisi.....	25

ORGANİK MATERYAL OLARAK LEONARDİTİN NOHUT BİTKİSİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZET

Organik materyaller, ekolojik, toprakların verimliliğine katkılar sunan, bitkilerin daha iyi beslenmelerini sağlayan doğal kaynaklardır. Bu çalışmada, Kahramanmaraş Afşin-Elbistan bölgesinden elde edilen leonardit, nohut bitkisinin gelişimine etkileri amacıyla kullanılmıştır. Bu materyalin nohut bitkisinin gelişimine, bazı bitki gelişim parametrelerine ve bitki besin elementlerinin içeriğine etkileri araştırılmıştır. Leonardit dozları 0, 1000, 2000 ve 3000 kg/da (L0, L1, L2 ve L3) olacak şekilde ekimden önce toprağa uygulanmıştır.

Sonuçlara göre L3 uygulamalarının makro ve mikro elementlerin bitkideki miktarlarının artmasına sebep olduğu, Bitkinin 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 yine L3 uygulamasının en yüksek değerlerin elde edilmesinde rol oynadığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Leonardit (L), nohut, organik gübreleme, Kahramanmaraş.

THE EFFECT OF LEONARDITE AS AN ORGANIC MATERIAL ON THE GROWTH OF CHICKPEA PLANT

ABSTRACT

Organic materials are ecological, natural resources that contribute to the fertility of soils and provide better nutrition for plants. In this study, leonardite obtained from Kahramanmaraş Afşin-Elbistan region was used for its effects on the development of chickpea plant. The effects of this material on the growth of chickpea plant, some plant growth parameters and the content of plant nutrients were investigated. Leonardite doses 0 kg/ha, 100 kg/ha, 200 kg/ha and 300 kg/ha were applied to the soil before planting of chickpea seeds.

According to the results, it was seen that L3 applications caused an increase in the amount of macro and micro elements in the plant, and L1 application had the most effect in terms of grain yield and grain weight criteria of the plant. When the effects of leonardite on the wet weight and biomass of the plant were examined, it was observed that L3 application played a role in obtaining the highest value.

Keywords: Leonardite (L), chickpea, organic fertilization, Kahramanmaraş.

1. GİRİŞ

İnsan ve hayvanların beslenmesinde bitkilerin oldukça önemli bir yeri vardır. Bitkisel ürünler bu canlıların besin kaynaklarının pek çoğunu oluşturmaktadır. Bu bitkiler içerisinde baklagil bitkileri oldukça kıymetli bir yer işgal etmektedir.

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. Ayrıca, köklerinde yerleşik mikroorganizmalar sayesinde toprak havasındaki azotun bitkilere yararlı olmasını sağlaması nedeniyle de ayrı bir öneme sahiptir. Öte yandan nohut danesindeki içerikleri (%20-25 protein, %40-60 karbonhidrat, %4-5 yağ, elementlerden fosfor ve kalsiyum) itibarıyla da insan gıdasının temininde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca bitki atıklarının toprağa karıştırılmasıyla toprağın organik madde ve başta azot olmak üzere diğer bazı elementlerin de toprağa kazandırılması gerçekleştirilmiş olmaktadır (Kulaz ve Çiftçi 1999; Karaağaç vd. 2019; Uçar vd. 2020). Son yıllarda tekrar organik materyallere ve bunların ziraatta kullanımına olan ilgi artmakta ve bu amaçla pek çok organik materyallerin etkileri araştırılmaya devam edilmektedir (Kaya et al. 2005; Ulukan et al. 2012; Asik et al. 2009; El-Bassiony et al. 2010; El-Ghamry et al. 2009).

Leonardit adını, 1900'lerde bu konudaki çalışmaları nedeniyle jeolog Dr. A.G. Leonard'dan almıştır. Leonardit, doğal olarak oluşan bir oksitlenmiş linyit türüdür. Yani bir tür “olgunlaşmamış” kömürdür, Diğer bir deyişle, kömürleşme sürecinin ilk aşamalarındaki kahverenginde olan kömür materyalidir. Leonarditin oluşmasının milyonlarca yıl sürdüğü bilinmektedir. Genellikle geçirgen örtü tabakasının altında ve sığ derinliklerde (1-10 metre) oluşur. Bu organik katman (liniyit, leonardit), yüzey altı hava penetrasyonu yoluyla veya yeraltı suyu etkisiyle oksitlenir. Bu oksitlenmenin ve hızının değişken olması genellikle düzensiz ve dereceli olduğundan, linyit ve leonarditin özellikleri de değişken olmaktadır (Boughton 1972; Iakimenko 2005; Eady 2012).

Leonardit, yüksek miktarda hümik asit (HA) ve fulvik asit (FA) içerir. Leonarditin HA içeriğini %30-80 arasında (Schnitzer 1992; Akinremi et al. 2000; Erkoç 2009; Suiger et al. 2013; Rataprommanee and Shutsrirung 2014) veya %25-85 oranında olduğunu bildiren araştırmacılar vardır (Dong et al. 2009; Fong et al. 2006; Olivella et al. 2011). Kahramanmaraş Afşin-Elbistan leonarditinin hümik asit içeriğinin %53-55 arasında olduğunu belirten Canıeren et al. (2016), bu miktarın kimyasal proseslerle %61'e, kimyasal metotlara ilaveten fiziksel ve pnömatik basınç kolonlarının kullanılmasıyla da hümik ve fulvik asit içeriğinin %87'ye kadar yükseldiğini bildirmişlerdir. Yine başka bir çalışmada, Turgay et al. (2009) Kahramanmaraş Afşin-Elbistan leonarditinde %54 hümik asit ve %6 fulvik asit olduğunu bulmuşlardır. Leonardit'in tarımsal uygulamaları, düşük dereceli kömürler için en büyük potansiyel kullanım alanını temsil eder. Bu kapsamda son yıllarda leonardit'in toprak ve bitki yetiştirme açılarından potansiyel oluşturduğu ve bu konuda yapılan çalışmaların artmaya başladığı gözlenmektedir.

Leonardit veya humik materyallerin uygulanmasının bitkilerin besin maddelerini alımı ve kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda, bu materyallerin bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementi miktarını azalttığı, minimize ettiği görüşü hakimdir. Bu özelliğini içeriklerinin yanında daha çok kimyasal ve fiziksel özellikleri sayesinde ve kök bölgesini iyileştirme özelliği ile sağladığı görüşü yaygındır (Dudley et al. 2004).

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ziraat uygulamalarında oldukça fazla bir girdi kısmını oluşturan kimyasal gübreler önemini korumaktadır. Bu kimyasal gübrelerin gerek önemli bir bölümünün ithal edilmesi, gerekse de topraklarımıza büyük ölçüde plansız ve düzensiz verilmesiyle çevreye zararlı etkilerinin olacağı dikkate alındığında, bu gübrelerin daha planlı ve dikkatli kullanılması önem arz etmektedir. Bu kimyasal maddelere ilaveten organik materyallerin ve gübrelerin daha fazla kullanılmasının ve bu konularda detaylı denemelerin ve araştırmaların yapılmasına devam edilmesinin önemi çoğu araştırmalarda vurgulanmıştır (Aydeniz ve Danışman 1983; Tisdale et al. 1985; Brohi 1987; Bender et al. 1998; Foth and Ellis 1998; Erdal ve Tarakçıoğlu 2000; Demirkıran 2021).

Yapılan bu çalışmada, Kahramanmaraş koşullarında nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisine leonardit uygulamasının bitkinin bazı özellikleri ve verim unsurları incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dr. A.G. Leonard'dan ismini alan leonardit, doğal, oksitlenmiş linyit olup, olgunlaşmamış kömürdür. Geçirgen örtü tabakası altında ve toprağın sığ derinliklerinde oluşur. Yüzeyaltı hava penetrasyonla veya yeraltı suyu etkisiyle oksitlenir. Bu oksitlenme hızı değişken, düzensiz ve dereceli olduğundan, linyit ve leonarditin özellikleri de değişkendir (Boughton 1972; Iakimenko 2005; Eady 2012).

Leonardit, yüksek miktarda (%30-80) hümitik asit (HA) ve fulvik asit (FA) içerir (Schnitzer 1992; Akinremi et al. 2000; Erkoç 2009; Suiger et al. 2013; Rataprommanee and Shutsrirung 2014). Leonarditin %25-85 oranında HA içerdiği bildirilmiştir (Dong et al. 2009; Fong et al. 2006; Olivella et al. 2011). Leonarditin kolorimetrik-HA içeriğinin %5-52, kimyasal-HA içeriğinin %4-75 arasında olduğu bildirilmiştir (Simandl et al. 2000). Çankaya vd. (2017) leonarditin humik+fulvik asitin %40, Aygün ve Mert (2020) ise %40-50, Zengin (2013) ise humik materyalin %70-75 olduğunu bildirmişlerdir. Değişik hümitik materyallerindeki HA içeriklerinin %94-100 arasında olduğu, bunlardan lignitte %13-20 HA, %4-8 FA bulunduğu belirtilmiştir (Filcheva et al. 2017). Kullandıkları leonarditte %50 HA (Holatko et al. 2020), %13 HA ve %3 FA (Shahryari et al. 2011), %12 HA ve %6 FA (Wadas and Dziugiel 2020), %70 HA ve %8 FA (Dias et al. 2020) olduğunu bildirenler de vardır. Konya, Sivas ve Kahramanmaraş leonarditlerinde %63 HA ve %22 FA tespit edilmiştir (Karaman et al. 2013). Kahramanmaraş Afşin-Elbistan leonarditinde %53-55 arasında humik materyal (Canıeren et al. 2016), %6 FA olduğu bulunmuştur (Turgay et al. (2009).

Leonarditle ilgili terimler; leonardit, humik asit, fulvik asit, humik materyaller, humat, humalit, humifikasyon, humin ve humustur. Leonardit, okside olmuş, henüz kömürleşmemiş organik materyaldir. Humik asit, koyu renkli (kahverengi-siyah), yüksek pH'larda çözünen kısımdır. Fulvik asit ise humik asitten daha açık (yeşil-kahverengi) olan, tüm pH' larda ve suda çözünebilen humik materyalin diğer kısmını oluşturmaktadır.

Humik materyaller, humik asit (HA) ve fulvik asit (FA) içeren materyallerdir. Humat, humik asitin tuzudur. Humifikasyon, organik atıkların değişime uğramalarını, biyokimyasal proseslerle humik materyallere dönüşmesini ifade eder. Humalit, humik asit içeren lignitten sonraki yapıyı tanımlamaktadır. Humin, humatın alkali ve çözünmeyen fraksiyonunu anlatır. Humus ise koyu renkli, değişik bitki ve hayvan atıklarının biyokimyasal olaylar sonucunda parçalanmış, artık zor ayrışan veya ayrışmayan toprak organik maddesinin parçasıdır (Hoffman et al. 1993; Eady 2012; Fırat et al. 2018).

Türkiyede'ki leonarditler genç kömürler olup, karbon, karbonil, karboksil gibi grupları içerir ve organik tarımda kullanılabilir. Leonardit linyit kömür yataklarının üzerinde oluşur, gri-siyah renklerde, fazla miktarda hümin materyaller içerir. Leonarditin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik pek çok özelliklerini iyileştirdiği, farklı özelliklerde ve içeriklerde olduğu, katı, sıvı ve granül formlarda üretildiği bildirilmektedir (Engin 2013).

Leonarditin suda çözünürlüğü düşüktür, fakat yüksek iyon değiştirme kapasitesiyle besin elementlerini bitkiye yarıyışlı halde tutar (Chen and Aviad 1990). Leonardit ve humik maddeler kök bölgesini iyileştirme özelliği ile bitki besin maddesi alımı arttırır (Dudley et al. 2004). Leonarditin S ve B içerdiği de belirtilmiştir (Duval et al. 1998). Çözünürlüğü düşük olan leonardit toprakta uzun süre kalır (Boughton 1972; Perminova and Hatfield 2005; Saied et al. 2005; Iakimenko 2005; Eady 2012). Leonarditin Cd, Cu, Zn gibi metalleri toprakta %40-70 tuttuğu (Pérez-de-Mora et al. 2007), yine humatların uranyumu tuttuğu rapor edilmiştir (Eady 2012). Leonarditin petrol ile kirletilmiş topraklarda bazı enzimlerin faaliyetlerini arttığı bulunmuştur (Turgay et al. 2009).

Leonardit mısır köklerinin uzunluğu ve gelişimini arttırmış, çimlenmeyi ve bitki gelişimini olumlu etkilemiştir (Shahyari et al. 2011). Humatlar bitki verimini ve kalitesini arttırmış (Gadimov et al. 2009), leonardit-hümik asiti mısırın kuru ağırlığı ile tane, bin tane ve hektolitre ağırlığını arttırmıştır (Jafari et al. 2012a, 2012b). Leonardit ekstraktı patates yumrularındaki nitrati azalttığı, kuru madde, protein, toplam şeker miktarına etki etmediği (Wadas and Dziugiel 2020), patatese uygulanan HA ve FA'nın yumru P içeriğini düşürdüğü, Ca, Mg ve Na içeriklerine etkili olmadığı bildirilmiştir (Dziugiel et al. 2020). Leonarditin patates bitkisine etkilerini araştıran Seyedbagheri (2010) yumru veriminin arttığını bildirmiştir. Humik asidin ve humik materyallerin kök ve gövde

gelişimini teşvik ettiği, besin elementlerinin yararlanılabilirliğini ve besin maddelerinin alınmasını arttırdığını bildiren değişik çalışmalar mevcuttur (Akinremi et al. 2000; Dursun et al. 2002; Serenella et al. 2002; Cimrin and Yilmaz 2005; Unlu et al. 2010; Yilmaz vd. 2021). Humik asidin toprak organik maddesini arttırdığı ve bitki gelişimini ve dolayısıyla verimi yükselttiğini belirten çalışmalar da mevcuttur (Erik et al. 2000; Hartwigsen and Evans 2000; Hafez 2003; El-Desuki 2004; Asmaa and Hafez 2010; Selim et al. 2012; Hopkins and Stark 2003; Verlinden et al. 2009; El Sayed Hamed et al. 2011). Hümik materyallerin biyolojik uyarıcılar (biyostimülant) gibi olduğu, kök ve gövde gelişimi ile besin maddesi alımına olumlu etkileri vardır. Hümik materyallerin bitki metabolizması üzerine olan bu pozitif etkisinin fito-hormonlar (auksin, sitokinin, giberallin, indolasetik asit ve poliaminler) gibi olduğu belirtilmiştir (Canellas et al. 2015; Conselval et al. 2017; Bulgari et al. 2019; Young and Chen 1997; Pizzeghello et al. 2013; Muscolo et al. 2013). Konya, Sivas ve Kahramanmaraş leonarditlerinde aspartat, glutamat, aspargin, serin ve leusin gibi aminoasitler bulunmuştu (Karaman et al. 2013). leonarditin giberallik asit (GA), salisilik asit (SA), indol asetik asit (IAA) ve absisik asit (ABA) içerdiği bildirilmiştir (Karaman vd. 2012). Karnok (1989) humatların bitki kök miktarı ve ağırlığını arttırdığını bildirmiştir. HA'nın havuç köklerini (Sanders et al. 1990), baklagillerde nodül büyüklüğünü (Tan and Tantiwiranond 1983) ve domateste kök ve gövde kuru ağırlıklarını arttırdığını (David et al. 1994), auxin gibi kök gelişimi ve büyümesine olumlu etkisi bildirilmiştir (Gercia et al. 2016; Canellas et al. 2002; Trevisan et al. 2010a). HA ve FA'nın soya, yerfıstığı ve yoncanın köklerinde ve ağırlıklarında önemli artışlara neden olduğu da bildirilmiştir (Lee and Bartlett 1976).

Kirazda leonarditin verimi ve yaprak P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn ve Zn içeriklerini arttırdığı, azotta değişiklik olmadığı belirtilmiştir (Dias et al. 2020). Hümik asitin salatalık bitkisinde yaprak K, P, Ca ve Mg içeriğini (El-Nemr et al. 2012), domateste K, P ve Ca içeriğini (Husein et al. 2015), patates yumruların K ve P içeriklerini (Suh et al. 2014) arttırdığı iletilmiştir. Bazı araştırmacılar hümik asitlerin sebzelerde gelişim ve bitki besin maddesi alınımına etkide bulunmadığını bildirmişlerdir (Hartz et al. 2010). Patatese (Kunkel and Holstad 1968) ve hint meşesine (Fagbenro and Agboola 1993) HA'nın olumlu etkileri olmuş, bitkilerin mikro element alımları humatların varlığıyla artmıştır (Tan and Nopamombobi 1979). Hidroponik ortamda HA zeytin bitkisinin nitrat (NO_3^-) ve amonyum alımına olumlu etkide bulunmuş (Tattini et al. 1989), hümik materyallerin bitki

nitrat alımına ve Fe metabolizmasına yardımcı olduğu belirtilmiştir (Pinton et al. 1999; Elena et al. 2009). Fe eksikliği görülen salatalık bitkilerine HA ve FeCl uygulanmış ve yaprakların demir ve klorofil içeriklerinin arttığını belirtmişlerdir (Pinton et al. 1999).

Potasyum humatın bitkinin biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılığı arttırdığı, bitki saplarının daha dayanıklı olduğu vurgulanmıştır (Mollasadeghi et al. 2011). Leonarditten üretilmiş hümik materyal kurak koşullarda buğdayın tane verimine olumlu ve önemli, biyolojik verim, kardeşlenme sayısı, başak uzunluğu, 1000 tane ve başak ağırlığı üzerinde olumlu etkide bulunmuş, bitkinin kuraklığa dayanıklılığını arttırmıştır (Peymaninia et al. 2012). Hümik materyallerin bitkinin gelişimine direk veya dolaylı etkilerinin olduğu, direk etkilerinin; hücre membranlarının geçirgenliğin, solunumun, nükleik asitin biyosentezinin, iyon absorpsiyonunun, enzim ve enzim benzeri faaliyetlerin artırılması olduğu belirtilmiştir. Dolaylı etkileri ise; gübre etkinliği, kimyasal gübre kullanımının azaltılması, bitki besin maddelerinin çözünürlüğü, ağır metal ve toksik materyallerin etkisinin azaltılması, bitkinin stres koşullarına karşı dayanıklılığı arttırmak olduğu vurgulanmıştır (Chen et al. 2004; Yang et al. 2004; Nardi et al. 2009; Canellas et al. 2012). Hümik asitin Na alımını sınırladığı ve arpa bitkisini tuz stresine karşı koruduğu iletilmiştir (Jarosova et al. 2016). Pamuk bitkisinde de hümik asitin tuzluluğa karşı koruyucu etkisinin olduğu bildirilmiştir (Rady et al. 2016). Domates yetiştiriciliğinde tuzluluğu giderici olarak kullanılan leonarditin olumlu etkileri gözlenmiş (Casierra-Posada et al. 2009), *Lepidium sativum* ve mısır bitkilerinde de tuzun olumsuzluğunun hümik materyallerle azaltabildiği bildirilmiştir (Masciandaro et al. 2002). Mısır bitkisinde Bulut (2020) hümik asitin tuzlu koşullarda bitki K miktarını ve kuru maddesini arttırdığını, Zn, Cu, Fe miktarını azalttığını ortaya koymuştur. Leonarditin bitkiye olumsuz etkisinin bulunmadığı ve ekstrem değerlerde makro ve mikro besin maddesi içermediği anlaşılmıştır (Çeler 2013). Bor toksisitesine veya çinko noksanlığına sahip problemlili topraklara leonardit uygulamasının bitki büyümesi konusunda karşılaşılan problemlerin önüne geçilebileceği belirlenmiştir (Yazıcı, 2001). Leonardit yüksek oranda Fe (%3,5) ve Al (%5,6) içerdiğinden ağır metalleri (örneğin arseniği) tutma ve bitkiye zararını aza indirmede kullanıldığı bildirilmiştir (Dolphen and Thiravetyan 2019).

Hümik asitin keten bitkisinde taze ağırlığı arttırdığı (Bakry et al. 2014), fasulye bitkisinde bitki boyunu, yaprak sayısını, kök uzunluğunu, sürgün-kök yaş ve kuru ağırlıklarını

önemli ölçüde arttırdığı (Meganid et al. 2015) iletilmiştir. Leonardit ve HA+FA+K uygulamalarının kolza bitkisinin tohumlarındaki yağ yüzdesini, yağ verimini ve yağ asitlerini arttırdığı bildirilmiştir (Gursoy and Kolsarici 2017). Ergönül ve Basalma (2013) da ayçiçeğine uyguladıkları leonardit ve kimyasal gübrelemenin tohumdaki yağ yüzdesini arttırdığını vurgulamışlardır. Zeytin fidanlarında leonardit uygulanan aşısız fidanların, uygulanmamış aşılı bitkilere göre daha çok sürgün büyümesi gözlenmiştir (Escobar et al. 1999). Biyokömür ve kömür uygulamalarının baklagiller üzerine etkileri araştırılmış (Iswaran et al. 1980), leonardit-humat uygulamalarının baklagillerde gövde ve kök gelişimini (%15-25 oranında) arttırdığı belirtilmiştir (Cieschi et al. 2019), leonarditin fasülye bitkisinde kök-gövde uzunluğunu, kök-gövde ağırlıklarını, bitki K ve Na içeriklerini arttırdığı tespit edilmiştir (Kiyas 2020). Leonardit-hümik asit (LHA), toprak-hümik asiti (THA) ve toprak-fulvik asit (TFA), kafeik asit, ferulik asit ve salisilik asitin domates ve lahana bitkilerine etkisi araştırılmış, THA ve TFA'nın yüksek dozlarında allelopatik etkinin düştüğü veya yükseldiği bildirilmiştir (Loffredo et al. 2005). Tamer (2004), leonardit-gyttja (LG), LHA ve doğal leonardit'in (L) topraktaki bazı enzim aktivitelerini arttırdığını, LG ve L'in organik madde olarak değerlendirilmesi gerektiğini ve toprakların iyileştirilmesinde yarar sağlayacağını ileri sürmüştür.

Leonardit, HA gibi toprakların besin maddesi yarayırlılığını arttırmak ve besin maddesi takviyesi sağlamak konusunda tavsiye edilmiştir. Bitki için gerekli makro ve mikro elementlerin çoğu leonarditte bulunmaktadır (Ratanaprommanee et al. 2017). Organik gübre için gereken N ve K standart miktarlarının çoğu leonarditte bulunmakta, ancak gerekli P miktarının (>%0,5) düşük olduğu anlaşılmaktadır (Anonymous 2005). Engin ve Cöcen (2012) Türkiye'deki leonardit kaynaklarının topraklarla karşılaştırıldığında genellikle yüksek P ve kalsiyum karbonat, düşük K içerdiklerini belirtmişlerdir.

Tarım alanlarında baklagillere bağlanan azotun büyük bir bölümü havanın serbest azotunu bağlayabilen *Rhizobium* bakterileri tarafından gerçekleştiği (ortalama 100 kg N/ha/yıl), bunun bakteri aşılamaıyla 200 kg N/ha/yıl'a çıkabildiği belirtilmiştir (Drevon 1983). Uzun süre baklagil ekilmeyen arazilerde, köklerde bulunan *Rhizobia* bakterilerinin, nodül sayısı ve atmosferden bağlanan azotun azaldığı bildirilmiştir (Somasegaran vd. 1988). 500-2000 m rakımlı tarlalarda *Rhizobium ciceri*'nin genellikle az, N fiksasyonu düşüktür (Keatinge vd. 1995). Kırar (2016), yerfıstığına uygulanan

hümik ve fulvik asidin (HA+FA) simbiyotik azot fiksasyonunu arttırdığını, buna karşın aşırı dozların bazı bitki parametrelerine olumsuz etkileri olduğunu tespit etmiştir. Soya fasulyesine leonardit potasyum humat (LKH) ile leonardit demir humat (LIH) uygulamışlar, LIH'nin kök bölgesinde agregat oluşumunu arttırdığı ve Fe noksanlığında kullanılabileceği belirtilmiştir (Cieschi et al. 2018). Kök bölgesine fazla LIH uygulamalarının demirin alımına engel olabileceğine dikkat çekilmiştir (Aguirre et al. 2009; Tomasi et al. 2013; Olaetxea et al. 2015).

Leonardit ve kimyasal gübrenin domates fidesinde bitki boyunu %40, yaş gövde ağırlığını %134, yaş kök ağırlığını %82, kuru gövde ağırlığını %133 ve kuru kök ağırlığını %400 arttırdığı belirtilmiştir (Pertuit et al. 2001). Leonarditin bitki boyuna etki etmediğini (Pertuit et al. 2001; Dinç 2014), artırdığını (İmamoğlu 2019; Azcona et al. 2011; Özel 2011) veya azalttığını belirten araştırmacılar da vardır (Ergönül 2011). Humik asidin bitkide tane sayısını artırdığı bildirilmiş (Batanay 2016), L ve LHA'nın patatesten bitki boyunu, dal ve meyve sayısını, meyve ağırlığı ile verimi arttırdığı vurgulanmıştır (Akimbekov et al. 2020). Mostofa ve Akın (2017) ile Gürsoy (2016) leonarditin 100 tane ağırlığını artırdığını, Ergönül (2011) ise 1000 tane ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir.

Öktem vd. (2017), Ergönül (2011) ve Öztürk (2010) leonardit uygulamasının tane verimini artırdığını, Uçar vd. (2020) de leonardit dozunun belli bir düzeye kadar tane verimini arttırdığını bildirmişlerdir. Leonardit uygulanan asma bitkisinin besin madde içerikleri değişmemiş, fakat topraktaki organik madde ve Fe içeriklerinde artışlar olmuştur (Olego et al. 2015). Sorgum bitkisine uygulanan leonarditin yeşil ot verimini ve ham proteini önemli düzeyde arttırmış (Nazli et al. 2014a). Fasülyede (Ece et al. 2007), patatesten (Demir et al. 2012) ve silajlık mısırdan (Nazli et al. 2014b) benzer sonuçların çıktığı bildirilmiştir.

Hümik materyallerin bitkinin makro ve mikro elementleri alımına yararları bulunmaktadır (Chen and Avid 1990). Leonarditin hümik asit, fulvik asit ve hümin maddeleri içerdiği (Schnitzer and Khan 1972) ve asmaya (Reynolds et al. 1995), salatalığa (Rauthan and Schnitzer 1981), mısıra (Tan and Nopamornbodi 1979) ve domatese (Bryan 1976) etkilerinin görüldüğü bildirilmiştir. Leonarditin soğan bitkisinde P ve K içeriklerine, N:P ve N:K oranlarına (Sarıyıldız 2020), kiraz ağaçlarında N, P, K,

Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerine (Demirer 2019), mısır bitkisinde P, N ve K içeriklerine (Duplessis and Mackenzie 1983; Sağlam et al. 2012), ıspanak bitkisinde K içeriğine (Yılmaz et al. 2012), buğday bitkisinde N ve K içeriklerine (Azizzadeh et al. 2016), çavdar bitkisinde K, Mg, Ca, Mn ve Fe içeriklerine (Yolcu et al. 2011), mısırdaki P içeriğine (Kaya et al. 2020), soya fasulyesinde Fe içeriğine (Cieschi et al. 2019), domateste N, P, Ca, K, Mg, Zn, Cu ve Fe içeriklerine (Adani et al. 1998), hardal bitkisinde Fe içeriğine (DeKock et al. 1960) ve antepfıstığı fidesinde P içeriğine (Demirkıran and Cengiz 2010) olumlu etkide bulunduğu ve arttırdığı bildirilmiştir.

Leonardit, yüksek oranlarda humik asit ile birlikte makro (N, P, K) ve mikro (Cl, Zn, Cu, Fe, S, Na) besin elementleri içerir. Kalitesi, bölgelere ve içeriğine göre değişir. Kullanıldığı toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu etkisinin olduğu bilinmektedir (Kacar, 1977; 1986). Leonardit, bitki büyütme ve gelişiminde kullanılabilir olup, içerdiği Mg, K, Ca, Fe ve P gibi temel bitki besin elementlerinin ilave faydaları bulunmaktadır (Srisomang et al. 2015). Leonardit-hümik asitin ve humatın çimlere uygulanmasıyla, bitkinin P, K ve Mg miktarı arttırmıştır (Cooper et al. 1998). Soğan bitkisinde HA olumlu etkide bulunmuş (Erik et al. 2000) ve bitki gelişimi, boyu ve verimini arttırdığı gözlemlenmiştir (Sajid et al. 2012). Yine HA salatalık (El-Shabrawy et al. 2010), mısır (Ayuso et al. 1996), buğday (Delfine et al. 2005) ve lahananın (Syabryai et al. 1965) verimine olumlu etki yapmıştır. Lahana fidesinde hümik asidin antioksidant enzimlerin aktivitesini arttırdığı bildirilmiştir. Toplam klorofil içeriği, yaprak alanı, fide boyu, taze bitki ağırlığının da arttığı belirtilmiştir. Toprak üstü aksamlarındaki Cu, Mn ve Zn içeriklerinde yüksek hümik asit uygulamalarında artışın olduğu ilave edilmiştir (Chen et al. 2021). Leonardit domateste N ve P içeriklerini arttırmış (Adani et al. 1998), fasulye, buğday ve kanola bitkilerinde NPK alımına ve içeriklerine olumlu etki yapmış ve kuru madde miktarını arttırmıştır (Akinremi et al. 2000). Hümik asidin mikro bitki besin maddeleri üzerine yapılan çalışmalar daha çok bunların toprakta hareketliliği, biyoyararlanma durumu, bitkiye alınma ve birikimleri ile ilgilidir (Çelik et al. 2008; Vargas et al. 2016; Tregubova et al. 2017; Damian et al. 2019). Reuter'a (1986) göre, bitkilerin ihtiyaç duyduğu Zn değerinin yaklaşık 20 mg/kg olup, topraktaki kritik seviyenin (10 mg Zn/kg) altında bitkiler olumsuz etkilenirler. Nohuta 5-10 mg/kg Zn uygulamalarının olumlu yansıdığı bildirilmiştir (Saxena and Rewari 1990).

Hümik asidin uygun şekil ve miktarda kullanımının bitki büyümesini ve biyokütle üretimini arttırması yanında bitkilerde metal birikiminin toksik düzeylere ulaşmasına da engel olur (Khan et al. 2017; Tregubova et al. 2017). Humik ve fulvik asitler topraktaki havalanmayı, mikro organizma faaliyetlerini, mikrobiyal biyomas C ve mikrobiyal biyomas N ve enzim aktivitesini arttırmışlardır (Masto et al. 2007; Dubey et al. 2020). Turgay vd. (2004), toprağın biyolojik özelliklerine farklı leonardit materyallerin (kömürlü leonardit, humuslu leonardit ve ham linyit) farklı miktarlarının etkisini araştırmışlar, uygulamaların biyokütle düzeylerini arttırdığını bildirmişlerdir.

Leonardit yüksek oranda organik madde içerir. Bunun yanı sıra, yüksek porozite değerine sahiptir. Leonardit uygulandığında toprakların bitki gelişmesi yönünden daha elverişli özellikler kazandığı bildirilmiştir. Leonardit toprakların su tutma kapasitesini artırır, kapilarite, permeabilite gibi fiziksel karakterleri iyileştirir, bitki gelişimi açısından daha uygun bir ortam oluşturur. Şelatlama (kileyleme) özelliğiyle leonardit, mikro element sorunu olan topraklarda olumlu etki yapabilir. Leonarditin daha çok N ve K içerdiği ve silt ve kil boyutunda olduğu anlaşılmıştır (Yörük, 1981). Leonarditin tarımda kullanımı; katı (granül ya da pelet) veya leonarditin ekstraksiyonu ile elde edilen humatları (sıvı veya toz) şeklinde iki farklı formda gerçekleştirilmektedir (Erol et al. 1995).

Leonarditin sarıçam ve karaçam fidanlara etkilerini araştıran Çeler (2013), leonarditin fosforla birlikte yaş ve kuru ağırlığa olumlu yönde etkide olduğunu bildirmiştir. Yasemin bitkisine leonardit uygulamanın, bitki boyu, dal sayısı, bitki meyve sayısı, yaprak sayısı, yaprak alanı, bitkinin yaş-kuru yaprak ağırlığı, kök yaş ağırlığı, toplam bitki yaş-kuru ağırlığı ve kök uzunluğu, klorofil içeriği ve stoma geçirgenliğini önemli ölçüde arttırdığı, gövde yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığını ise arttırdığı belirlenmiştir (Fascella et al. 2021).

Leonardit kıvırcık salatada verim ve bazı gelişim parametreleri üzerine önemli olmuş, yaprak P miktarı azalmış, N miktarının arttığı bildirilmiştir (Sesveren ve Taş 2018). Deniz yosunu ve leonarditten üretilen biyo-uyarıcılar, havuçta verimi ve bazı kimyasal içerikleri arttırmış, buna karşın nitrat içeriğini düşürmüştür (Dobrzański et al. 2008). Ertekin vd. (2020) fiğ türlerine leonardit, zeolit ve hayvan gübresi uygulamış, leonarditin tüylü fiğın bitki boyunu; yaygın fiğın taze ot verimini; yaygın fiğın, macar fiğının ve tüylü fiğın kuru ot verimini arttırdığını belirtmiştir. Leonardit N ile kullanıldığında

pamukta bitki boyu, dal sayısı, koza sayısı, koza ağırlığı, lif inceliği ve mukavemeti ile 100 tohum ağırlığında değişiklik olmadığı, kütlü pamuk veriminde 200 kg L/da ile 5 ve 10 kg N/da uygulamalarıyla, lif uzunluğunda 100 kg L/da+15 kg N/da ile 200 kg L/da + 20 kg N/da uygulamalarıyla önemli artışların olduğu gözlemlenmiştir (Aygün ve Mert 2020).

Hümkik materyalin çimlerde N ve Ca alımlarını arttırdığı; P, K ve Fe alımlarına etki etmediği, bitkinin bazı özelliklerinde artış, bazılarında azalış olduğu bildirilmiştir (Maibodi et al. 2015). Leonardit tozu, buğday verimini artırmış, humik ve fulvik asitler bitki gelişimini (mısır, kanola ve domates), kök gelişimini ve besin maddesi alımına olumlu etkide bulunmuştur (Adani et al. 1998; Pertuit et al. 2001; Dilk 2002). Marul ve fasulyede de leonarditin olumlu etkileri bildirilmiştir (Dudley et al. 2004).

Tabii ki tüm araştırmalarda leonarditin pozitif etkilerinin olduğu tespit edilmiş değildir. Örneğin, Dilk (2002) kanolada leonarditin etkisini tespit edememiştir. Leonarditin turp ve hardal bitkilerinin fizyolojik kriterlerinde önemli bulunmadığı (Duval et al. 1998), pirinçte leonarditin K ve S alımlarını azalttığı, bitki boyu, filiz sayısı, gövde kuru ağırlığı, salkım, 1000 tane ağırlığı ve tane kuru ağırlığına etki etmediği bildirilmiştir (Litardo et al. 2021). Oğuz vd. (2012) bibere mineral gübrelemeye ilaveten HA (5 L/da), S ve leonardit (100 kg/da) uygulamalarının verime etkili olmadığını, miktarın arttırılabileceğini bildirmiştir. Şeker pancarında leonardit Na ve K içeriğini azaltmıştır (Hajizadeh et al. 2019). Aşırı uygulanan hümkik materyallerin bitki gelişimine olan olumsuz etkileri, mikro elementlerin alımını azalttığı şeklinde açıklanmıştır (Ayuso et al. 1996; Bryan 1976; Rauthan and Schnitzer 1981; Reynolds et al. 1995).

Ticari olarak leonardit ve diğer ürünlerin sıvı veya katı formları tarım sektöründe pazarlanmakta ve kullanılmaktadır. Bunlar, toz haline getirilmiş leonardit, K-humatlar, Na-humatlar, sıvı konsantrelerden oluşmaktadır. Leonardit veya linyit, bazen ilave besin maddeleri (P, K, S, N gibi) ile birleştirilir (Boughton 1972; Iakimenko 2005; Eady 2012). Leonardit ve kömürlü leonardit (gidya, gytja) genellikle toprak verimliliğini arttırmada ve bitki besin maddesi veya bu maddelere takviye için kullanmışlardır (Edwards et al. 2000; Torun et al. 2003; Tamer ve Karaca 2006, Karaca et al. 2006; Demirkıran and Cengiz 2010; Engin ve Cöcen 2012; Stankevica et al. 2014; Robertson et al. 2014; Saltali

and Yildirim 2015; Bischoff et al. 2016; Demir et al. 2017; Saengwilai et al. 2017; Yuce and Yakupoglu, 2017; Namli et al., 2017, 2019; Uçar 2019; Uçar vd 2020).

Gidya, toprakların biyokütle karbonunu, solunum ve enzim aktivitelerini olumlu etkiler. NP+leonardit uygulaması topraklarda ağır metallerin (Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, Fe, Hg, Co, Cr, Ni, Mo) miktarlarını azaltmış, leonardit'in topraklara bulaşan ağır metalleri tuttuğu ve toprağın biyolojik özelliklerine olumlu etkisi belirtilmiştir (Karaca et al. 2006). Pirinç çeşitlerinde Cd ve Zn birikiminin önüne geçmek amaçlı dikalsiyum fosfat, ahır gübresi ve leonardit kullanılmış, uygulamaların aşırı Cd ve Zn birikimini azalttığı bildirilmiş, leonarditin tane verimini arttırdığı belirtilmiştir (Saengwilai and Meeinkuirt 2021).

Leonardit C, HA ve FA yanında diğer mineralleri de içermektedir. İçerdiği organik madde (yaklaşık %75) toprak iyileştirilmesinde yararlı bir materyaldir (Akinremi et al. 2000). Renkleri içeriklerine göre değişir, genelde yeşil, siyah ve kahverengidir. Leonarditin bitki besin elementleri içerikleri değişmekle birlikte, P, K, Ca açısından zengindir. Nötral pH'ya sahiptir (Çay ve Kaynaş, 2016). Leonardit, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine de olumlu katkıları itibariyle önemlidir. Toprakların pek çok özelliklerine (örneğin, su tutma, katyon değişim kapasitesi, infiltrasyon, drenaj, havalanma, agregat oluşumu) pozitif etkileriyle toprak verimliliğine ve sürdürülebilirliğe destek olur (Demir vd. 2012; Demirkıran vd. 2012; Demirkıran 2021). Leonardit toprak tuzluluğunun, toprak sıkışmasının önüne geçilmesine, rizosfer pH'sının düzeltilmesine ve yarayışsız olan besin elementlerinin yarayışlı olmasına yardımcı olur (Sanli et al. 2013).

Çavdar bitkisinde leonardit kuru maddeyi ve besin elementi miktarlarını (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) arttırmış (Adiloğlu et al. 2018a), buğday bitkisinde verimi arttırmış (Kolay vd. 2016), ayçiçeğinde olumlu etkileri görülmüş (Tamer vd. 2016), patateste verim, bitkideki yumru adedi ve bitki boyunu olumlu etkilemiştir (Sanli et al. 2013). Buğdayda bitki boyu, başak tane ağırlığı ve tane sayısını arttırmıştır (Ayhan et al. 2021). Yıldız vd. (2019), leonarditin toprak verimliliği yanında ıspanak bitkisinin yaprak eni ve ağırlığı, kök ağırlığı ve suda çözünür kuru madde miktarını (SÇKM) olumlu etkilediğini vurgulamışlardır.

Leonardit genelde bitki gelişimini ve toprakta çoğu elementin (N, P ve K) miktarını arttırmaktadır (Duval et al. 1998). Çin lahanasında leonarditin makro (N, P, K, Ca, Mg) ve mikro (Fe, Cu, Zn ve Mn) element içeriklerini arttırdığı (Adiloğlu et al. 2018b), pirinçte verim ve kriterleri (tane/gövde oranı, hasat indeksi) olumlu etkilediği, bitki P, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B alımlarını arttırdığı bildirilmiştir (Litardo et al. 2021). Pirinçte doğal leonardit ve zenginleştirilmiş leonarditin, tane ağırlığını sırasıyla %17 ve %20, biyokütlenin %97 ve %117 arttırdığı tespit edilmiştir (Ratanaprommanee et al. 2017).

Fasulyeye HA uygulanmış ve bitkinin Fe, Zn ve Mn içeriğinde artış olduğu raporlamıştır (Sozudogru vd. 1996). Marul bitkisine HA ve FA ile NPK uygulamaları bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı ve kök uzunluğunu arttırmış, HA ve FA uygulamalarının bitkinin N, P, Cu içeriklerini arttırmış, K, Mg, Mn ve Fe alımını ise önemli ölçüde arttırmıştır (Lüdtke et al. 2021). Zeytin fidanlarına yapraktan uygulanan sıvı leonarditin, gövde gelişimine ve yaprak Fe içeriğine olumlu etkisi gözlenmiştir (Fernandez et al. 1996). Topcuoglu ve Onal (2006) domateste leonarditin meyve verimine pozitif etki yaptığını, yapraktaki Fe, Zn ve Mn içeriklerinin arttığını rapor etmişlerdir. Mısırdaki humik asit yaprak kuru madde, Cu ve Zn içeriğini arttırmıştır (Turan et al. 2012). Mısır ve domateste humik asit bitkinin Fe, Cu, Zn ve Mn miktarını arttırmıştır (Günaydın 1999). Leonardit salatalık bitkisinde yaprak N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn içerikleri, bitki kuru ağırlığı, boyu ve meyve sayısını arttırmıştır Majeed (2021). Şeker pancarında leonarditin pancarın şeker içeriğinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Hajizadeh et al. 2019).

Altın kök bitkisinde (*Rhodiola rosea* L.) leonardit, bitkinin biyomasını (toprak üstü-altı) arttırmış, verim ve kaliteye olumlu etkisi yanında enzim faaliyetlerinde ve toprak organik maddesinin transformasyonlarında önemli olmuştur (Kołodziej et al. 2013). Domatese ve buğdaya leonardit uygulamalarının domateste verimi arttırdığı, fakat buğdayda önemli bir artış olmadığı rapor edilmiştir (Wallaca and Wallaca 1986). Dağ tütününe uygulanan leonardit-hümik asitinin dal ve çiçek sayısı ile verimi arttırdığı (Sugier et al. 2013), leonardit ve humik asitin fasulyede kök gelişimi, kök yüzey alanı, uzunluğu ve sayısına olumlu etki yaptığı, kök ve gövdenin K içeriğini arttırdığı belirtilmiştir (Qian et al. 2015). Leonardit-humatı mısır bitkisinin kök gelişimi, protein içeriği, N, P ve K elementlerinin alımına olumlu etki etmiştir (David et al. 2014). Mısır fidelerinde leonardit ve humik asit kök uzunluğu, kök alanı, bitki boyu ile biyomas ağırlığını arttırmış, humik asitin leonardite

göre daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir (Sun et al. 2016). Leonarditin bitki gelişimi ve besin alımına olumlu etkilerini diğer araştırmacılar da bildirmiştir (Aguire et al. 2009; Ertani et al. 2011; Tahiri et al. 2015).

Hümik materyallerin bitki gelişimine olumlu (kök-gövde gelişimi, kılcal kök oluşumu gibi) etkisi bildirilmiştir (Kołodziej et al. 2013; Canelleas et al. 2002, 2011; Nardi et al. 2009; Trevisan et al. 2010a,b). Leonardit-hümik materyali marulda kök gelişimine (alan, çap, uzunluk ve çeşitlilik) pozitif etkide bulunmuş, indolasetik asit (İAA) ve giberellik asit (GA) gibi olduğu, kök ve gövdedeki glutamin sentetaz ve glutamat sentaz enzim aktivitelerini arttırdığı gözlemlenmiştir. Bitkinin kök ve yaprağındaki protein, sakkaroz, glikoz ve fruktoz miktarında artış olmuştur (Coselval et al. 2017; Ertani et al. 2019). Yabani huş ve kızılgağaç köklerine in-vitro ortamda uygulanan leonardit ekstraktının bitki organı gelişimi, kök gelişimi ve kök uzunluğunu arttırdığı, yüksek dozlara kızılgağacın dayanıksız, huş köklerinin ise toleranslı olduğu tespit edilmiştir (Tahiri et al. 2015). Ağaçsı bitkilerde uygulanan leonardit kaynaklı hümik materyallerin bitkilerin kök uzunluğunu ve kök dallanmasını arttırdığı gözlemlenmiştir (Tahiri et al. 2016).

Albayrak vd. (2015) farklı gübreleri (vermikompost, amonyum nitrat, tavuk gübresi, bakteri, TSP, AS, DAP) bezelyede denemiş, bunların bakla ve tane sayısı ve verime etkisinin önemli olduğunu bulmuşlardır. Alloway (2004) organik maddeler ile Zn ilişkisini araştırmış, organik maddelerin organik madde+Zn kompleksleri oluşturduğunu, bunların toprakta hareketli, bitkilerin kolay alabileceği çinko formu olduğunu bildirmiştir. Dikalsiyum fosfat (CaHPO_4) ve hayvan gübresi (G) ve leonarditin (L) pirinç çeşitlerinde etkileri incelenmiş, uygulamalar toprağın fiziko-kimyasal özelliklerini iyileştirmiş, toprak organik madde ve bazı besin madde (N, P, K, Ca ve Mg) miktarlarını arttırmış, G ve L uygulamaları toprak Cd miktarını azalttığı gözlenmiştir (Saengwilai et al. 2017). Strydom (2014) asma bitkisine leonardit uygulamış, yaprak makro elementlerde farklılık bulamamış, Mn içeriğinde ise önemli artışlar gözlemiştir. Leonarditin horozibiği süs bitkisine etkisini araştıran Keten ve Tanrıverdi (2020), verim, bin dane ağırlığı, bitki ve salkım boyunun arttığını bildirmişlerdir.

Kahramanmaraş ili genelinde ekilen tarla bitkilerine bakıldığında, tahıllardan buğday, arpa ve mısırın, baklagillerden nohut, fasulye, mercimek ve fiğın, endüstri bitkileriinden

tütün ve pamuğun, yağ bitkilerinden ayçiçeği, yer fıstığı ve soya, yumrulu bitkilerden soğan, patates ve sarımsak, yem bitkilerinden yonca öne çıkmaktadır (KHGM 1997). Ülkemizde, nohutun organik gübreleme ile veriminin ve kalitesinin artmasıyla ilgili değişik çalışmalar mevcuttur (Kulaz ve Çiftçi 1999; Kaya vd. 2007; Ünsal 2007; Ünsal vd. 2008; Koca 2019; Eker 2019; Karayel vd. 2020; Uçar 2019; Uçar ve Erman 2021; Uçar vd. 2020; Dönder ve Toğay 2021). Yurt dışında da nohut bitkisinin organik gübrelemeye tepkileri araştırılmıştır (Jat and Ahlawat 2004; Otieno et al. 2009; Singh et al. 2012; Mahawar 2013; Mir Hamed et al. 2014; Saadati and Baghi 2014). Organik gübrelerin değişik bitkilerin verim ve verim öğeleri (bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı) ile besin madde içeriklerine olumlu etki yaptıkları çoğu araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Aydeniz ve Danışman 1983; Brohi 1987; Bender vd. 1998; Foth and Ellis 1998; Erdal ve Tarakçıoğlu 2000; Altınbaş vd. 2004; Khaliq et al. 2006).

Hümk asitin nohutta, tane verimi ve 100 tane ağırlığını arttırdığı belirtilmiştir (Gad et al. 2012; Moghaddam et al. 2017). Nohutta büyüme düzenleyicileri (benzoik asit, askorbik asit, fulvik asit, hümk asit) bitki gelişim ve verimi üzerine olumlu etki yapmıştır. Bitki boyu 72-98 cm, dal sayısı 10-17 adet, tane sayısı 76-118 adet, bitki tane verimi 26-54 g ve bitki bakla sayısı 35-78 adet arasında olduğu bulunmuştur (Amin et al. 2018). Kahraman (2017) hümk asitin nohutta bitki boyu, bitki bakla sayısı ve tane verimi üzerine olumlu etkilerini bildirmiş, Kulaz ve Çiftçi (1999) ekim sıklığının verim ve verim öğelerini önemli etkilediğini bulmuşlardır. Tane veriminin 123-147 kg/da, biyolojik verimin 33-40 g/bitki, bitkide bakla sayısının 10-12 adet, bitki boyunun 28-31 cm, bitki tane veriminin 10-13 g, bitki ana dal sayısının 2,8-3,0 adet, bitki yan dal sayısının 1,8-3,2 adet, bin tane ağırlığının 261-623 g arasında olduğu bildirilmiştir.

Yeni Delhi'de solucan gübresi, biyogübreler ve fosforun nohuda etkileri değerlendirilmiş, solucan gübresiyle (3 ton/ha) daha yüksek kuru madde (19,78 g/bitki), yaprak alan indeksi (1,57), bakla/bitki (27,38), tohum (2,35 ton/ha) ve saman verimi (3,81 t/ha) elde edilmiştir (Jat and Ahlawat 2004). Kaya vd. (2007) organik gübre olarak şlempenin tane verimini %12-35 kadar arttığını, bitki ağırlığının 12-36 g, bitki boyunun 33-38 cm, bitkide bakla sayısının 11-19 adet, bitkide tane sayısının 14-22 adet, bitkide tane ağırlığının 5-9 g, 100 tane ağırlığının 36-41 g, tane veriminin 89-176 kg/da arasında

olduğunu bildirmişlerdir. Diğer bir araştırmada (Elsiddig et al. 1998) ise, nohutun 100 tane ağırlığı üzerine organik madde ilavesinin olumlu etkide bulunduğu vurgulanmıştır.

İran'da nohuda uygulanan hümik asitin incelenen özelliklerin çoğunda önemli etkide olduğu, 100 tane ağırlığının 20-25 g, tane veriminin 89-239 kg/da, bitki tane ağırlığının 20-23 g arasında olduğu bulunmuştur (Saadati and Baghi 2014). Kahraman (2017) hümik asitin nohutta bitki boyunu 54 cm'e, bitki bakla sayısını 41 adete, tane verimini 246 kg/da'a, 1000 tane ağırlığını 450 g'a kadar arttırdığını bildirmiştir. Aynı araştırmacı (Kahraman 2020) proteinin %20,56-25,89 arasında olduğunu belirtmiştir. Nohut bitkisinin tanesindeki N'un %2,89-3,76, proteinin %17,5-23,5, karbonhidratın %57,56-64,70, külün %2,83-3,25 arasında olduğu bildirilmiştir (Seleiman and Abdelaal 2018).

Hindistan'da biyokömür (biochar) ve solucan gübresinin (vermikompost) nohuta etkileri araştırılmış, tane veriminin solucan gübresinde %28-39, biyokömürde %23-36 olduğunu bildirilmiştir (Dubey et al. 2020). İran'da nohuta yeşil gübre, ahır gübresi, kompost, TSP ve bakteri uygulamalarının Fe ve Mg'ye olumlu etkisi olmuştur. Yaprak N'si %3,17-5,26, P'si %0,21-0,43, K'sı %1,80-2,41, tane verimi 969-2560 kg/ha, 100 tane ağırlığının 19,52-21,31 g arasında olduğu bildirilmiştir (Mohammadi et al. 2011). Nohut bitkisinin yaprağındaki minerallerden, Ca'nın 13,1-22,6 g/kg, Mg'nin 3,2-6,2 g/kg, K'nın 33,1-47,8 g/kg, P'nin 4,3-7,6 g/kg, Fe'nin 79,3-186,5 mg/kg, Zn'nin 55,9-163,1 mg/kg, Mn'nin 14,8-139,4 mg/kg, Cu'nun 1,3-11,2 mg/kg arasında olduğu bildirilmiştir (İbrikci et al. 2003). Yine nohut çeşitlerinin yapraklarındaki elementlerden, N'nin 1,22-2,18 g/100 g, P'nin 132,29-150,46 mg/100 g, Ca'nın 272-350 mg/100 g, Mg'nin 79,11-101,72 mg/100 g, Fe'nin 1,14-3,09 mg/100 g, Zn'nin 1,07-2,44 mg/100 g, Cu'nun 0,05-0,8 mg/100 g, Mn'nin 0,91-1,22 mg/100 g arasında olduğu belirtilmiştir (Turan and Elkoca 2008).

Pakistan'da nohut genotiplerine 9:23:0, 18:46:12 ve 27:69:25 (NPK) gübreleri uygulanmış, 9:23:0 gübresinin tane verimini arttırdığı bildirilmiştir. Bitki boyu 42,7-67,0 cm, bitki bakla sayısı 32-79, yüz tane ağırlığı 12,1-28,2 g, tane verimi 1000-2105 kg/ha arasında bulunmuştur (Rashid et al. 2021). Nohuta HA+Zn ile en yüksek biyolojik verim 485 kg/da, tane verimi 292 kg/da, bin tane ağırlığı 549 g, bitki boyu 33 cm, bitki bakla sayısı 11 adet, bitki tane verimi 5 g ve tane sayısı 9 adet bulunmuştur. Uygulamalar tane ve gövdede N ve K'yı arttırmış, P'yi azaltmıştır Ünsal (2007). Ahır gübresi, kompost ve

bakteri aşılama nohutta yaprak N, P, K, Fe, Mg içeriklerini önemle arttırmış, N %3,17-5,26, P %0,21-0,43 ve K %1,80-2,41 arasında bulunmuştur (Mohammadi et al. 2011). Ünsal vd. (2008) nohutta HA+Zn'nin tane ve gövdedeki Fe ve Zn'yi arttığını belirtmişlerdir. Akay ve Önder (2004) farklı nohut çeşitlerindeki bitki boyunun 27,8-44,5 cm, bitki bakla sayısının 17,7-32,6 adet, biyolojik verimin 388,33-629,17 kg/da, tane veriminin 142,36-281,61 kg/da arasında bulmuşlardır. Kahraman (2017) HA'yı nohuta uygulamış, 29,56-41,44 bakla/bitki, 38,33-54,44 cm bitki boyu, 2,33-3,00 ana dal/bitki, 183,16-245,53 kg/da tane verimi ve 417,23-449,90 g bin tane ağırlığı elde edildiğini, Kahraman (2020) HA'nın tane protein içeriğine olumlu etki yaptığını belirtmiştir. Nohut bitkisine ahır gübresi, solucan gübresi, P, Zn ve N+P gübreleri uygulanmış, bitki boyu 49-63,6 cm, bitki dal sayısı 6,1-8,9 adet, bitki bakla sayısı 5,7-77 adet, 100 tane ağırlığı 12,2-14,3 g, tane verimi 1070-1329 kg/ha arasında elde edilmiştir (Singh et al. 2012). İran'da, nohuta uygulanan biyolojik gübrenin verim, tane ağırlığı ve proteine, fosforun bakla sayısına etkili olduğu belirtilmiştir (Mir et al. 2014).

Koca (2019) nohutlarda, nodozitenin 3-7 adet, bitki boyunun 25-31 cm, bitki bakla sayısının 10-18 adet, bitki tane sayısının 10-17 adet, bitki biyolojik veriminin 8-15 g, bitki tane ağırlığının 4-8 g, tane veriminin 93-151 kg/da, 100 tane ağırlığının 22-44 g arasında olduğunu belirtmiştir. Eker (2019) nohuta DAP, TSP, üre ve bakteri uygulamış, DAP uygulamasının en yüksek nodül sayısı çiçeklenme öncesinde 110,5 adet, çiçeklenme döneminde 113,7 adet ve P uygulamasında 108,7 adet olduğunu bulmuştur. Karayel vd. (2020) nohutta ahır gübresi ve kimyasal gübre uygulamış, biyolojik verim, bitki bakla sayısı, tane verimi, tane protein oranı, tane Fe ve Cu içeriğinin istatistiksel olarak etkilendiğini belirtmişlerdir. Bitki boyu 54-61 cm, ana dal sayısı 3-4 adet, bakla sayısı 30-46 adet/bitki, biyolojik verim 43-62 g/bitki, 100 tane ağırlığı 51-54 g ve tane verimi 12-19 g/bitki arasında bulunmuştur. Uçar vd. (2020) leonarditin nohut verimi ve bazı özelliklerine etkilerini araştırmış, leonarditin bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bakla sayısı, bitkide tane sayısı, 100 tane ağırlığı ve tane verimine etkilerini önemli bulmuştur. Bitki boyu 51,0-57,5 cm, ilk bakla yüksekliği 27,9-33,1 cm, bitkide bakla sayısı 30,2-34,2 adet/bitki, bitkide tane sayısı 33,2-37,9 adet/bitki, 100 tane ağırlığı 31,2-35,4 g ve tane verimi 169,7-208,2 kg/da arasında bulunmuştur. Çalışmada 100 kg/da leonarditin en yüksek değerleri verdiği ve dozların biraz daha arttırılması gerektiği vurgulanmıştır.

Ünsal vd. (2008) HA+Zn uygulamasının nohutta, biyolojik verim, tane verimi, bin dane ağırlığı, bitki boyu, bakla sayısı, tane sayısında etkili olduğu, yüksek sonuçları 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 (40 kg HA/da + 4 kg Zn/da) olarak bildirmişlerdir. Mardin’de nohuta HA+K uygulamalarıyla kriterlerde önemli artışlar olmuş, en yüksek tohum verimi 20 kg/da K + 60 kg/da HA’dan (286,9 kg/da) elde edilmiştir. Hümik asitin, bitki boyunu 4 cm (47-51 cm), dal sayısını 1 adet (4-5 adet), bitki bakla sayısını 9 adet (23-32 adet), bitki tane sayısını 9 adet (24-33 adet), tane verimini 27 kg/da (235-263 kg/da) ve 100 tane ağırlığını 4 g (32-36 g) arttırdığı tespit edilmiştir (Dönder and Toğay 2021). Nohut bitki boyunun 21-40 cm, dal sayısının 5-10 adet, 100 tane ağırlığının 27-46 g, tane veriminin 480-671 kg/ha arasında olduğu bildirilmiştir (Ali and Ali 2019). Kaçar vd. (2005), nohutta N ve bakteri aşılama ile tane veriminin 139-163 kg/da arasında, Çakır (2005) aşılama ile nohut boyunun %1,6-3,6, tane sayısının %13,8-27,6 ve kök kuru ağırlığının %1-13 arttığını belirtmiştir. Babagil (2010) kıraç koşullarda 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, Uzun vd. (2012) nohutta bitki boyunun 34-40 cm, bitki dal sayısının 2,9-3,9 adet, 100 tane ağırlığının 43,4-55,7 g ve verimin 172-285 kg/da arasında olduğunu bulmuştur. Hindistan’da nohutun dal sayısının 2-12 adet, bakla boyunun 15-30 mm, baklada 1-25 tane, 100 tane ağırlığının 16-45 g, toprak üstü aksamın 4-95 cm arasında olduğu, kökün 3 m’ye gidebildiği vurgulanmıştır (Chauhan et al. 2021).

Nohutun orijininin Türkiye ve Suriye olduğu, dünyada 300’den fazla çeşidinin olduğu, bunların 50’sinden fazlasının Akdeniz havzasında bulunduğu belirtilmiştir (Singh 1997). Hindistan ve Avustralya nohut üretiminde dünyanın %73’ünü oluşturmaktadırlar. Ortalama verim Hindistan’da 893 kg/ha, Avustralya’da 1491 kg/ha, Myanmar’da 1492 kg/ha, Etopya’da 2007 kg/ha, Türkiye’de 1259 kg/ha, Pakistan’da 349 kg/ha’dır (FAOSTAT 2020). 2000 kg/ha civarında verim için 125 kg N/ha, 10 kg P/ha ve 63 kg K/ha’a ihtiyaç olduğu bildirilmiştir. 100 tane ağırlığının 25-45 g ve daha fazla olduğu bildirilmiştir (Singh et al. 2021). Nohutta nodül sayısının 8-18 adet/bitki (Aydın ve Sepetoğlu 1991) ve 3-7 adet/bitki (Müderrişzade 1996) olduğu bulunmuştur. Bitki boyu 20-100 cm, bazen de 150 cm’ye kadar uzanabilir (Saxena and Singh 1985). Diyarbakır’dai bir nohut çalışmasında, bitki boyu 37-43 cm arasında (Türk 2001), Amasya’da 33-49 cm arasında (Bozoğlu vd. 2007) olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2021 yılı ilkbaharında Kahramanmaraş, Suçatı-Karadut yöresindeki çiftçi tarlasında yürütülmüştür. Denemede kullanılan nohut yörede tarımı yapılan türe aittir. Denemede nohuta uygulanan leonardit materyali Afşin-Elbistan Termik santrali civarında çıkarılan ve çiftçileri tarafından son yıllarda organik bir materyal olarak kullanılmaktadır.

Ekim öncesi arazi sürülmüş, düzeltilmiş, parselizasyon işlemi yapılmış, yabancı otlar elle temizlenmiştir. Farklı leonardit dozları 0 kg/da (kontrol), 1000 kg/da, 2000 kg/da, 3000 kg/da ekimden önce toprağa ekim için açılan 3-4 cm'lik sıralara parsel içinde eşit olacak şekilde önceden toprağa karıştırılmış ve daha sonra ekim yapılmıştır. Bu leonardit miktarları daha önceki çalışmalar olan; Ece vd. (2007)'nin fasulyeye 1-2 ton/da, Sarıyıldız'ın (2020) sarımsağa 690-970 kg/ha, antepfıstığı fidanlarına 0,24-0,96 ton/da (Demirkıran and Cengiz 2010), horozibiği süs bitkisine 50-150 kg/da (Keten and Tanrıverdi 2020), çavdara 250-750 kg/ha (Yolcu et al. 2011), mısıra 5 ton/ha (Şeker and Ersoy 2005), domatese ve buğdaya 5.8-11 t/ha (Wallaca and Wallaca 1986), salatalık bitkisine 15-45 t/ha (Singkham and Ditthakit 2019) ile 4-10 ton/da (Majeed 2021) arasında doz uygulayanlardan yorum yapılarak 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).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın yapıldığı araziden alınan toprakların analiz sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. 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)

Sonuçlara bakıldığında, toprağın organik madde, fosfor ve potasyum açılarından 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 (Başar 2001; Zengin vd. 2003; Öner 2014; Demirekin 2014; Fidancı 2015; Soba vd. 2015; Akça vd. 2015; Yağanoğlu ve Aydın 2017). Kahramanmaraş topraklarında yapılan diğer toprak analizlerinde ise, toprakların genellikle nötr-hafif alkalin, hafif tuzlu, kireci yüksek, organik maddesi düşük, yarayırlı K’nın yeterli, P’nin yeterli çıkmıştır (Yılmaz 2020). Karagöktaş (2012) Afşin-Elbistan topraklarının saturasyonlarının %52-74 arasında, toplam tuz miktarının %0,07-0,25 arasında, bitkiye yarayırlı fosforun 8,9-116,5 mg/kg arasında, bitkiye yarayırlı potasyumun 119-1256 mg/kg arasında olduğu belirtmiştir. Saltalı vd. (2018) Kahramanmaraş-Narlı ovasında yaptıkları çalışmada, toprakların pH’sının 7,76-8,25, EC’sinin 1,59-4,78 dS/m, CaCO₃ içeriğinin %3,9-27,4 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çalışmada kullanılan leonarditin analiz sonuçları ve leonardit hakkında daha önce yapılmış çalışmalarda elde edilen leonardit analizlerinin verileri aşağıdaki Tablo 4.2-4.11 arasındaki tablolarda karşılaştırmalı olarak (elde edilen sonuç, önceki analiz sonuçlarının neresinde bulunduğu şekliyle) verilmiştir.

Tablo 4.2. Kullanılan leonarditin azot analiz sonucu ve önceki araştırmalardaki sonuçlarla karşılaştırma

Azot (N)	Referanslarla karşılaştırma
<u>%2,52</u>	0,001 (Duval et al. 1998); 0,06 (Hetmamemko et al. 2021); 0,04-0,34 (Coselval et al. 2017); 0,22 (Fascella et al. 2021); 0,25-0,60 (Ratanaprommanee et al. 2017); 0,6 (Thongchai et al. 2019; Saengwilai and Meeinkuirt 2021); 0,71 (Qian et al. 2015); 0,8 (Zeledón-Toruño et al. 2005, 2007; Olivella et al. 2011; Lao-Luque et al. 2014); 0,84 (Karaca et al. 2006; Demirkiran and Cengiz 2010); 0,88 (Barone et al. 2019); 0,9 (Kołodziej et al. 2013; Wang et al. 2020, 2021); 1,05 (Turgay et al. 2009); 0,97 (Nazli et al. (2014a); 1 (Literdo et al. 2021); 1,04 (Wight et al. 2016); 1,1 (Singkham and Ditthakit 2019); 0,01-1,35 (Simandl et al. 2000); 1,11-1,30 (Pertuit et al. 2001); 1,12 (Sarıyıldız 2020; Yolcu 2011); 1,2 (O'Donnell 1970; Kulikova et al. 2021); 1,27 (Akinremi et al. 2000); 1,4 (Cooper et al. 1998); 1,46 (Filcheva et al. 2017); 1,49 (Akimbekov et al. 2020); 1,5 (Nuzzo et al. 2018); 1,61 (Gao et al. 2012); 1,79 (Sanli et al. 2013); 0,73-1,79 (Ece et al. 2007; Pérez-de-Mora et al. 2006); 1,67 (Ertani et al. 2019); 2 (Olego et al. (2015); <u>2,22 (Yılmaz vd. 2008); 2-3 (Zengin 2013); 2,34 (Çeler 2013); 2,9-4,5 (Karaman vd. 2012); 3,1 (Holatko et al. 2020); 0,8-5,5 (Buffle 1988); 4,54 (Karaman et al. 2013)</u>

Tablo 4.3. Kullanılan leonarditin fosfor analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma

Fosfor (P)	Referanslarla karşılaştırma
<u>%0,266</u>	0,0002 (Çeler 2013); 0,001 (Duval et al. 1998; Hetmamemko et al. 2021); 0,002 (Sanli et al. 2013); 0,002-0,02 (Shutsrirung 2008); 0,003-0,02 (Ratanaprommanee et al. 2017); 0,06 (Barone et al. 2019); 0,007-0,087 (Simandl et al. 2000); <0,087 (Aylen et al. 2004); 0,017 (Karaca et al. 2006; Demirkiran and Cengiz 2010); 0,025 (Dolphen and Thiravetyan 2019); 0,045 (Turgay et al. 2009); 0,07 (Literdo et al. 2021); 0,09 (Sarıyıldız 2020; Yolcu 2011); 0,04-0,16 (Karaman vd. 2012); 0,131 (Olego et al. (2015); 0,14 (Nazli et al. (2014a); <u>0,23 Fascella et al. 2021); 0,29 (Terdputtakun et al. 2017); 0,3 (Cooper et al. 1998); 0,32 (Singkham and Ditthakit 2019); 0,38 (Filcheva et al. 2017); 0,4-0,8 (Pertuit et al. 2001); 1,69 (Yılmaz vd. 2008)</u>

Tablo 4.4. Kullanılan leonarditin potasyum analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma

Potasyum (K)	Referanslarla karşılaştırma
<u>%0,41</u>	0,002 (Duval et al. 1998); 0,003 (Çeler 2013); 0,014 (Sanli et al. 2013); 0,02 (Pertuit et al. 2001; Hetmamemko et al. 2021); 0,03-0,2 (Wang et al. 2021); <0,08 (Kołodziej et al. 2013); 0,08 (Literdo et al. 2021); 0,114 (Turgay et al. 2009); 0,135 (Sanli et al. 2013); 0,04-0,19 (Simandl et al. 2000); 0,1 (Nazli et al. (2014a); 0,15 (Barone et al. 2019); 0,17 (Thongchai et al. 2019; Saengwilai and Meeinkuirt 2021); 0,14-0,28 (Karaman vd. 2012); <u>0,37 (Filcheva et al. 2017); 0,51 (Sarıyıldız 2020); 0,66 (Olego et al. (2015); 0,81 (Singkham and Ditthakit 2019); 1,1 (Chammui et al. 2014; Holatko et al. 2020); 1,17-1,77 (Chammui et al. 2014); 1,90 (Terdputtakun et al. 2017); 1,93 (Dolphen and Thiravetyan 2019); 0,84-2,24 (Ratanaprommanee et al. 2017); 2,11 (Yılmaz vd. 2008); 0,51-3,97 (Perez-de-Mora et al. 2006; Yolcu 2011); 4,89 Fascella et al. 2021)</u>

Tablo 4.5. Kullanılan leonarditin kalsiyum analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma

Kalsiyum (Ca)	Referanslarla karşılaştırma
<u>%0,30</u>	0,05-0,14 (Chammui et al. 2014); 0,16 (Çeler 2013); 0,2 (Singkham and Dittthakit 2019); <u>0,03-0,7 (Wang et al. 2021); 0,32 (Kołodziej et al. 2013); 0,1-0,87 (Karaman vd. 2012); 0,41 Fascella et al. 2021); 0,63 (Literdo et al. 2021); 0,42-1,54 (Simandl et al. 2000); 0,7-1,6 (Pertuit et al. 2001); 0,89 (Duval et al.1998); 0,90 (Barone et al. 2019); 1,4 (Yolcu 2011); 1,70 (Thongchai et al. 2019; Dolphen and Thiravetyan 2019; Saengwilai and Meeinkuirt 2021); 2,5 (Olego et al. (2015); 0,55-3,36 (Ratanaprommanee et al. 2017; Perez-de-Mora et al. 2006; Ece et al. 2007); 1,5 (Holatko et al. 2020); 2,02 (Terdputtakun et al. 2017); 1,09-4,03 (Chammui et al. 2014); 4,16 (Filcheva et al. 2017); 5,53 (Yılmaz vd. 2008)</u>

Tablo 4.6. Kullanılan leonarditin magnezyum analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma

Magnezyum (Mg)	Referanslarla karşılaştırma
<u>%0,15</u>	0,016 (Çeler 2013); <0,06 (Kołodziej et al. 2013); 0,06 (Duval et al.1998; Literdo et al. 2021); 0,05-0,09 (Karaman vd. 2012); <u>0,02-0,2 (Wang et al. 2021); 0,15 (Barone et al. 2019); 0,1-0,3 (Pertuit et al. 2001); 0,24 (Yolcu 2011); 0,28 (Thongchai et al. 2019; Saengwilai and Meeinkuirt 2021); 0,31 (Dolphen and Thiravetyan 2019); 0,39 Fascella et al. 2021); 0,16-0,67 (Simandl et al. 2000); 0,47 (Filcheva et al. 2017); 0,51 (Terdputtakun et al. 2017); 0,65 (Chammui et al. 2014); 0,30-0,78 (Ratanaprommanee et al. 2017; Perez-de-Mora et al. 2006; Ece et al. 2007); 1,09 (Olego et al. (2015); 1,13 (Yılmaz vd. 2008)</u>

Tablo 4.7. Kullanılan leonarditin sodyum analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma

Sodyum (Na)	Referanslarla karşılaştırma
<u>608,7 mg/kg</u>	20 (Çeler 2013); 56-91 (Karaman vd. 2012); <u>300-3300 (Simandl et al. 2000); 636 (Duval et al.1998); 960 (Yolcu 2011); 1480 (Filcheva et al. 2017); 1550 (Kołodziej et al. 2013); 7230-11460 (Wang et al. 2021); 12700 (Barone et al. 2019); 15000 (Holatko et al. 2020); 31000 Fascella et al. 2021)</u>

Tablo 4.8. Kullanılan leonarditin bakır analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma

Bakır (Cu)	Referanslarla karşılaştırma
<u>4,22 mg/kg</u>	0,01 (Duval et al.1998); 0,01-0,14 (Karaman vd. 2012); <32 (Aylen et al. 2004); 0,19-0,35 (Chammui et al. 2014); <u>3 (Fascella et al. 2021); 5-10 (Pertuit et al. 2001); 10,2 (Literdo et al. 2021); 14,6 (Kołodziej et al. 2013); 19 (Holatko et al. 2020); 12-32 (Simandl et al. 2000); 52 (Yılmaz vd. 2008); 63 (Olego et al. (2015); 71 (Olivella et al. 2011); 120 (Yolcu 2011)</u>

Tablo 4.9. Kullanılan leonarditin mangan analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma

Mangan (Mn)	Referanslarla karşılaştırma
<u>71,56 mg/kg</u>	1,84 (Duval et al.1998); 0,01-8,2 (Karaman vd. 2012); 1,52-8,19 (Karaman et al. 2013); 14 (Kołodziej et al. 2013); 25 (Olivella et al. 2011); 34,6 (Literdo et al. 2021); 30-60 (Pertuit et al. 2001); 7-187 (Simandl et al. 2000); 50-212 (Ratanaprommanee et al. 2017; Perez-de-Mora et al. 2006; Ece et al. 2007); 102-136 (Chammui et al. 2014); <187 (Aylen et al. 2004); 255 (Yolcu 2011); 350 (Olego et al. (2015); 497 (Yılmaz vd. 2008)

Tablo 4.10. Kullanılan leonarditin çinko analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma

Çinko (Zn)	Referanslarla karşılaştırma
<u>18,06 mg/kg</u>	0,18 (Duval et al.1998); 0,02-7,4 (Karaman vd. 2012); 2,5 Fascella et al. 2021); 7,11-7,44 (Karaman et al. 2013); 13,3 (Kołodziej et al. 2013); 19,4 (Literdo et al. 2021); 11-96 (Pertuit et al. 2001); 25 (Olivella et al. 2011); <74 (Aylen et al. 2004); 40 (Saengwilai and Meeinkuirt 2021); 64 (Holatko et al. 2020); 33-71 (Simandl et al. 2000); 19-149 (Ratanaprommanee et al. 2017; Perez-de-Mora et al. 2006; Ece et al. 2007); 200 (Olego et al. (2015); 373 (Yılmaz vd. 2008); 685 (Yolcu 2011)

Tablo 4.11. Kullanılan leonarditin demir analiz sonucu ve önceki araştırmalarda bulunan sonuçlarla karşılaştırma

Demir (Fe)	Referanslarla karşılaştırma
<u>5921,41 mg/kg</u>	0,05-7,4 (Karaman vd. 2012); 297 (Duval et al.1998); 1000 Fascella et al. 2021); 1993 (Yılmaz vd. 2008); 5560 (Dolphin and Thiravetyan 2019); 6800 (Yolcu 2011); 9422 (Kołodziej et al. 2013); 4760-21510 (Pertuit et al. 2001); 9932 (Filcheva et al. 2017); 10000 (Kołodziej et al. 2013); 10200 (Barone et al. 2019); 14760 (Literdo et al. 2021); 8500-26800 (Simandl et al. 2000); 16000 (Holatko et al. 2020); 16200-53300 (Ratanaprommanee et al. 2017; Perez-de-Mora et al. 2006; Ece et al. 2007); 35000 (Olego et al. (2015); 50778-51338 (Chammui et al. 2014); 72540 (Terdputtakun et al. 2017)

Çalışmada kullanılan leonarditin analiz sonuçları leonarditle daha önce yapılmış çalışmalardaki leonarditin analizleri karşılaştırıldığında, leonarditin elementel içeriklerinin (N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Fe) önceki leonardit verileri ile uyum içerisinde olduğu belirlenmiş ve tablolarda uyumlu olduğu referansların karşısında belirtilmiştir. Leonarditlerin içeriklerinin farklılığı ise leonarditin olduğu yerin iklimi, içeriği meydana getiren organik kaynakların değişkenliği ve çözünme, ayrışma gibi fizikokimyasal olayların değişkenliğinden meydana geldiği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, nohut bitkisine uygulanan leonarditin 25 Mayıs 2021 tarihindeki belirlenen kuru bitki ağırlığı, yaş ağırlığı, gövde uzunluğu, kök uzunluğu, nodül sayısı, anadal sayısı ortalama değerlerinden kuru ve yaş bitki ağırlığı ile nodül sayısı önemli bulunmuş ve bu ortalama değerlerin istatistiksel açıdan farklılıkları Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12. Leonarditin nohut bazı gelişim faktörleri üzerine etkisi (25 Mayıs 2021)

Uygulama	Kuru bitki ağırlığı	Yaş ağırlığı	Gövde uzunluğu	Kök uzunluğu	Nodül sayısı	Anadal sayısı
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 değerlerinden ana dal sayısı ve 100 tane ağırlığı önemli bulunmuş ve bu ortalama değerlerin istatistiksel açıdan farklılıkları Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13. Leonarditin nohut bazı gelişim faktörleri üzerine etkisi (23 Temmuz 2021)

Uygulama	Kuru nohut ağırlığı	Gövde uzunluğu	Anadal sayısı	Bitki tane sayısı	Bitki tane ağırlığı	100 tane ağırlığı
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

Ayrıca, nohut bitkisine uygulanan leonarditin bitkinin yaprağındaki makro besin maddesi miktarlarına (N ,P, K, Ca, Mg) ait ortalama değerlerin tümü önemli bulunmuş ve bu ortalama değerlerin istatistiksel açıdan farklılıkları Tablo 4.14'te verilmiştir.

Tablo 4.14. Leonarditin nohut bitkisindeki makro besin madde miktarları üzerine etkisi

Uygulama	N	P	K	Ca	Mg
L0	5,160C	0,506D	2,353C	1,360C	0,497C
L1	5,430C	0,620C	2,777B	1,637B	0,570B
L2	6,417B	0,652B	2,897B	1,727B	0,617AB
L3	6,973A	0,681A	3,150A	1,853A	0,660A

Bununla birlikte, nohut bitkisine uygulanan leonarditin bitkinin yaprağındaki mikro besin maddesi miktarlarına (Na, Cu, Mn, Zn, Fe) ait ortalama değerlerin tümü önemli bulunmuş ve bu ortalama değerlerin istatistiksel açıdan farklılıkları Tablo 4.15'te verilmiştir.

Tablo 4.15. Leonarditin nohut bitkisindeki mikro besin madde miktarları üzerine etkisi

Uygulama	Na	Cu	Mn	Zn	Fe
L0	359,100	7,750B	41,887C	22,327D	276,237C
L1	346,767	9,487AB	56,937A	30,917C	365,060B
L2	365,733	9,237AB	50,153B	35,140B	398,313B
L3	395,100	10,353A	57,980A	41,070A	497,280A

Elde edilen sonuçlara göre leonardit uygulamaları makro elementler (N, P, K, Ca, Mg) ve mikro elementlerin (Na, Cu, Mn, Zn, Fe) bitkideki miktarlarının artışına sebep olmuştur.

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 biyoması üzerine leonarditin etkilerine bakıldığında ise L3 uygulamasının en yüksek değerin 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. Bu deneme sonucunda bulunan leonarditin veya hümkik materyallerin bitkilerin gelişim, verim ve bazı fizyolojik parametreleri üzerine bulunan olumlu etkisi önceki değişik araştırmacılar tarafından da desteklenmiştir (Tan and Nopamornbodi 1979; Bryan 1976; Iswaran et al. 1980; Rauthan and Schnitzer 1981; Aydeniz ve Danışman 1983; Saxena and Singh 1985; Brohi 1987;

Karnok 1989; Lee and Bartlett 1976; Sanders et al. 1990; Aydın ve Sepetoğlu 1991; David et al. 1994; Reynolds et al. 1995; Fernandez et al. 1996; Bender vd. 1998; Adani et al. 1998, Foth and Ellis 1998; Elsiddig et al. 1998; Kulaz ve Çiftçi 1999; Akinremi et al. 2000; Erik et al. 2000; Erdal ve Tarakçıoğlu 2000; Pertuit et al. 2001; Türk 2001; Dursun et al. 2002; Canelleas et al. 2002, 2011; Serenella et al. 2002; Dilk 2002; Dudley et al. 2004; Altınbaş vd. 2004; Jat and Ahlawat 2004; Akay ve Önder 2004; Cimrin and Yılmaz 2005; Kaçar vd. 2005; Çakır 2005; Topcuoglu ve Onal 2006; Khaliq et al. 2006; Kaya vd. 2007; Ünsal 2007; Ece et al. 2007; Bozoğlu vd. 2007; Ünsal vd. 2008; Dobrzański et al. 2008; Gadimov et al. 2009; Nardi et al. 2009; Otieno et al. 2009; Trevisan et al. 2010a,b; Babagil 2010; Unlu et al. 2010; Öztürk 2010; Seyedbagheri 2010; Shahyari et al. 2011; Azcona et al. 2011; Özel 2011; Ergönül 2011; Mohammadi et al. 2011; Jafari et al. 2012a,b; Demir et al. 2012; Gad et al. 2012; Singh et al. 2012; Peymaninia et al. 2012; Uzun vd. 2012; Sajid et al. 2012; Turan et al. 2012; Kołodziej et al. 2013; Sanli et al. 2013; Sugier et al. 2013; Mahawar 2013; Çeler 2013; Bakry et al. 2014; Mir Hamed et al. 2014; Nazli et al. 2014a,b; David et al. 2014; Saadati and Baghi 2014; Meganid et al. 2015; Tahiri et al. 2015; Maibodi et al. 2015; Qian et al. 2015; Albayrak vd. 2015; Gercia et al. 2016; Kolay vd. 2016; Sun et al. 2016; Batanay 2016; Tahiri et al. 2016; Tamer vd. 2016; Gürsoy 2016; Mostofa ve Akın 2017; Ratanaprommanee et al. 2017; Moghaddam et al. 2017; Öktem vd. 2017; Coselval et al. 2017; Kahraman 2017; Sesveren ve Taş 2018; Amin et al. 2018; Adiloğlu et al. 2018a; Ertani et al. 2019; İmamoğlu 2019; Yıldız vd. 2019; Ali and Ali 2019; Uçar 2019; Koca 2019; Cieschi et al. 2019; Eker 2019; Dias et al. 2020; Akimbekov et al. 2020; Uçar vd. 2020; Dubey et al. 2020; Karayel vd. 2020; Bulut 2020; Ertekin vd. 2020; Kiyas 2020; Aygün ve Mert 2020; Ayhan et al. 2021; Literdo et al. 2021; Lüdtke et al. 2021; Yılmaz vd. 2021; Chen et al. 2021; Fascella et al. 2021; Uçar ve Erman 2021; Dönder ve Toğay 2021; Majeed 2021; Rashid et al. 2021; Chauhan et al. 2021).

Tarla denemesinde nohut bitkisinde çiçeklenme döneminde alının yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda makro elementlere bakıldığında, azot içeriğinin %5,16-6,97 arasında, fosfor içeriğinin %0,51-0,68 arasında, potasyumun %2,35-3,15 arasında, kalsiyumun %1,36-1,85 arasında, magnezyumun %0,50-0,66 arasında olduğu gözlenmiştir. Nohut bitkisindeki yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda mikro elementlere bakıldığında ise, sodyum içeriğinin 346,77-395,10 ppm arasında, bakır

içeriğinin 7,75-10,35 ppm arasında, manganın 41,89-57,98 ppm arasında, çinkonun 22,33-41,07 ppm arasında, demirin 276,24-497,28 ppm arasında olduğu gözlenmiştir.

Leonardit uygulamasıyla bulunan bu bitki besin elementi artışlarının olduğu sonuçların, daha önceki elde edilen çoğu sonuçlarla uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Bunlardan kısaca bahsedilecek olursa aşağıdaki araştırmacılar görülmektedir: DeKock et al. (1960), Tan and Nopamombobi (1979), Duplessis and Mackenzie (1983), Aydeniz ve Danışman (1983), Brohi (1987), Tattini et al. (1990), Sozudogru vd. (1996), Foth and Ellis (1998), Bender vd. (1998), Adani et al. (1998), Cooper et al. (1998), Pinton et al. (1999), Günaydın (1999), Akinremi et al. (2000), Erdal ve Tarakçıoğlu (2000), Ibrikci et al. (2003), Alloway (2004), Altınbaş vd. (2004), Khaliq et al. (2006), Topcuoglu ve Onal (2006), Ünsal (2007), Turan and Elkoca (2008), Dobrzański et al. (2008), Ünsal vd. (2008), Aguire et al. (2009), Elena et al. (2009), Demirkıran and Cengiz (2010), Ertani et al. (2011), Yolcu et el. (2011), Mohammadi et al. (2011), Turan et al. (2012), Yılmaz et al. (2012), Sağlam et al. (2012), El-Nemr et al. (2012), Srisomang et al. (2014), Suh et al. (2014), David et al. (2014), Husein et al. (2015), Tahiri et al. (2015), Maibodi et al. (2015), Azizzadeh et al. (2016), Adiloğlu et al. (2018a, 2018b), Cieschi et al. (2019), Demirer (2019), Bulut (2020), Dias et al. (2020), Sarıyıldız (2020), Kiyas (2020), Kaya et al. (2020), Chen et al. (2021), Literdo et al. (2021), Lüdtke et al. (2021), Majeed (2021).

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. Sonuçlara göre leonardit uygulamalarının (L3 dozuna kadar) makro elementler (N, P, K, Ca ve Mg) ve mikro elementlerin (Na, Cu, Mn, Zn ve Fe) bitkideki miktarlarında artışına sebep olduğu anlaşılmıştır. Bitkinin 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 yine L3 uygulamasının en yüksek değerini 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 katkılarının 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.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Elde edilen sonuçlara göre leonardit uygulamaları çoğu makro ve mikro elementlerin bitkideki miktarlarında artışına sebep olmuştur. Bunun nedeni de leonarditin içeriğinin besin maddelerince oldukça zengin oluşuna yorumlanmaktadır.

Nohut bitkisinin çiçeklenme döneminde alınan örneklerdeki en yüksek bitki kuru ağırlığı 2,76 g, bitki yaş ağırlığı 12,40 g, gövde uzunluğu 34,30 cm, kök uzunluğu 12,30 cm, nodül sayısı 14,70 adet, anadal sayısı 2,74 adet olduğu gözlenmiştir. Hasat zamanındaki ölçümlere bakıldığında, en yüksek bitki kuru ağırlığının 5,21 g, gövde uzunluğunun 53,67 cm, dal sayısının 5,80 adet, bitki tane sayısının 53,67 adet, tane ağırlığının 0,27 g, 100 tane ağırlığının 60,84 g olduğu bulunmuştur.

Bitkinin çiçeklenme dönemindeki bazı fizyolojik özelliklerine bakıldığında, leonarditin önemli etkilerinin kuru bitki ağırlığının en yüksek değeri L1 (1000 kg/da) ve L3 (3000 kg/da) uygulamalarından, en yüksek bitki yaş ağırlığının L3 uygulamasından ve fazla nodül sayısının da L1 uygulamasından elde edildiği gözlenmiştir.

Hasat dönemine bakıldığında ise, tane verimi ve tane ağırlığı kriterleri üzerine leonarditin en fazla etkisine bakıldığında, L1 (1000 kg/da) uygulamasının öne çıktığı görülmüştür. Bitkinin yaş ağırlığında ve biyoması üzerine ise L3 (3000 kg/da) uygulamasının yüksek değerlerin elde edilmesinde önemli rol oynadığı gözlenmiştir.

Tarla denemesinde nohut bitkisinde çiçeklenme döneminde alınan yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda makro elementlerden en yüksek N içeriğinin %6,97, P içeriğinin %0,68, K içeriğinin %3,15, Ca içeriğinin %1,85, Mg içeriğinin %0,66 olduğu gözlenmiştir. Mikro elementlere bakıldığında ise, en yüksek Na içeriğinin 395,10 ppm, Cu içeriğinin 10,35 ppm, Mn içeriğinin 57,98 ppm, Zn içeriğinin 41,07 ppm, Fe içeriğinin 497,28 ppm olduğu belirlenmiştir.

Bu deneme sonucunda bulunan leonarditin veya hümik materyallerin bitkilerin gelişim, verim, bazı fizyolojik parametrelerine olumlu etkilerinin olması yanında, bitki besin maddeleri içeriklerinden elde edilen değerler ile uyumlu olması önceki araştırmacıların sonuçlarına bakıldığında gözlenmiştir.

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.

Sonuçlara göre, L3 uygulamalarının makro elementler (N, P, K, Ca, Mg) ve mikro elementlerin (Na, Cu, Mn, Zn, Fe) bitkideki miktarlarının artışına sebep olduğu, bitkinin tane verimi ve tane ağırlığı kriterleri açısından L1 uygulamasının en fazla etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bitkinin yaş ağırlığında ve biyomasi üzerine leonarditin etkilerine bakıldığında ise yine L3 uygulamasının en yüksek değerin elde edilmesinde rol oynadığı gözlenmiştir.

Ülkemizin topraklarının organik maddesinin artırılmasında büyük öneme sahip olmasıyla birlikte, aynı zamanda denemede kullanılan nohut bitkisinin gelişimine önemli katkılarının 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 (2018a) The effect of increasing leonardit applications on dry matter yield and some nutrient elements contents of rye (*Secalecerale* L.) plant. *Eurasian Journal of Forest Science* 6(1): 44-51

Adiloglu A, Eryılmaz Acıgoz F, Solmaz Y, Adiloglu S, Karaman MR (2018b) The effect of increased doses of leonardite applications on the content of some macro and micro nutrient elements of pak choi plant. *Eurasian Journal of Forest Science* 6(3): 8-14

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 Physiology and Biochemistry* 47: 966–966

Akay A, Önder M (2004) Nohut çeşitlerinde çinkolu gübre uygulamasının verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. 3. Ulusal Gübre Kongresi, 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 amandments on soil microbiome structure and potato yield. *Agriculture* 10(147): 1-17

Akinremi OO, Janzen HH, Lemke RL, Larney FJ (2000) Response of canola, wheat and green beans to leonardite additions. *Can. J. Soil Sci.* 80: 437–443

Albayrak BÇ, Biçer BT, Piriç V (2015) The effect of different fertilizer forms in pea on yield and yield components 2nd Int. Sym. ISAF Makedonya, p.1-6

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

Alloway BJ (2004) Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association Communications. IZA Publications, Brussels, p. 139

Altınbas Ü, Çengel M, Uysal H, Okur B, Okur N, Kurucu Y, Delibacak S (2004) Toprak Bilimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 557, İzmir, s. 355

Amin AA, Abdel-Baky YR, Rashad ESM, Mahdy HA (2018) Physiological role of bio-regulators in improving growth and productivity of chickpea. Sciences 8(04): 1207-1214

Anonymous (2005) Department of Agriculture. Fertilizer analysis. Section of fertilizer analysis. Division of Agricultural Chemistry, Ministry of Agriculture, Bangkok, p. 52

Asik B, Turan A, Celik H, Vahap Katkat A (2009) Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv., Salihli) under conditions of salinity. Asian Journal of Crop Science 1: 87-95

Asmaa RM, Hafez MM (2010) Increasing productivity of potato plants (*Solanum tuberosum* L.) by using potassium fertilizer and humic acid application. International Journal of Academic Research 2(2): 83-88

Aydeniz A, Danışman S (1983) Şeker endüstrisi atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi. TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi, Ankara, s. 178-182

Aydın H, Sepetoğlu H (1991) Nohutta ekim zamanının büyüme, verim ve verim öğeleri etkileri üzerinde araştırma. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2(1): 287-292

Aygün YZ, Mert M (2020) Toprak düzenleyicileri ve azot uygulamalarının pamukta 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. JALSE IV(2-186): 225-240

Aylen PB, Simandl GJ, Simandl J (2001) Leonardite at Red Lake deposit, British Columbia, Canada. 37th forum on the Geology of Industrial Minerals Proceedings, British Columbia, Canada, Paper 2004-2: 239-243

Ayuso MT, Hernandez CG, Pascual JA (1996) Stimulation of barley growth and nutrient absorption by humic substances originating from various organic materials. Bioresource Technology 57: 251–257

Azcona I, Pascual I, Aguirreoleal 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

Azizzadeh E, Naeini SARM, Zeinali E, Roshani GA (2016) Nitrogen, phosphor an potassium changes in soil and wheat under foliar application of leonardite, N and K. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research 4(2): 202-210

Babagil GE (2010) Muş ekolojik koşullarında bazı nohut çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 7(3): 181-186

Buffle J (1988) Complexation reactions in aquatic systems. An Analytical Approach; Ellis Horwood series in analytical Chemistry; Ellis Horwood, UK, p. 692

Bakry BA, Taha MH, Abdelgawad ZA, Abdallah MMS (2014) The role of humic acid and proline on growth, chemical constituents and yield quantity and quality of three flax cultivars grown under saline soil conditions. Agricultural Sciences 5(14): 1566-1575

Barone V, Bertoldo G, Magro F, Broccanello C, Puglisi I, Baglieri A, Cagnin M, Concheri G, Squartini A, Pizzeghello D, Nardi S, Stevanato P (2019) Molecular and morphological changes induced by leonardite-based biostimulant in *Beta vulgaris* L. Plants 8(6): 181-199

Başar H (2001) Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 15: 69- 83

Batanay Ş (2016) Kireçli toprak koşullarında farklı organik gübrelerin asperde verim ve verim özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yozgat Bozok Üniv., Yozgat, s. 58

Bender D, Erdal İ, Dengiz O, Gürbüz M, Tarakçıoğlu C (1998) Farklı organik materyallerin killi bir toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Soil, 21-24 Eylül, Menemen, İzmir, s. 506-511

Bischoff N, Mikutta R, Shibistova O, Puzanov A, Reichert E, Silanteva M, Grebennikova A, Schaarschmidt F, Heinicke S, Guggenberger G (2016) Land-use change under different climatic conditions: consequences for organic matter and microbial communities in Siberian steppe soils. Agr. Eco. and Env. 235: 253-264

Boughton PL (1972) Humic acid complexes from naturally oxidized lignite: Their genesis, chemistry and utilization. 5th Forum on Geology of Ind. 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. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 89: 87–90

Brohi AR (1987) Çimlerde tütün tozunun gübre olarak kullanılması. Toprak İlmi

Derneği 10. Bilimsel Toplantı Tebliğleri, No: 5, 17 Haziran, Kırklareli, s. 55-59

Bulgari R, Franzoni G, Ferrante A (2019) Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy* 9: 306

Bulut H (2020) Mısır (*Zea mays* L.)’da tuz stresine karşı humik asidin etkisi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences* 10(1): 11-18

Canellas LP., Olivares FL, Okorokova-Façanha AL, Façanha AR (2002) Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiology* 130: 1951–1957

Canellas LP, Dantas DJ, Aguiar NO, Peres LEP, Zsögön A, Olivares FL, Dobbss LB, Façanha AR, Nebbioso A, Piccolo A (2011) Probing the hormonal activity of fractionated molecular humic components in tomato auxin mutants. *AAB* 159: 202–211

Canellas LP, Dobbss LB, Oliveira LA, Chagas JG, Aguiar NO, Rumjanek VM, Novotny EH, Olivares FL, Spaccini R, Piccolo A (2012) Chemical properties of humic matter as related to induction of plant lateral roots. *European Journal of Soil Science* 63: 315–324

Canellas LP, Olivares FL, Aguiar NO, Jones DL, Nebbioso A, Mazzei P, Piccolo A (2015) Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Sci. Hort.* 196: 15–27

Canieren Ö, Karagüzel C, Aydın A, Karaca S (2016) Recovery of humic substance from leonardite by pneumatic vertical column. 15th International mineral Processing Symposium, October 19-21, İstanbul, Türkiye, p. 372-378

Casierra-Posada F, Rodriguez CA, Fischer G (2009) Reducing negative effects of salinity in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants by adding leonardite to soil. *Proc. IS on Tomato in the Tropics* Eds.: G. Fischer et al. *Acta Hort.* 821, ISHS 2009, p. 133-140

Chammui Y, Sooksamiti P, Naksata W, Thiansem S, Arqueropanyo OA (2014) Removal of arsenic from aqueous solution by adsorption on Leonardite. *CEJ* 240: 202-210

Chauhan A, Roy D, Singh P (2021) Chickpea: The King of Pulse Crop, Chapter 10, p. 169-193. In Book: *Advances in Genetics and Plant Breeding* (Ed.: Saidaiah P), AkiNik Publications, New Delhi, India, p. 169-193

Chen Y, Aviad T (1990) Effects of humic substances on plant growth, p. 161-186. In: P. MacCarthy, C.E. Clapp, R.L. Malcolm, and P.R. Bloom (eds.). *Humic substances in soil and crop sciences, Selected Readings* Chapter 7: 161-186

Chen Y, De Nobili M, Aviad T (2004) Stimulatory effects of humic substances on plant growth. In Book: *Soil organic matter in sustainable agriculture*. CRC Pres, p. 103–129

Chen D, Meng ZW, Chen YP (2021) Effect of humic acid on seedling growth and trace metal accumulation of pak choi (*Brassica chinensis* L.) cultivated on molybdenum slag-spiked soil. *Environmental Science and Pollution Research* 28(5): 6122-6131

Cieschi MT, Lucena JJ (2018) Iron and humic acid accumulation on soybean roots fertilized with leonardite iron humates under calcareous conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66(51): 13386-13396

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 grown in calcareous soil. *Frontiers in Plant Science* 10: 413

Cimrin KM, Yılmaz I (2005) Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. *Acta Agriculturae Scandinavica B* 55(1): 58-63

Cooper RJ, Liu C, Fisher DS (1998) Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Science* 38(6): 1639-1644

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, s. 115

Çankaya CÇ, Türk B, Topsakal Ö, Uysal G, Bayramoğlu A, Demirer T (2017) Leonardit uygulamasının kiraz meyvesinde hasat sonrası dayanımına etkilerinin araştırılması. *Meyve Bilimi, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi* 1: 122-128

Çay S, Kaynaş K (2016) Leonardit uygulamasının Albion ve Sweet Ann çilek çeşitlerinde bitki gelişimi ve verime etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(1): 13-19

Çeler E (2013) Çıplak köklü sarıçam ve karaçam fidanı morfolojik kalite özelliklerine leonarditin etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Kastamonu, s. 109

Çelik H, Katkat AV, Asik BB, Turan MA (2008) Effects of soil applied humic substances to dry weight and mineral nutrients uptake of maize under calcareous soil conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science* 54(6): 605-614

Damian GE, Micle V, Sur IM (2019) Mobilization of Cu and Pb from multi-metal contaminated soils by dissolved humic substances extracted from leonardite and factors affecting the process. *Journal of Soils and Sediments* 19(7): 2869-2881

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(1): 156-172

DeKock PC, Hall A, McDonald M (1960) A relation between the ratios of phosphorus to iron and potassium to calcium in mustard leaves. Plant and Soil 12(2): 128-142

Delfine S, Tognetti R, Desiderio E, Alvino A (2005) Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. ASD 25(2): 183-191

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 2012(1): 445-455

Demir OF, Dikici H, Yilmaz K (2017) Effect of gyttja and nitrogen applications on plant growth of red pepper (*Capsicum annum* L.) in the soils formed on the different parent materials. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 5(7): 807- 813

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, s. 55

Demirer T (2019) Effect of leonardite application on leaf nutrient content and fruit chemical parameters of cherry (*Prunus avium* L.), J. Plant Nutrition 42(19): 2532-2538

Demirkıran AR, Özbay N, Demir Y (2012) Leonardit ve inorganik gübrelemenin domates bitkisinin gelişimi üzerine etkileri. Türk Doğa ve Fen Dergisi 1(2): 110-114

Demirkıran AR, Cengiz MC (2010) Effects of different organic materials and chemical fertilizers on nutrition of pistachio in organic arboriculture. African Journal of Biotechnology 9(38): 6320-6328

Demirkıran AR (2021) The using of leonardite on plant nutrition and fertilizing, Chapter 3, in Book: Fertilizer and their efficient use in sustainable agriculture p. 91-128

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(2): 245-254

Dilk S (2002) Agronomic evaluation of leonardite on yield and chemical composition of canola and wheat. Masters thesis. Winnipeg: University of Manitoba, p. 57

Dinç E (2014) Sater bitkisinde inorganik ve organik gübre uygulamalarının verim ve

bazı kalite unsurlarına etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Ü., Tekirdağ, s. 53

Dobrzański A, Anyszka Z, Elkner K (2008) Response of carrots to application of natural extracts from seaweed and from leonardite-HumiPlant. JRAAE 53(3): 53-58

Doğan Y, Çiftçi V, Ekinci B (2015) Mardin Kızıltepe ekolojik koşullarında farklı bitki sıklıklarının nohutta *Cicer arietinum* L. verim ve bazı verim öğelerine etkisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 5(1): 73-81

Dolphen R, Thiravetyan P (2019) Reducing arsenic in rice grains by leonardite and arsenic-resistant endophytic bacteria. Chemosphere 223: 448-454

Dong L, Córdova-Kreylos AL, Yang J, Yuan H, Scow KM (2009) Humic acids buffer the effects of urea on soil ammonia oxidizers and potential nitrification. Soil Biology and Biochemistry 41(8): 1612–1621

Dönder E, Toğay Y (2021) The effect of humic acid and potassium applications on the yield and yield components in chickpea. ISPEC Journal of Agr. Sci. 5(3): 568-574

Drevon J (1983) Main sources of biologically fixed nitrogen in mayor ecosystem. Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen Fixation. FAO, Rome I BIOL 3: 1-4

Dubey RK, Dubey PK, Chaurasia R, Singh HB, Abhilash PC (2020) Sustainable agronomic practices for enhancing the soil quality and yield of *Cicer arietinum* L. under diverse agroecosystems. Journal of Environmental Management 262: 110284

Dudley J, Pertuit Jr A, Toler JE (2004) Leonardite influences Zinnia and Marigold growth. Hort Science 39(2): 251-255

Duplessis GL, Mackenzie AF (1983) Effects of leonardite applications on phosphorus availability and corn growth. Canadian Journal of Soil Science 63(4): 749–751

Dursun A, Guvenc I, Turan M (2002) Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. Acta Agrobotanica 55(2): 81-88

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

Dziugiel T, Wadas W (2020) Effect of plant biostimulants on macronutrient content in early crop potato tubers. Agronomy 10(8): 1202

Eady N (2012) The use of humic substances – Leonardite as a soil amandment. Mining

and Petroleum Environment Reserch Group (MPERG) Report 2012-2, p. 10

Ece A, Saltali K, Eryiğit N, Uysal F (2007) The effect of leonardite applications on climbing bean yield and some soil properties. *Journal of Agronomy* 6(3): 480-483

Edwards L, Burney JR, Richter G, MacRae AH (2000) Evaluation of compost and straw on soil-loss characteristics in erosion plots of potatoes in Prince Edward Island, Canada. *Agriculture, Ecosystem & Environment* 81(3): 217-222

Engin VT (2013) Türkiye leonarditlerinin değerlendirilmesi. Doktora Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, s. 136

Engin VT, Cöcen Eİ (2012) Leonardit ve hümik maddeler. *MT Bilimsel Yer Altı Kaynakları Dergisi* 1(2): 13-20

Eker S (2019) Bazı nohut çeşitlerinde farklı gübre uygulamalarının verim ve verim unsurlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, s. 82

El-Bassiony AM, Fawzy ZF, Abd El-Baky MMH, Asmaa RM (2010) Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. *RJABS* 6(2): 169-175

El-Desuki M (2004) Response of onion plants to humic acid and mineral fertilizers application. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor* 42(4): 1955-1964

Elena A, Diane L, Eva B, Marta F, Roberto B, Zamarreño AM, García-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 Physiology and Biochemistry* 47(3): 215-223

El-Ghamry AM, Abd El-Haiand KM, Ghoneem KM (2009) Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayey soil. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 3(2): 731–739

El-Nemr MA, El-Desuki M, El-Bassiony AM, Fawzy ZF (2012) Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar application of humic acid and bio-stimulators. *Australian J of Basic and Applied Sci.* 6(3): 630–637

El Sayed Hamed EA, Saif El Dean A, Ezzat S, El Morsy AHA (2011) Responses of productivity and quality of sweet potato to phosphorus fertilizer rates and application methods of the humic acid. *Int. Research J of Agr. Sci. and Soil Sci.* 1(9): 383-393

Elsiddig A, Lsheikh E, Ekhlal M, Mohamedzein M (1998) Effects of biological, organic and chemical fertilizers on yield, hydration coefficient, cookability, and mineral

composition of groundnut seeds. Food Chemistry 63(2): 253-257

Engin VT, Cöcen İ, İnci U (2012) Leonardit Turkey. SAÜ Sci. and Lit. J 14(1): 435-443

Erdal İ, Tarakçıoğlu C (2000) Değişik organik materyallerin mısır bitkisinin gelişimi ve mineral madde içeriği üzerine etkisi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 15(2): 80-85

Ergönül U (2011) Ayçiçeği çeşitlerine uygulanan humik asit ve leonardit'in verim, verim öğeleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, s. 71

Ergönül U, Basalma D (2013) Ayçiçeğine uygulanan humik asit ve leonardit'in verim ve verim öğeleri üzerine etkileri, 10. Tarla Bitkileri Kongresi 13 Eylül, Konya II: 174-181

Erik B, Feibert G, Shock CC, Saundres LD (2000) Evaluation of humic acid and other non conventional fertilizer additives for onion productivity. Malheur Experiment Station Annual Report 2000, Special Report 1029, Oregon State University, Ontario, p. 211

Erkoc I (2009) Effects of sulphur and leonardite on phosphor efficiency in greenhouse grown tomato. Msc. thesis, Department of Horticulture Institute of Natural and Applied Sciences, University of Cukurova, p. 127

Erol K, Nau D, Subrahmanian VS (1992) Complexity, decidability and undecidability for domain-independent planning. Artificial Intelligence 76(1-2): 75-88

Ertani A, Francioso O, Tugnoli V, Righi V, Nardi S (2011) Effect of commercial lignosulfonate-humate on *Zea mays* L. metabolism. Journal of Agricultural Food Chemistry 59(22): 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): 445-463

Ertekin İ, Atış İ, Yılmaz Ş (2020) Bazı fiğ türlerinin yem verim ve kalitesi üzerine farklı organik gübrelerin etkileri. Mustafa Kemal Ü. Tarım Bilimleri Dergisi 25(2): 243-255

Escobar-Alarcón L, Haro-Poniatowski E, Camacho-López MA, Fernández-Guasti M, Jimenez-Jarquín J, Sánchez-Pineda A (1999) Growth of rutile TiO₂ thin films by laser ablation. Surface Engineering 15(5): 411–414

Fagbenro JA, Agboola AA (1993) Effect of different levels of humic acids on the growth and nutrient of teak seedlings. Journal of Plant Nutrition 16(8): 1465-1483

FAO (2006) Guidelines for soil description. 3rd revised ed. FAO & ISRIC, Rome, p. 109

- FAO (2020) Food and agriculture data. Erişim adresi <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 28 Ocak 2020)
- FAOSTAT (2020) Food and Agriculture Organization of the United Nations, Crops, Rome. Erişim adresi, <http://fao.org/faostat/en/> (Erişim tarihi: 28 Ocak 2020)
- Fernandez RE, Benlock M, Barranco D, Duenas A, Ganan JAG (1996) Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. *Scientia Horticulturae* 66(3-4): 191-200
- Fascella G, Montoneri E, Rouphael 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): 80-92
- Fırat C, Bentli İ, Aksoğan Korkmaz A (2018) Production of organic fertilizer from humic deposit (gyttja) by alkaline leaching. 16th International Mineral Processing Symposium (IMPS 2018), Antalya, Turkey, October 23-25, p. 274-278
- Fidancı S (2015) Tekirdağ ili Malkara ve Süleymanpaşa ilçelerindeki bazı köylerin toprak verimliliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, NKÜ, Tekirdağ, s. 56
- 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
- Fong SS, Seng L, Chong WN, Asing J, Nor MFBM, Pauzan ASBM (2006) Characterization of the coal derived humic acids from Mukah, Sarawak as soil conditioner. *Journal of Brazilian Chemical Society* 17(3): 582–587
- Foth HD, Ellis BG (1998) Soil Fertility. Lewis Publishers, Florida, USA, p. 153
- Gad SH, Ahmed AM, Moustafa Y (2012) Effect of foliar application with two antioxidants and humic acid on growth, yield and yield components of peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of Horticultural Sciences and Ornamental Plants* 4(3): 318-328
- Gadimov AG, Shahryari R, Garayeva AG (2009) A perspective on humic substances as natural technological products with miraculous biological effect on crops. *Transaction of the Institute of Microbiology of Azerbaijan national Academy of Sciences* 7: 118-126
- Gao TG, Jiang F, Yang JS, Li BZ, Yuan HL (2012) Biodegradation of leonardite by an alkali-producing bacterial community and characterization of the degraded products. *Applied Microbiology and Biotechnology* 93(6): 2581-2590
- García AC, de Souza LGA, Pereira MG, Castro RN, García-Mina JM, Zonta E, Lisboa

FJG, Berbara RLL (2016) Structure-property-function relationship in humic substances to explain the biological activity in plants. *Scientific Reports* 6(1): 1-10

Gülümser A, Bozoğlu H, Pekşen E (2013) Araştırma Deneme Metotları. OMÜ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:48, 3. Baskı, s. 264

Gunaydin M (1999) Yapraktan ve topraktan uygulanan humik asitin domates ve mısırın gelişimi ile bazı besin maddeleri alımına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, AÜ, Ankara, p. 123

Gürsoy M (2016) Ankara koşullarında yazlık kolzanın kantitatif ve kalitatif özelliklerine leonarditli ortamda farklı humik asit dozlarının etkileri. Doktora Tezi, Ankara Ü. s. 93

Gursoy M, Kolsarici O (2017) Effects of different humic acid doses in leonardite environment on the oil percentage and fatty acids of summer rapeseed under Central Anatolian conditions. *Fresenius Environmental Bulletin* 26(11): 6447-6456

Hafez MM (2003) Effect of some sources of nitrogen fertilizer and concentration of humic acid on the productivity of squash plant. *Egyptian J Applied Sci.* 19(10): 293-309

Hajizadeh HS, Heidari B, Bertoldo G, Della Lucia MC, Magro, F, Broccanello, C, Baglieri A, Puglisi I, Squartini A, Campagna G, Concheri G, Nardi S, Stevanato P (2019) Expression profiling of candidate genes in sugar beet leaves treated with leonardite-based biostimulant. *High-throughput* 8(4): 18-36

Hartz TK, Bottoms TG (2010) Humic substances generally ineffective in improving vegetable crop nutrient uptake or productivity. *HortScience* 45(6): 906–910

Hartwigsen JA, Evans MR (2000) Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. *HortScience* 35(7): 1231-1233

Helmke PA, Sparks DL (1996) Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. *Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods* 5: 551-574

Hetmanenko V, Skrylnyk I, Kucher A, Kutova A, Artemieva K (2021) Technological, agronomical and economic efficiency of new organic and organo-mineral soil amendments. *EasyChair Preprint*, July 16, No: 6082, p. 8

Hoffman GL, Nikols DJ, Stuhec S, Wilson RA (1993) Evaluation of leonardite (humalite) resources of Alberta. *Alberta Research Council Report* 1993-18, p. 5

Holatko J, Hammerschmidt 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): 9524-9543

Hopkins B, Stark J (2003) Humic acid effects on potato response to phosphorus. Idaho Potato Conference January 22-23, p. 87-92

Husein ME, Abou El Hassan S, Shahein MM (2015) Effect of humic, fulvic acid and calcium foliar application on growth and yield of tomato plants. IJB 7(1): 132–140

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

Ibrikci H, Knewton SJ, Grusak MA (2003) Chickpea leaves as a vegetable green for humans: evaluation of mineral composition. J Sci. Food and Agriculture 83(9): 945-950

İmamoğlu S (2019) Farklı leonardit uygulamalarının fasulyede verim ve kalite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, s. 65

Iswaran V, Jauhri KS, Sen A (1980) Effect of charcoal, coal, and peat on the yield of moong, soybean, and pea. Soil Biology & Biochemistry 12(2): 191-192

Jafari M, Khanghah AM, Alaei Y, Moosavi SS, Khabiri E (2012a) Comparison effect organic humic fertilizers the dry matter maize genotypes in Ardabil region. Life Science Journal 9(4): 2746-2749

Jafari M, Khanghah AM, Alaei Y, Khabiri E (2012) A study effects of organic humic fertilizers on yield and some important features maize genotypes in Ardabil region. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences 2(6): 146-149

Jarošová M, Klejdus B, Kováčik J, Babula P, Hedbavny J (2016) Humic acid protects barley against salinity. Acta Physiologiae Plantarum 38(6): 1-9

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 (1977) Bitki Besleme. Ankara Ü. Zir. Fak. Yayınları, Yayın No: 637, s. 317

Kacar B (1986) Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Ziraat Bankası Yayınları, No:20, s. 576

Kacar O, Göksu E, Azkan N (2005) Bursa koşullarında farklı bakteri suşları ile aşılamanın bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşit ve hatlarında verim ve verim öğeleri üzerine etkisinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 42(3): 21-32

Kacar B, Katkat AV (2010) Bitki Besleme. Nobel Yayınları, No: 849, Ankara, s. 678

Kahraman A (2017) Effect of humic acid applications on the yield components in chickpea. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University 34(1): 218-222

Kahraman A (2020) Managing the humic acid fertilizing of chickpea and protein status. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences 34(1): 107-110

Karaağaç HA, Baran MF, Mart D, Bolat A, Eren Ö (2019) Nohut üretiminde enerji kullanım etkinliği. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi 16: 41-50

Karaca A, Turgay OC, Tamer N (2006) Effects of a humic deposit on soil chemical and microbiological properties and heavy metal availability. BFS 42: 585-592

Karagöktaş M (2012) Afşin–Elbistan Termik Santrali’nin çevreye olan olası etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KSÜ, Kahramanmaraş, s. 47

Karaman MR, Turan M, Tutar A, Dizman M, Şahin S (2012) Leonardit cevheri kaynaklı humik maddelerin organik gübre olarak kullanım potansiyelleri. SAÜ Fen ve Edebiyat Dergisi 1: 457-465

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. BŞE Üniversitesi Fen Bil. Dergisi 7: 279-288

Karnok KJ (1989) The use of plant hormones as non-nutritional turfgrass growth enhancers. Golf Course Mgt. July, s. 28-34

Kaya M, Atak M, Khawar KM, Ciftci CY, Ozcan S (2005) Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acid on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal of Agriculture & Biology 7(6): 875–878

Kaya M, Şanlı A, Küçükyumuk Z, Kara B, Erdal İ (2007) Organik gübre olarak kullanılan şlempenin nohut (*Cicer arietinum* L.)’ta verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 11(3): 212-218

Kaya C, Şenbayram M, Akram NA, Ashraf M, Alyemeni MN, Ahmad P (2020) Sulfur-enriched leonardite and humic acid soil amendments enhance tolerance to drought and phosphorus deficiency stress in maize (*Zea mays* L.). Scientific Reports 10(1): 6432

Keatinge JDH, Beck DP, Materon LA, Yurtseven N, Karuc K, Altuntas S (1995) The role of Rhizobial diversity in legume crop productivity in the West Asian high lands. IV. *Rhizobium ciceri*. Experimental Agriculture 31(4): 501-507

Keten M, Tanrıverdi Ç (2020) Effect of the leonardite dose applied at different rates on the water-yield relationship of amaranth. *ISPEC J of Agricultural Sciences* 4(4): 823-833

Khaliq A, Kaleem Abbasi M, Hussain T (2006) Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology* 97(8): 967-972

Khan KY, Ali B, Cui XQ, Feng Y, Stoffella PJ, Tang L, Yang XE (2017) Effect of humic acid amendment on cadmium bioavailability and accumulation by pak choi to alleviate dietary toxicity risk. *Archives of Agronomy and Soil Sci.* 63(10): 1431–1442

KHGM (1997) Kahramanmaraş ili arazi varlığı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 46: 12-32

Kıraç G (2016). Farklı dozlarda humik + fulvik asit uygulamalarının yer fıstığı bitkisinde biyolojik azot fiksasyonuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, p. 40

Kiyas Ü (2020) Farklı leonardit ve tuz seviyelerinin fasulyenin fide gelişimi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl, p. 73

Koca MA (2019) Çinko uygulamasının nohut çeşitlerinin tane çinko içeriğinin zenginleştirilmesi ve verim öğelerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, s. 255

Kolay B, Gürsoy S, Avşar Ö, Bayram N, Öztürkmen AR, Aydemir S, Aktaş H (2016) Toprağa farklı miktarlarda uygulanan leonarditin buğday bitkisinin verim, verim öğeleri ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Dicle Ü. Fen Bilimleri Ens. 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 nohutta verim ve verim öğelerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23(Ek sayı 3): 599-601

Kulikova NA, Volikov AB, Filippova OI, Kholodov VA, Yaroslavtseva NV, Farkhodov YR, Yudina AV, Roznyatovsky VA, Grishin YK, Zhilkiybayev OT, Perminova IV (2021) Modified humic substances as soil conditioners: Laboratory and field trials. *Agronomy* 11(1): 150-169

Kunkel R, Holstad N (1968) Effect of adding humates to the fertilizer on the yield and quality of russet burbank potatoes. *American Potato Journal* 45(12): 449-457

Lao-Luque C, Solé M, Gamisans X, Valderrama C, Dorado AD (2014) Characterization

of chromium (III) removal from aqueous solutions by an immature coal (leonardite). Toward a better understanding of the phenomena involved. *Clean Technologies and Environmental Policy* 16(1): 127-136

Lee YS, Bartlett RJ (1976) Stimulation of plant growth by humic substances. *Soil Science Society of America Journal* 40(6): 876-879

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

Lüdtke AC, Dick DP, Morosino L, Kraemer V (2021) Productivity of lettuce in greenhouse as affected by humic and fulvic acids application in association to mineral fertilizer. *Horticultura Brasileira* 39(4): 444-450

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, p. 106

Maibodi N, Kafi M, Nikbakht A, Rejali F (2015) Effect of foliar applications of humic acid on growth, visual quality, nutrients content and root parameters of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Journal of Plant Nutrition* 38(2): 224-236

Majeed AJ (2021) Cucumber (*Cucumis sativus* L.) growth and nutrient content response to applications of leonardite and phosphorus fertilizer. *Agricultural Science* 5(1): 1-12

Masciandaro G, Ceccanti B, Ronchi V, Benedicto S, Howard L (2002) Humic substances to reduce salt effect on plant germination and growth. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33(3-4): 365-378

Masto RE, Chhonkar PK, Singh D, Patra AK (2007) Soil quality response to long-term nutrient and crop management on a semi-arid Inceptisol. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118(1-4): 130-142

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*, p. 199-224

Meganid AS, Al-Zahrani HS, El-Metwally MS (2015) Effect of humic acid application on growth and chlorophyll contents of common bean plants under salinity stress conditions. *Int. J of Innovative Research in Sci. Eng. and Technology* 4(5): 2651-2660

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: Journal of Multidisciplinary*

Research (Special Issue on Multidisciplinary Studies) 3(9): 235-248

Moghaddam AN, Parsa N, Sabouri H, Bakhtiari S (2017) The effect of humic acid, density and supplementary irrigation on quantity and quality of local chickpea (*Cicer arietinum* L.) of Neishabur. Environmental Stresses in Crop Sciences 10(2): 183-192

Mohammadi K, Ghalavand A, Aghaalikhani M, Heidari G, Sohrabi Y (2011) Introducing a sustainable soil fertility system for chickpea (*Cicer arietinum* L.). African Journal of Biotechnology 10(32): 6011-6020

Mollasadeghi V, Valizadeh M, Shahryari R, Imani AA (2011) Evaluation of drought tolerance of bread wheat genotypes using stress tolerance indices at presence of potassium humate. American-Eurasian J of Agr. and Env. Sciences 10(2): 151-156

Mostafa AAA, Akın A (2017) Italia üzüm çeşidinde farklı dozlarda hümkik madde uygulamasının verim ve kalite üzerine etkileri. ÇOMÜ Ziraat F. Dergisi 5(2): 73-78

Muscolo A, Sidari M, Nardi S (2013) Humic substance: relationship between structure and activity. Deeper information suggests univocal findings. Journal of Geochemical Exploration 129: 57-63

Müderiszade HÖ (1996) İri ve orta taneli nohutlarda büyüme, verim ve verim öğeleri ile bunlar arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Ege Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü s. 35

Namli A, Akca MO, Akca H (2017) Determination of the usage areas of the organic materials which are found in the lignite pit of EUAS Afsin-Elbistan basin in agriculture. Soil Water Journal Special Issue: 46-54

Namli A, Akca MO, Akca H (2019) Determination of the impacts of organic and organomineral fertilizers developed from the organic materials of Afşin-Elbistan basin lignite pit on the yield and yield components of wheat and on some soil characteristics. Soil Science and Plant Nutrition Journal 7: 10-20

Nardi S, Carletti P, Pizzeghello D, Muscolo A (2009) Biological activities of humic substances. In: Seni, N., Xing, B., Huang, P.M. (Eds.), Biophysico-Chemical Processes Involving Natural Nonliving Organic Matter in Environmental Systems. Wiley, New Jersey, USA, p. 305-340

Nazli 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

Nazli RI, Kusvuran A, Inal I, Demirbas A, Tansi V (2014b) Effects of different organic materials on forage yield and quality of silage maize. TJAF 38(1): 23-31

Nelson DW, Sommers LE (1983) 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, SSSA 9: 539–579

Nuzzo A, De Martino A, Di Meo V, Piccolo A (2018) Potential alteration of iron–humate complexes by plant root exudates and microbial siderophores. Chemical and Biological Technologies in Agriculture 5(1): 1-7

O'Donnell R (1970) Humic asid studies: Saskatchewan Research Council C70-7, p. 226

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

Olaetxea M, Mora V, Bacaicoa E, Garnica M, Fuentes M, Casanova E, Zamarreño AM, Iriarte JC, Etayo D, Ederra I, Gonzalo R, Baigorri R, García-Mina JM (2015) Absciscic acid regulation of root hydraulic conductivity and aquaporin gene expression is crucial to the plant shoot growth enhancement caused by rhizosphere humic acids. Plant Physiology 169(4): 2587–2596

Olego MA, Cordero J, Quiroga MJ, Sánchez-García M, Álvarez JC, Garzón-Jimeno E (2015) Effect of leonardite application on soil organic matter and micronutrient levels in an inceptisol soil cultivated with vine (*Vitis vinifera* L.). International Tuba Euphonium Association Journal (ITEA) 111(3): 210-226

Olivella M, Sole M, Gorchs R, Lao C, de las Heras FXC (2011) Geochemical characterization of a spanish leonardite coal. Archives of Mining Sci. 56(4): 789–804

Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA No. 939, Washington, p. 1-19

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 Ü., Erzurum, s. 68

Özel EZ (2011) İki farklı tekstüre sahip toprakta leonardit organik materyalinin mısır bitkisinin azot alımına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Ü., Tekirdağ, s. 80

Öztürk E (2010) Organik mısır yetiştiriciliğinde farklı leonardit miktarlarının verim ve verim unsurlarına etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Ü., s. 78

Peech M (1965) Hydrogen-ion activity. In Black CA et al., Eds., Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI, p. 914–926

Pérez-de-Moraa A, Burgosa P, Madejón E, Cabreraa F, Jaeckel P, Schlöter M (2006) Microbial community structure and function in a soil contaminated by heavy metals: Effects of plant growth and different amendments. Soil Bio. & Biochem. 38(2): 327–341

Pérez-de-Mora A, Burgos P, Cabrera F, Madejón E (2007) In situ amendments and revegetation reduce trace element leaching in a contaminated soil. Water, Air, & Soil Pollution 185(1-4): 209-222

Perminova IV, Hatfield K (2005) Remediation chemistry of humic substances: Theory and implications for technology, Use of humic substances to remediate polluted environments: From theory to practice Zvenigorod, Russia, Springer Chapter 1, p. 34

Pertuit AJ, Dudley JB, Toler JE (2001) Leonardite and fertilizer levels influence tomato seedling growth. HortScience 36(5): 913-915

Peymaninia Y, Valizadeh M, Shahryari R, Ahmadizadeh M, Habibpour M (2012) Relationship among morpho-physiological traits in bread wheat against drought stress at presence of a leonardite derived humic fertilizer under greenhouse condition. Int. Res. J Applied and Basic Science 3(4): 822-830

Pinton R, Cesco S, Iacoletti G, Astolfi S, Varanini Z (1999) Modulation of NO₃-uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H⁺-ATPase. Plant and Soil 215(2): 155-161

Pizzeghello D, Francioso O, Ertani A, Muscolo A, Nardi S (2013) Isopentenyladenosine and cytokinin-like activity of different humic substances. Journal of Geochemical Exploration 129: 70–75

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. Chemical Speciation and Bioavailability 27(4): 156–161

Rady MM, Abd El-Mageed TA, Abdurrahman HA, Mahdi AH (2016) Humic acid application improves field performance of cotton (*Gossypium barbadense* L.) under saline conditions. The Journal of Animal & Plant Sciences 26(2): 487-493

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 in diverse milieu. *Saudi Journal of Biological Sciences* 28(1): 1063-1068

Ratanaprommanee C, Chinachanta K, Chaiwan F, Shutsrirung A (2017) Chemical characterization of leonardite and its potential use as soil conditioner and plant growth enhancement. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology* 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, p. 1236-1246

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(3): 491–495

Reynolds AG, Wardle DA, Drought B, Cantwell R (1995) Gro-Mate soil amendment improves growth of greenhouse-grown grapevines. *HortScience* 30(3): 539–542

Reuter DJ, Cartwright B, Judson GJ, McFarlane D, Maschmedt DJ, Robinson J (1988) Trace elements in South Australia. Technical Report No. 139, South Australian Department of Agriculture, Adelaide, South Australia, Australia, p. 25

Rhoades JD (1990) Determining soil salinity from measurements of electrical conductivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 21(13-16): 1887-1926

Robertson GP, Gross KL, Hamilton SK, Landis DA, Schmidt TM, Snapp SS, Swinton SM (2014) Farming for ecosystem services. *Bioscience* 64: 404-415

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. Journal of Advances Biological and Biomedical Research* 2(7): 2306-2313

Saengwilai P, Meeinkuirt W, Pichtel J, Koedrith P (2017) Influence of amendments on Cd and Zn uptake and accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) in contaminated soil. *Environmental Science and Pollution Research* 24(18): 15756-15767

Saengwilai P, Meeinkuirt W (2021) Cadmium (Cd) and zinc (Zn) accumulation by Thai rice varieties and health risk assessment in a Cd–Zn co-contaminated paddy field: Effect of soil amendments. *Environmental Geochemistry and Health* 43(9): 3659-3674

Saglam MT, Ozel EZ, Belliturk K (2012) The effect of two type textured soil with the leonardite organic material on the nitrogen uptaking of corn plant. *Sakarya University Journal of Arts and Science* 14(1): 383–91

Saied S, Siddique A, Mumtaz M, Ali K (2005) Study of the heavy metal pollution treatment of the coal generated humic acid. J. Basic and Applied Sciences 1(2): 625-689

Sajid M, Rab A, Shah ST, Jan I, Haq I, Haleema B, Zamin M, Alam R, Zada H (2012) Humic acids affect the bulb production of onion cultivars. African Journal of Microbiology Research 6(28): 5769-5776

Saltali K, Yildirim OF (2015) Effect of gyttja application on some plant and soil properties in confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivation at dry condition. KSU Journal of Nature Science 19: 84-90

Saltalı K, Gündoğan R, Demir ÖF, Kara Z, Yakupoğlu T, Dikici H, Yılmaz K (2018) Narlı ovası topraklarının ağır metal kapsamı üzerine çimento fabrikası baca tozlarının etkileri. Toprak Su Dergisi 7(1): 11-20

Sanders DC, Ricotta JA, Hodges L (1990) Improvement of carrot stands with plant biostimulators and fluid drilling. HortScience 25(2): 181-183

Sanlı A, Karadoğan T, Tonguç M (2013) Effects of leonardite applications on yield and some quality parameters of potatoes. Turkish Journal of Field Crops 18(1): 20-26

Sarıyıldız T (2020) Effects of leonardite and mineral fertilizer applications on plant growth and soil quality of garlic. Turkish J of Agr. Food Sci. & Tech. 8(8): 1763-1772

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, UK

Saxena, A.K. and Rewari, R.B. 1990. Influence of zinc on nodulation and iron uptake by chickpea under saline condition. Journal Indian Society of Soil Science 38(2): 363-364

Schnitzer M, Khan MU (1972) Humic substances in the environment. Marcel Dekker, New York, No: 631-417

Seker C, Ersoy I (2005) Effects of different organic manures and leonardite on soil properties and growing of maize plant. Selcuk J of Agr. and Food Sci. 19(35): 46-50

Seleiman MF, Abdelaal MS (2018) Effect of organic, inorganic and bio-fertilization on growth, yield and quality traits of some chickpea varieties. Egypt. J Agr. 40(1): 105-117

Selim EM, Shedeed SI, Asaad FF, El-Neklawy AS (2012) Interactive effects of humic acid and water stress on chlorophyll and mineral nutrient contents of potato plants. Journal of Applied Sciences Research 8(1): 531-537

Serenella N, Pizzeghello D, Muscolo A, Vianello A (2002) Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry* 34(11): 1527-1536

Sesveren S, Tas B (2018) Farklı leonardit düzeylerinin kıvrıkcık yaprak salatada 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, 21-23 March 2001, Boston, USA p. 355-359

Shahryari R, Khayatnezhad M, Bahari N (2011) Effect of two humic fertilizers on germination and seedling growth of maize genotypes. *Adv. Env. Biology* 5: 114-118

Shutsrirung A (2008) Potential of organic fertilizer in baby corn yield improvement. Final Report, Thailand Research Fund (TRF) p. 98

Simandl GJ, Simandl J, Aylen PB (2000) Leonardite-Type material at Red Lake Diatomite deposit, Kamloops area, British Columbia. British Columbia Geological Survey, Geological Fieldwork, Paper 2001-1, p. 371-378

Singh KB (1997) Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research* 53(1-3): 161-170

Singh V, Chauhan Y, Dalal R, Schmict S (2021) Chickpea, Chapter 9, in Book: The Beans and Peas, Elsevier, p. 173-214

Singh G, Sekhon HS, Harpreet K (2012) Effect of farmyard manure, vermicompost and chemical nutrients on growth and yield of chickpea. *Int. J of Agr. Research* 7(2): 93-99

Singkham J, Ditthakit P (2019) Effect of modified leonardite on growth and fruit yield of cucumber. *Journal of Advanced Agricultural Technologies* 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

Somasegaran P, Hoben HJ, Gurgun V (1988) Effects of inoculation rate, rhizobial strain competition and nitrogen fixation in chickpea. *Agronomy Journal* 80(1): 68-73

Sozudogru S, Kutuk AC, Yalcin R, Usta S (1996) The effect of humic acid application on growing and uptake of nutrient elements of bean. *Ankara U. Agr. F. No: 1452*, p. 25

Srisomang R, Naksata W, Thiansem S, Sooksamiti P, Arqueropanyo OA

(2015) Utilization of leonardite, flue gas desulfurization gypsum and clay for production of ceramic plant growth material. *Environmental Earth Sciences* 73(4): 1621–1628

Stankevica K, Burlakovs J, Klavins M (2013) Organic rich freshwater sediments (sapropel) as potential soil amendment for recultivation of areas contaminated with heavy metals. *Proc. 13th SGEM GeoConference on Water Resources. Forest, Marine and Ocean Ecosystems, Albena, Bulgaria*, p. 595-601

Strydom J (2014) The effect of foliar potassium and seaweed products in combination with a leonardite fertigation product on Flame Seedless grape quality. *South African Journal of Enology and Viticulture* 35(2): 283-291

Sugier D, Kołodziej B, Bielińska E (2013) The effect of leonardite application on *Arnica montana* L. yielding and chosen chemical properties and enzymatic activity of the soil. *Journal of Geochemical Exploration* 129: 76–81

Suh HY, Yoo KS, Suh SG (2014) Tuber growth and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) as affected by foliar or soil application of fulvic and humic acids. *Horticulture, Environment and Biotechnology* 55(3): 183–189

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

Syabryai VT, Reutov VA, Vigdergauz LM (1965) Preparation of humic fertilizers from brown coal. *Geol. Zh. Akad. Nauk Ukr.* 25: 39-47

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. *PCTOC* 122(3): 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 Agr. & App. Bio. Sci.* 81(1): 158-165

Tamer N, Karaca A (2006) Gıdya ve linyit uygulamalarının toprakta bazı enzim aktiviteleri üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(38): 14-22

Tamer N (2004) Gıdya'nın toprakta enzim aktiviteleri ile kadmiyum kapsamı üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara*, s. 167

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(2): 283–287

Tan KH, Tantiwiranond D (1983) Effect of humic acid on nodulation and dry matter production of soybean, peanut and clover. SSSA Journal 47(6): 1121-1124

Tattini MA, Chiarini A, Tafini R, Castagneto M (1989) Effect of humic acid on growth and nitrogen uptake of container-grown olive (*Olea europea* L. Maurino). International Symposium on Olive Growing, ISHS Acta Horticulturae 286: 125-128

Terdputtakun A, Arqueropanyo OA, Sooksamiti P, Janhom S, Naksata W (2017) Adsorption isotherm models and error analysis for single and binary adsorption of Cd (II) and Zn (II) using leonardite as adsorbent. Environmental Earth Sci. 76(22): 1-11

Thongchai A, Meeinkuirt W, Taeprayoon P, Pichtel J (2019) Soil Amendments for cadmium phytostabilization by five marigold cultivars. Environmental Science and Pollution Research 26(9): 8737-8747

Tisdale SH, Nelson WL, Beathon JD (1985). Soil Fertility and Fertiliser. p. 430

Toğay N, Toğay Y, Erman M, Doğan Y, Çığ F (2005) Kuru ve sulı koşullarda farklı bitki sıklıklarının nohut çeşitlerinde verim ve öğelerine etkileri. TBD 11(4): 417-421

Tomasi N, De Nobili M, Gottardi S, Zanin L, Mimmo T, Varanini Z, Römheld V, Pinton R, Cesco S (2013) Physiological and molecular characterization of Fe acquisition by tomato plants from natural Fe complexes. Biology and Fertility of Soils 49(2): 187–200

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, s. 55

Torun B, Yazici A, Gultekin I, Cakmak I (2003) Influence of gytja on shoot growth and shoot concentrations of zinc and boron of wheat cultivars grown on zinc-deficient and boron-toxic soils. Journal of Plant Nutrition 26(4): 869-881

Tregubova PN, Koptsik GN, Stepanov AA, Smirnova IE, Kadulin MS, Turbaevskaya VV, Zakharenko AI (2017) Application of humic substances in the remediation of heavy-metal-polluted soils of the subarctic zone of the Kola peninsula. Moscow University Soil Science Bulletin 72(5): 207–214

Trevisan S, Pizzeghello D, Ruperti B, Francioso O, Sassi A, Palme K, Quaggiotti S, Nardi S (2010a) Humic substances induce lateral root formation and expression of the early auxin-responsive IAA19 gene and DR5 synthetic element in Arabidopsis. Plant Biology 12(4): 604–614

Trevisan S, Francioso O, Quaggiotti S, Nardi S (2010b) Humic substances biological activity at the plant–soil interface: from environmental aspects to molecular factors. *Plant Signaling & Behavior* 5(6): 635–643

Turan M, Elkoca E (2008) Mineral composition of some Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars leaves. *Asian Journal of Chemistry* 20(4): 2690-2700

Turan MA, Asik BB, Helik H, Katkat AV (2012) Effect of foliar applied humic acid on growth and some nutrient elements uptake of maize plant under salinity conditions. *SAU Journal of Arts and Science* 14(1): 529- 539

Turgay OC, Tamer N, Türkmen C, Karaca A (2004) Gıda ve ham linyit materyallerinin toprağın biyolojik özelliklerine etkisini değerlendirmede toprak mikrobiyal biyokütlesi. 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tokat, Bildiri Kitabı 1: 827-836

Turgay OC, Erdogan EE, Karaca A (2010) Effect of humic deposit (leonardite) on degradation of semi-volatile and heavy hydrocarbons and soil quality in crude-oil-contaminated soil. *Environmental Monitoring and Assessment* 170(1): 45-58

Türk Z (2001) Farklı bor+çinko dozlarının nohutun verim ve verim öğelerine etkisi üzerine bir araştırma. 5. Tohumculuk Kongresi, 19-23 Ekim, Diyarbakır, s. 385-389

TÜİK (2020) Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr>

Uçar Ö (2019) Nohut yetiştiriciliğinde organik madde içeren gübrelerin önemi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences* 3(1): 116-127

Uçar Ö (2020a) Farklı sıra arası mesafeleri, tavuk gübresi dozları ve tohum ön uygulamalarının nohutun kalite özellikleri üzerine etkileri. *MAS J App. Sci.* 6(1): 1-23

Uçar Ö, Soysal S, Erman M (2020) Farklı leonardit dozlarının nohut (*Cicer arietinum* L.)’un verim ve bazı verim özelliklerine etkileri. *Avrupa Bilim ve Tekn. D.* 20: 917-921

Ulukan H, Bayraktar N, Oksel A, Gursoy M, Kocak N (2012) Agronomic importance of first development of chickpea under semi-arid conditions. *PJBS* 15(4): 192-197

Unlu H, Ozdamar-Unlu H, Karakurt Y (2010) Influence of humic acid on the antioxidant compounds in pepper fruit. *J of Food, Agriculture and Environment* 8(3/4): 434-438

Uzun A, Özçelik H, Yılmaz S (2012) Seçilmiş bazı nohut 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

çeşidinde verim ve NPK içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, YYÜ, Van, s. 65

Ünsal H, Tüfenkçi Ş, Kılıç ÖG (2008) Alkalın topraklarda humik asit ve çinko uygulamalarının iki nohut çeşidinin tane ve gövdesindeki bazı besin element içeriklerine etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim, Konya, s. 465-475

Vargas C, Pérez-Esteban J, Escolástico C, Masaguer A, Moliner A (2016) Phytoremediation of Cu and Zn by vetiver grass in mine soils amended with humic acids. Environmental Science and Pollution Research 23(13): 13521–13530

Verlinden G, Pycke B, Mertens J, Debersaques F, Verheyen K, Baert G, Bries J, Haesaert G (2009) Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. Journal of Plant Nutrition 32(9): 1407-1426

Wadas W, Dziugiel T (2020) Quality of new potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in response to plant biostimulants application. Agriculture 10(7): 265-278

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

Wang J, Wu J, Lu J, Yuan G (2020) Effects of leonardite on the coastal saline soil improvement. Chemistry and Ecology 36(8): 750-765

Wang J, Yuan G, Lu J, Wu J (2021) Leaching of salt-affected soil amended by leonardite. Physical Geography 42(3): 226-239

Wight JP, Ashworth AJ, Allen FL (2016) Organic substrate, clay type, texture, and water influence on NIR carbon measurements. Geoderma 261: 36-43

Yağanoğlu E, Aydın A (2017) Erzurum-Hınıs'ta farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması. AÜ Zir. Fakültesi Dergisi 48: 125-131

Yang CM, Wang MH, Lu YF, Chang IF, Chou CH (2004) Humic substances affect the activity of chlorophyllase. Journal of Chemical Ecology 30(5): 1057-1065

Yazıcı MA (2001) Sera koşullarında toprağa uygulanan gidyanın buğdayın büyümesi ve yeşil aksam bor ve çinko konsantrasyonu üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, s. 47

Yıldız KY, Demirer T, Gürbüz Kılıç Ö (2019) Farklı dozda uygulanan leonardit ile vermikompostun ıspanakta verim ve kaliteye etkisi. Turan-Sam Dergisi 11(43): 468-481

Yılmaz CH (2020) Kahramanmaraş ili tarım alanlarında toprak verimlilik haritalarının

oluşturulması ve yararılı besin elementlerinin ekstraksiyonunda geleneksel ve çoklu elementel analiz yöntemleri. Doktora Tezi, KSÜ, Kahramanmaraş, s. 204

Yılmaz E, Alagöz Z, Öktüren F (2008) Farklı organik materyal uygulamalarının toprak agregatları üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 21(2): 213-222

Yılmaz H, Yılmaz A, Soysal S (2021) Hümk asit uygulamalarının tuz stresi altında yetişen tarla bitkilerine etkisi. 3rd International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress, 9-10 October, Adana, Türkiye, p. 935-941

Yılmaz F, Harmankaya M, Gezgin S (2012) The effects of different iron compounds and TKI-Humas treatments on iron uptake and growth of spinach. Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi (Sakarya University Journal of Arts and Science) 14(1): 217–31

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 under semiarid conditions. Australian Journal of Crop Science 5(8): 926-931

Yolcu H (2011) The effects of some organic and chemical fertilizer applications on yield, morphology, quality and mineral content of common vetch (*Vicia sativa* L.). Turkish Journal of Field Crops 16(2): 197-202

Young CC, Chen LF (1997) Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedlings. Plant Soil 195: 143–149

Yörük M (1981) The use of gyttja in agricultural land. PhD Thesis, AU, Ankara, p. 135
Yuce G, Yakupoglu T (2017) Effects of gyttja and polyacrylamide applications on some physical properties of soils with different texture. Soil Water J Special Issue: 55-65

Zeledón-Toruño Z, Lao-Luque C, Solé-Sardans M (2005) Nickel and copper removal from aqueous solution by an immature coal (leonardite): effect of pH, contact time and water hardness. Journal of Chemical Technology & Biotechnology 80(6): 649-656

Zeledón-Toruño ZC, Lao-Luque C, de Las Heras FXC, Sole-Sardans M (2007) Removal of PAHs from water using an immature coal (leonardite). Chemosphere 67(3): 505-512

Zengin M, Çetin Ü, Ersoy İ, Özyaytekin HH (2003) Beyşehir yöresi tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. SÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 17(31): 24-30

Zengin G (2013) Effective removal of zinc from an aqueous solution using Turkish leonardite–clinoptilolite mixture as a sorbent. Env. Earth Sciences 70(7): 3031-3041