

Lavanta (*Lavandula x intermedia*) Bitkisi Distilasyon Atıklarınının Silajlık Mısır Bitkisinin Gelişim Özelliklerine Etkisi

The Effect of Lavender (*Lavandula x intermedia*) Distillation Wastes on Silage Corn Plant Growth Characteristics

ÖZET

Bu çalışmada; lavanta bitkisinin (*Lavandula x intermedia*) distilasyon atıkları (LDA) mevcut haliyle, saman olarak, kompost yapılarak ve biyokömür haline getirilerek toprağa karıştırıldıktan sonra serada mısır bitkisinin silajlık verimi ve bitki gelişim öğelerine (bitki boyu ve çapı, gövde kuru ve yaş ağırlığı, gövde kuru madde oranı, kök kuru ve yaş ağırlığı, kök/gövde kuru madde oranı) etkileri izlenmiştir. Ayrıca yaprakların N-Protein içeriklerine ve bazı makro/mikro element (N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) kapsamlarına etkileri incelenmiştir. Sonuçlar kontrol grubuyla karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve farklı LDA uygulamalarıyla yaprak sayıları ve kök kuru madde oranları dışındaki diğer bitki gelişim özellikleri önemli seviyede azalmıştır. Mısırın silajlık verimi, yaprakların N/Protein oranı, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn içerikleri kontrole göre önemli derecede azalmış; yaprakların K ve Fe içerikleri kontrole göre önemli derecede artmıştır. Yaprakların P ve Na içerikleri uygulamalardan etkilenmemiştir. Sonuç olarak çalışmamızda çeşitli işlemlere tabi tutulan LDA'nın mısır verimine, gelişim özelliklerine ve yapraklarındaki element içeriklerine farklı etkileri görülmüştür. Bu nedenle LDA'nın, mısır ve benzeri besin zincirine giren bitkilere uygulandığı tarla denemeleri yapılmalı ve bilimsel veriler eşliğinde bu tür atıkların geri kazanım çalışmaları desteklenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Lavanta distilasyon atığı, mısır, bitki besin elementleri

Sorumlu Yazar

Cafer TÜRKMEN

turkmen@comu.edu.tr

iD 0000-0002-0707-5908

Yazar

Uğur BİNBİR

binbirugur@gmail.com

iD 0000-0002-4984-7750

Gönderilme Tarihi :

04 Ağustos 2022

Kabul Tarihi :

26 Aralık 2022

ABSTRACT

In this study; the effects of stalk, straw, compost, and biochar of lavender (*Lavandula x intermedia*) plant distillation waste (LDA), were applied to the soils where corn plants were grown in pots under greenhouse conditions and then the yield of corn silage, plant growth characteristics and N-Protein content of the leaves some macro/microelements (N-P-K-Na-Ca-Mg-Fe-Cu-Zn-Mn) contents were investigated. These results were evaluated by comparing with control group and different LDA applications significantly reduced other growth characteristics except leave numbers and root dry matter ratios. The silage yield of maize, N/Protein ratio, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn contents of the leaves decreased significantly compared to the control; The K and Fe content of leaves increased significantly compared to the control. The P and Na content of the leaves were not affected by the treatments. As a result, in our study, different effects of LDA on silage corn yield, plant growth characteristics, and elemental content of leaves have been observed. For this reason, the use of wastes should be supported with scientific data by testing the LDA on corn and other plants with field experiments.

Keywords: Lavandin distillation waste, corn, plant nutrients

GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler başta gıda ve sağlık olmak üzere pek çok alanda kullanılan hammadde kaynaklarıdır. Özellikle 1990'lı yıllardan sonra tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımlarındaki artış, doğal ürünlere olan talebin ve yeni kullanım alanlarının çoğalmasından kaynaklanmaktadır (Temel, Tınmaz, Öztürk ve Gündüz, 2018). Türkiye tıbbi ve aromatik bitkiler ticaretinde önde gelen ülkelerden biridir. Ülkemizin geniş yüzölçümü, yüksek tarımsal potansiyeli, coğrafi konumu, farklı iklim özellikleri ve yüksek bitki biyoçeşitliliği bunun nedenleri olarak görülebilir. Bitkisel ürün hammaddelerinin birçoğunun ülkemiz florasında doğal olarak bulunması, gelişmiş ülkelerdeki yerleşmiş bitkisel ilaç, bitki kimyasalları, gıda ve gıda katkı maddeleri ile kozmetik ve parfümeri sanayilerine doğal kaynak oluşturmaktadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Ülkemizin flora zenginliğine rağmen tarımı yapılarak üretilen tıbbi ve aromatik bitki sayısı fazla değildir. Üretimi yapılan bitkilerden biri olan lavanta, yıllara göre üretim alanı ve üretim miktarları giderek artan bir bitki olmuştur. Lavanta ekim alanı ve üretim miktarı 2012 yılında 509 dekar (da) alanda 123 ton iken (Kırıcı, 2015), günümüzde ise 11.903 da alanda 1462 ton olarak gerçekleştiği belirtilmektedir (TÜİK, 2020). Lavanta bitkisinin yüksek gelir getirme potansiyeli olan uçucu yağ; cilt bakımında ve parfüm yapımında kullanılmaktadır. Lavanta bitkisinin yağı, üretimi ve pazarlaması artan bir ürün olup, ülkemizin özellikle Batı Anadolu, Ege ve Marmara Bölgeleri'nden elde edilmektedir (Tanker, Şarer ve Başaran, 1977).

Türkiye ve Dünya'da her geçen gün tıbbi ve aromatik bitkilerin ve bunların yan ürünlerinin kullanımı artmaktadır. Yağı için doğadan toplatılan veya üretilen bitkilerin distilasyonu sonunda arta kalan posa veya atık denilen materyallerin bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla özellikle atık malzemelerin biyokütle olarak kompost ya da biyokömüre dönüştürüldüğü yöntemler hem çevreci hem de ekonomik bir kazanç kapısı olabileceği gibi biyogaz üretiminde de kullanılabilirliği şeklindeki yaklaşımlar, bu tür atıkların potansiyel kullanım alanları açısından önem arz etmektedir (Saha ve Başak, 2020).

Tıbbi ve aromatik bitkiler üzerine yapılan çalışmalarda, öncelikle bu tür bitkilerin değişik yöntemlerle elde edilen esansiyel yağlarının sahip oldukları etken maddelerin özellikleri üzerinde durulduğu görülmektedir. Ancak bu tür bitkiler yaygınlaştıkça yağları alındıktan sonra kalan atıklarının ne yapılacağı sorusu sıkça sorulmaya başlanmıştır. Çünkü bu tür atıklardaki kalıntı yağlar ve kokular nedeniyle doğrudan hayvan beslemede kullanılamadığı (Binbir, 2021), topraklara karıştırıldığında ise diğer bitkilerin çimlenme oranlarını düşüren allelopatik etkilere neden olabileceği (Erbaş, Özen ve Baydar, 2011; Kara, 2016; Özen, Yaldız ve Çamlıca, 2017; Binbir, Türkmen, Çıkılı, Coşkun ve Taş, 2021) bildirilmektedir. Aynı zamanda bu tür atıkların topraktaki bazı patojen bakteriler üzerinde anti bakteriyel etkiler gösterdiği (Hui ve ark., 2010), zamanla atıkların toprak organik maddesine dönüşmesi durumunda ise toprakta N ve P besin maddelerinin depolanma/tutulma kapasitesinin arttığı, toprakta pH değişimleri ve tuzlanmanın

tamponlandığı ve bitkilerin hastalık ve zararlılara direncinin de arttığı bildirilmektedir (Kınacı, 2018). Son yıllarda bu tür bitki materyallerinin kompostlaştırılması yerine biyokömürleştirilerek (biochar) topraklarda organik karbon kaynağı olarak kullanılması da önerilmektedir (Ortas ve Lal, 2012).

Lavanta yağının son yıllarda çeşitli sektörlerde kullanımlarının artmasıyla lavanta bitkisi üretiminin yaygınlaşması ve dolayısıyla bu bitkinin distilasyon artıklarının giderek arttığı görülmektedir. Bu durum bu tür organik materyallerin doğru metotlarla toprağa geri kazandırılması ve tarımsal ürünlere olumlu/olumsuz etkileri yönlerinden bilimsel araştırmalar yapılmasını gerektirmektedir. Bu tür çalışmalar oldukça sınırlı olup lavanta atıklarının geri dönüşümü veya zararsız şekilde bertaraf edilmesi lavanta tarımının sürdürülebilirliğine ve yaygınlaşmasına katkı sağlayabilir.

Bu kapsamda yapılan bu çalışma; lavanta bitkisinin distilasyonu sonrası kalan selülozik atıklarının; mevcut haliyle, saman olarak, kompost yapılarak ve biyokömür haline getirilerek toprağa karıştırıldıktan sonra mısır bitkisinin verim ve verim öğelerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla kurgulanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Lavanta distilasyon atıklarından deneme materyallerinin elde edilmesi: Çalışmada, Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Kırsal Hizmetler Daire Başkanlığı Çiftçi Eğitim Şube Müdürlüğü (BAÇEM) lavanta bahçesinden 2019 Haziran ayı itibarıyla üç yaşındaki lavanta (*Lavandula x intermedia*) bitkisinden elde edilen lavanta çiçekleri materyal olarak kullanılmıştır. Lavanta çiçekleri saplarıyla birlikte hasat edildikten sonra aynı kurumda 130 °C'de 4 saat buhar distilasyonuna tabi tutulmuş, distilasyon ile uçucu yağ ve hidrosolü ayrılan lavanta çiçek saplarına kompostlaştırma ve biyokömürleştirme işlemleri uygulanarak "lavanta kompostu" ve "lavanta biyoçarı" elde edilmiştir. Distile edilen çiçek saplarından temsilen ayrılan bir kısmı kapalı garajda gölgede harman kuruluğuna ulaştıktan sonra çelik bıçaklı ve 5 mm elek çaplı yem kırma makinasında ufalanarak LDA'nın "saman" hali elde edilmiştir. Elek üstü ise "sap" olarak nitelendirilmiştir.

Lavanta kompostu; saman haline getirilen atıkların bir kısmı beton zemin üstünde yığın haline getirilerek başlangıç nemi %65-70 olana kadar su eklenmesiyle başlatılmış, başka herhangi bir materyal katılmamıştır. Bu yığın her hafta karıştırılarak ve örnekler alınarak materyalin nem, pH ve EC değerleri izlenmiş, materyalin nem içeriği sabit tutulmaya çalışılmıştır. Zaman içinde aerobik ve anaerobik mikroorganizma faaliyetlerinin etkisiyle oluşan kompostun; kokusuz, süngerimsi dokulu, başlangıçtaki materyalin artık tanınmadığı, elle muayenesinde ıslaklık ve kuruluk hissi vermeyen, kahve renkli bir materyal haline geldiği görülmüştür. Bu materyalin kompost oluşum süreci yaklaşık sekiz ay sürmüştür.

Lavanta biyokömürünün elde edilmesi ise kuru LDA'nın ufalama ve eleme işlemleri sonrasında yine elek altında kalan kısmının piroliz cihazında (0-700 °C arasında kademeli ısılarda çalışabilen laboratuvar ölçekli, çoklu ısı kontrol üniteli proje ekibince özel olarak tasarlanmış bir cihaz) 300 °C'de kısıtlı oksijen şartlarında en az 4 saat tutulmasıyla elde edilmiştir. Quicker ve Weber (2016) biyoçar üretiminde en önemli değişikliklerin 200-400 °C sıcaklık dereceleri arasında görüldüğünü bildirmiş ve elde edilen biyoçarın Weber ve Quicker (2018) tarafından bildirilen kriterlere uygun olduğu anlaşılan kadar yapılan ön inceleme, deneme ve analizler sonucunda lavanta çiçek saplarına özgü olarak belirlenmiştir. Çalışmada lavanta çiçek sapları için en yüksek biyoçar verimi yaklaşık %40 olarak bu sıcaklıkta (300 °C) belirlenmiştir. Biyokömürleştirme işleminde cihaza konulan ve biyokömür olarak çıkan materyal miktarları ölçülerek cihazın ortalama piroliz veriminin kuru ağırlık bazında %30-%40 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Deneme materyallerinin nem, organik madde (OM) kapsamı ve besin maddeleri (N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) içeriklerine ait temel analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Denemede kullanılan mısır bitkisi: Denemede Tareks TK 6063 slajlık mısır çeşidi kullanılmıştır. Çeşit, yüksek verimli (ortalama 7.209 kg da⁻¹) olup Tarım ve Orman Bakanlığı teknik analiz sonuçlarına göre çok kaliteli silaj değerlerine sahip bir çeşit olarak tescil edilmiştir.

Çizelge 1. Lavanta materyallerinin bazı özellikleri ve makro-mikro besin maddesi içerikleri

Materyal	Nem* (%)	OM** (%)	N (%)	Makro Elementler*** (mg kg ⁻¹)					Mikro Elementler*** (mg g ⁻¹)			
				P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
Lav. Kompostu	66.1	79.6	1.004	1.36	11.37	1.18	11.30	2.48	583.5	10.52	24.79	25.24
Lav. Biyokömürü	5.31	59.7	1.549	2.87	30.97	2.30	21.48	5.03	1332	20.66	50.05	51.64
Lav. Sapı	8.79	86.2	0.812	1.10	12.51	0.96	6.40	1.46	163.2	10.27	14.07	14.65
Lav. Samanı	9.16	78.1	1.242	1.41	15.91	1.28	12.20	2.71	743.9	12.32	27.39	29.02

*: Etüvde 80 C'de ağırlık kaybı üzerinden belirlenmiştir (Allmaras ve Gardner, 1956), **:Yanma kaybıyla yapılmıştır (DIN 11542, 1978) ***:Yaş yakma sonrası elde edilen çözeltilde ICP-OES cihazı yardımıyla belirlenmiştir (Soltanpour, 1991).

Denemede kullanılan toprak materyali: Denemede kullanılan saksı toprağı önceden tarla bitkileri ekimi yapılan bir alanın 0-20 cm yüzeyinden alınarak denemenin kurulacağı BAÇEM sera bölgesine getirilmiş 4 mm'lik elekten elenerek saksılara doldurulmuştur.

Deneme materyali analizleri: Deneme öncesi alınarak laboratuvara nakledilen toprak örnekleri gölgede kurutulmuş hava kuru hale getirilmiş, sert polipropilen çekiçle temiz bir plastik leğende ufalanarak toprak agregatları parçalanmış ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprak analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama Merkez Laboratuvarları (ÇOBİLTUM) ile ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Laboratuvarları'nda yapılmıştır (Çizelge 2).

Denemenin kurulması ve yürütülmesi: Deneme Balıkesir ili Burhaniye ilçesinde bulunan BAÇEM'de polietilen yüksek tünel serada kurulmuştur. Deneme materyalleri hazırlandıktan sonra; 30 x 30 cm ebatlarında, polipropilen saksılara 4 mm'lik elekten elenmiş, kurutulmuş

ve hava kuru durumda iken nem miktarları belirlenmiş (Allmaras ve Gardner, 1956) topraklardan tartılarak kuru ağırlık olarak saksı başına 21 kg toprak temiz bir zemin üzerine dökülmüştür. Bu topraklara önceden hazırlanmış ve nem içerikleri yine önceden belirlenen (Çizelge 2) deneme materyalleri kütlece kuru madde bazında %1 (2.1 kg saksı⁻¹) oranında homojen olarak karıştırılmıştır. Bu oran deneme toprağının çok düşük organik madde seviyesini artırarak sürdürülebilir tarım için çiftçilere önerilen %3 organik madde seviyesine (Gezgin, 2018) ulaştırmak amacıyla seçilmiştir. Her deneme materyali için ayrı ayrı tekrarlanan bu işlemler sonrasında elde edilen karışımlar ve hiçbir materyal katılmayan kontrol toprağı dört tekerrürlü olarak saksılara doldurulmuştur. Saksılar tarla kapasitesine kadar sulanarak bir haftalık dinlenmeye bırakıldıktan sonra her bir saksıya beşer adet mısır tohumu ekilmiştir. Ekimden hemen sonra saksılara can suyu uygulanmış ve saksılar yeniden tartılarak tarla kapasitesine kadar suları tamamlanmıştır. Denemenin kurulumu tamamlandıktan sonra saksılar seraya 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yerleştirilmiştir.

Çizelge 2. Deneme toprağının temel analiz sonuçları

Element/Özellik	Miktarı	Birimi	Durumu	Analiz Yöntemi
Kum*	74.50	%	Tın	Hidrometre yardımıyla, Bouyoucos (1951)
Silt*	15.20	%		
Kil*	9.350	%		
pH*	7.330	--	Hafif alkali	1:2.5 toprak:su karışımında pH metre ile, Richards (1954)

Tuz*	0.007	%	Tuzsuz	1:2.5 toprak:su karışımında EC metre ile, Richards (1954)
Kireç*	1.180	%	Az	Kalsimetre ile volumetrik olarak, Allison ve Moodie (1965)
Organik Madde*	0.754	%	Çok az	Kromik asitle yaş yakma sonrası titrimetrik olarak, Jackson (1958)
Tarla Kapasitesi*	15.54	%	--	Basınçlı membran cihazı yardımıyla 1/3 atmosferde, Klute (1986)
Solma Noktası*	7.700	%	--	Basınçlı membran cihazı yardımıyla 15 atmosferde, Klute (1986)
Toplam N*	0.038	%	Çok az	Yaş yakma sonrası kjeldahl cihazı ile, Kacar ve İnal (2010)
Alınabilir P ₂ O ₅ **	25.56	kg da ⁻¹	Çok yüksek	NaHCO ₃ ile çözeltiye alınan P, spektrofotometre ile, Olsen (1954)
Alınabilir K ₂ O**	40.58	kg da ⁻¹	Fazla	AB-DTPA Ekstraksiyonu ile çözeltiye alınan elementlerin ICP-OES cihazı ile, Soltanpour (1991)'e göre
Alınabilir Ca**	1.960	g kg ⁻¹	Yeterli	
Alınabilir Mg**	281.4	g kg ⁻¹	Yeterli	
Alınabilir Na**	54.50	g kg ⁻¹	--	
Alınabilir Fe**	11.82	mg kg ⁻¹	Çok yüksek	
Alınabilir Cu**	2.970	mg kg ⁻¹	Fazla	
Alınabilir Zn**	0.970	mg kg ⁻¹	Yeterli	
Alınabilir Mn**	5.290	mg kg ⁻¹	Yeterli	

*: ÇOMÜ, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Laboratuvarları'nda yapılmıştır, **: ÇOBİLTUM'nde yapılmıştır. Yeterlilik durumları Müftüoğlu ve ark. (2014) ve Soltanpour (1991)'e göre yorumlanmıştır.

Serada haftada bir yeri değiştirilen saksılardaki çimlenen mısır bitkileri 4 yapraklı döneme geldiğinde seyreltme yapılmış ve her saksıda bir bitki bırakılmıştır. Bitkilerin gelişimi boyunca sulamalarda her saksıya aynı miktarda su verilmiş ve yapılan gözlem ve incelemelerde bitkilerde hastalık ve zararlılara rastlanmamış, herhangi bir ilaçlama yapılmamıştır. Denemede toprağında eksik olarak tespit edilen N için 50 ppm'lik amonyum sülfat (%21 N) gübresi bitkiler seyreltikten sonra sulama suyuna karıştırılarak saksılara uygulanmıştır.

Mısır bitkisinin hasadı, bitki gelişim özellikleri ve makro-mikro elementlerin ölçüm ve analizleri: Saksılarda büyüyen mısırların koçanlarındaki dane doluluk düzeylerine göre silajlık hasat zamanı kararlaştırılan bitkiler boyları ölçüldükten sonra kök boğazının hemen üstünden kesilerek hasat edilmiştir. Bitki boyu kök boğazından bitkinin bayrak yaprağının ucuna kadar ölçülmüştür. Bitki çapı, kök boğazından sonraki birinci ve ikinci boğum arasından dijital kumpas yardımıyla farklı açılardan ölçülerek

ortalaması alınmıştır. Saksılardaki bitkilerin yaprak sayıları hasat öncesi sayılarak belirlenmiştir.

Kök ve gövde yaş ağırlıkları hassas terazide tartılarak elde edilmiştir. Bitki köklerinin yaş ağırlıkları, tartım öncesinde suya doymun hale getirilmiş saksıların temiz bir elek üzerine dökülerek yıkanması ve elek üzerinde kalan kök parçalarıyla birlikte toplanıp tartılması şeklinde elde edilmiştir. Bitki kuru ağırlıkları, kök ve gövde yaş ağırlıkları ölçüldükten sonra etüvde sabit ağırlığı ulaşınca kadar 80 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra yine hassas terazide tartılarak elde edilmiştir (Kacar ve İnal, 2010; Müftüoğlu, Türkmen ve Çıkkılı, 2014).

Yaprak analizleri için mısır bitkilerinin koçanları karşısında bulunan yapraklardan örnekler alınmış ve yaprak numunelerinin yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Alınan yaprak numunelerinin önce iki kez musluk suyu, daha sonra iki kez saf sudan geçirilerek yıkanmış ve etüvde sabit ağırlığı ulaşınca kadar 80 °C'de kurutulmuştur. Yaprak

numunelerinin belirlenen yaş ve kuru ağırlıkları bitki silajlık verim hesaplarına dâhil edilmiştir. Etüvde kurutulmuş yaprak örnekleri bitki değirmeni ile öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Kurutulmuş ve öğütülmüş yaprak örneklerinin 500 °C'de kuru yakma yöntemine göre yakılması ile elde edilen bitki süzüklerinde (Kacar ve İnal, 2010; Müftüoğlu ve ark., 2014), makro ve mikro besin maddeleri İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) cihazı yardımıyla belirlenmiştir (Soltanpour, 1991).

Mısır bitkisi yapraklarında toplam N ve protein içeriği belirlenmesi için ise öğütülmüş yapraklarının sülfirik asit (H₂SO₄) ile yaş yakılması sonrası, mikro Kjeldahl cihazı yardımıyla distile edilerek %N içerikleri belirlenmiştir (Kjeldahl, 1883; Bremner, 1965). Belirlenen %N içerikleri üzerinden 6.25 faktörü ile çarpılarak yaprakların protein

değerleri hesaplanmıştır. (Kacar ve İnal, 2010).

İstatistik analizler: Tüm veriler SAS V8 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine (ONE-WAY ANOVA) tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar ($\alpha=0.001$) Student's-t testiyle karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve değişimler farklı harflerle belirtilmiştir (Düzgüneş, Kesici ve Gürbüz, 1993).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Uygulamaların mısır bitkisinin gelişim özelliklerine etkileri: Farklı işlemler uygulanmış LDA'nın serada yetiştirilen silajlık mısır bitkisi gelişim özellikleri üzerine etkilerine ait varyans analizleri yapılmış ve tekerrürlerin ortalaması üzerinden istatistik farklılıklar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Mısır bitkisi gelişim özelliklerinin farklı LDA uygulamalarına göre değişimi

Özellikler	Kontrol	Kompost	Biyokömür	Sap	Saman
Bitki Boyu (cm)	148.3 ab*	162.0 a	159.9 ab	144.9 b	127.3 c
Bitki Çapı (mm)	22.75 b	24.25 ab	26.25 a	22.00 b	18.50 c
Yaprak Sayısı (adet)	15.00 ^{öd}	14.50 ^{öd}	16.00 ^{öd}	14.75 ^{öd}	13.75 ^{öd}
Gövde Yaş Ağırlığı (g)	622.7 a	460.3 b	510.3 b	358.6 c	243.9 d
Gövde Kuru Ağırlığı (g)	112.5 a	96.30 a	100.1 a	70.40 b	42.90 c
Gövde Kuru Madde Oranı (%)	18.10 bc	20.88 a	19.60 ab	19.65 ab	17.41 c
Kök Yaş Ağırlığı (g)	223.8 b	315.0 a	212.5 b	185.0 b	110.5 c
Kök Kuru Ağırlığı (g)	68.25 b	95.00 a	66.25 b	58.25 b	30.50 c
Kök Kuru Madde Oranı (%)	30.52 ^{öd}	30.13 ^{öd}	31.22 ^{öd}	31.57 ^{öd}	28.04 ^{öd}
Kök/Gövde Oranı	60.79 c	93.67 a	66.98 c	83.25 ab	69.65 bc

*: Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, öd: Önemli değil.

Çizelge 3 incelendiğinde, LDA uygulamalarının mısır bitkisinin gövde kuru madde oranına, bitki boyu ve bitki çapına, gövde yaş ve kuru ağırlıklarına, kök yaş ve kuru ağırlıklarına ve bitkinin kök/gövde oranına etkilerinin önemli olduğu; yaprak sayısı ve kök kuru madde oranındaki değişimlerin ise önemsiz seviyelerde olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.001$).

Uygulamalar arasında ortalama en uzun bitki boyu kompost uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kontrol, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Biyokömür ve kontrol uygulamaları

arasındaki değişim önemsizken; kompost, sap ve saman uygulamalarının aralarındaki ortalama bitki boyu değişimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Ortalama bitki çapı en fazla biyokömür uygulamasında tespit edilmiş bu uygulamayı sırasıyla kompost, kontrol, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kontrol, kompost ve sap uygulamaları arasındaki çap değişimleri önemsiz olmuş, biyokömür uygulamasında en yüksek çaplı bitkiler elde edilirken en düşük çapta bitkilere saman uygulamalarında rastlanmıştır. Uygulamaların ortalama yaprak sayısına etkileri istatistiksel olarak önemli olmamıştır.

Farklı LDA uygulamaları sonucu ortalama gövde yaş ağırlığı en yüksek kontrol uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Biyokömür ile kompost uygulamalarının arasındaki yaş ağırlık değişimi önemsizken; kontrol, sap ve saman uygulamalarının ortalama gövde yaş ağırlığı farkları önemli olmuştur. Tüm LDA uygulamaları dikkate alındığında kontrol uygulamasına oranla ortalama gövde yaş ağırlıklarındaki azalma önemli seviyelerde olmuştur.

Uygulamalar arasında ortalama gövde kuru ağırlığı benzer olarak en yüksek kontrol uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kontrol, kompost ve biyokömür uygulamalarının arasındaki değişimler önemsiz olmuş; ancak sap ve saman uygulamaları arasındaki ortalama gövde kuru ağırlıkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sap ve saman uygulamaları kontrol uygulamasına göre gövde kuru ağırlığında azalmaya neden olmuştur.

Uygulamalar arasında ortalama gövde kuru madde oranı en yüksek kompost uygulamasında tespit edilmişken; bu uygulamayı sırasıyla sap, biyokömür, kontrol ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kompost ile saman uygulamaları arasındaki ortalama gövde kuru madde oranı farkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Uygulamaların ortalama kök yaş ağırlığına etkisi en yüksek kompost uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla kontrol, biyokömür, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kompost, kontrol-biyokömür-sap ve saman uygulamaları arasındaki ortalama kök yaş ağırlığı değişim farkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kompost uygulamasında kontrol uygulamasına göre ortalama kök yaş ağırlığı artmıştır. Kontrol, biyokömür ve sap uygulamaları arasındaki ortalama kök yaş ağırlık farkı istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Uygulamalar arasında ortalama kök kuru ağırlığı en yüksek kompost uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla kontrol, biyokömür, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kontrol, biyokömür ve sap uygulamaları arasındaki kök kuru ağırlıkları değişimleri önemsiz olmuş, kompost ve saman uygulamaları arasındaki

ortalama kök kuru ağırlıkları ise istatistiksel olarak önemli miktarda değişmiştir. LDA Kompostu uygulaması kontrol uygulamasına göre ortalama kök kuru ağırlığını artırmıştır. Ortalama kök kuru madde oranına uygulamaların etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Uygulamaların ortalama kök kuru madde oranı sırasıyla sap, biyokömür, kontrol, kompost ve saman olarak tespit edilmiştir.

Uygulamalar arasında ortalama kök/gövde oranı en yüksek kompost uygulamasında tespit edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla sap, biyokömür, kontrol ve saman uygulamaları takip etmiştir. Sap ve saman uygulamaları ile kontrol ve biyokömür uygulamaları arasındaki değişimler önemsiz olmuş; diğer uygulamalar arasındaki kök/gövde oranları istatistiksel açıdan önemli farklar göstermiştir. Farklı işlemler uygulanmış lavanta distilasyon atıklarının mısır bitkisine uygulandığı bir çalışmaya rastlanmamakla birlikte bazı çalışmaların sonuçları ile çalışmamızın sonuçları benzeşmekte, bazı çalışmalarla ise benzer sonuçlar göstermemektedir. Bunlardan birkaçı aşağıda verilmiştir.

Müftüoğlu, Türkmen ve Kavdır (2019)'ın çay çöpünden kompost yapımı ve oluşan kompostun bazı özellikleri üzerine yaptıkları çalışma ile LDA kompostunun özellikleri benzerlik göstermektedir. Ancak çay çöpi ile mısır yetiştirilmediği için mısır bitkisi gelişim özellikleri üzerine tartışılacak veri bulunmamaktadır.

Namlı, Akça ve Akça (2017), tavuk altığı ve fındikkabuğu biyokömürü uygulamalarının tarla koşullarında buğdayın bitki boyuna etkisinin kontrole göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada yine mısır bitki boyuna lavanta biyokömürünün olumlu etkisi olduğu bulunmuştur. Fakat kontrol ve biyokömür uygulamalarının bitki boyuna etkisi istatistiksel olarak önemli olmamıştır.

Elmacı, Seçer, Ceylan ve Öztan (2009), kekik ve kimyon işletmesi organik atıklarının kompost hallerini I. ürün kanola ve II. ürün mısır bitkilerinde vejetatif dönemde etkisini inceledikleri çalışmada; kekik atıklarının I. ürün kanola ve II. ürün mısır bitkilerinde bitki boyuna etkisinin kontrol uygulamalarına oranla daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçla çalışmada elde edilen kompost uygulamasındaki yüksek bitki boyunun kontrole göre yüksek olması yönüyle benzerlik göstermektedir.

Sevilir (2019) sera koşullarında yaptığı çalışmada, mısır bitkisine uyguladığı biyokömürün tipi ve uygulama dozunun birlikte bitki kuru ağırlığına etkisinin önemli olduğunu belirtmiştir. Benzer olarak bu çalışmada; aralarında biyokömürün de bulunduğu uygulamaların ortalama mısır gövde kuru madde oranlarına önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Akşahin ve Gülser (2019) bazı organik materyallerin ve inorganik gübrelerin çemen bitkisinin gelişimine etkilerini inceledikleri çalışmada; organik materyallerin bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı gibi parametreleri istatistiksel olarak etkilediği belirtilmiştir. Bu çalışmayla; lavanta bitkisi atıklarının mısır bitkisinde yaprak sayısı ve kuru madde oranı dışındaki incelenen tüm diğer özelliklerde önemli pozitif etkilerinin görüldüğü çalışmamız, benzerlik göstermektedir.

Uygulamaların mısır bitkisinde silajlık verim, yaprakta protein ve makro-mikro besin elementlerine etkileri: Farklı işlemler uygulanmış LDA'nın serada yetiştirilen silajlık mısır bitkisinin birim alandan (da) elde edilen silajlık verimi, yaprakta protein miktarı ve makro-mikro besin elementleri konsantrasyonlarına etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları incelenmiş ve bu özelliklerdeki önemli değişimler ve önemlilik dereceleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Farklı işlemler sonucu elde edilen LDA uygulamalarının birim alandaki ortalama silajlık mısır verimine etkileri önemli farklılıklar oluşturmuştur. Bu uygulamalar aynı zamanda mısırın yaprak proteini ile makro elementlerden N, K, Ca, Mg ve mikro elementlerden Fe, Cu, Zn, Mn konsantrasyonlarına etkilerinin önemli derecede farklılıklar oluşturduğu; ancak bu uygulamaların mısır bitkisi yapraklarındaki P ve Na konsantrasyonlarına etkilerinin ise önemsiz düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.001$).

Çizelge 4. Mısır bitkisi silajlık verimi ile yaprağındaki protein ve makro elementlerin farklı LDA uygulamalarına göre değişimleri

Özellikler	<i>Kontrol</i>	<i>Kompost</i>	<i>Biyokömür</i>	<i>Sap</i>	<i>Saman</i>
Silajlık verim (kg da ⁻¹)	8441 a*	6740 b	6879 b	5085 c	3596 d
Protein miktarı (g kg ⁻¹)	135.5 a	92.20 c	110.5 b	79.15 d	77.42 d
N (g kg ⁻¹)	21.68 a	14.75 c	17.68 b	12.66 d	12.39 d
P (mg g ⁻¹)	1.995 ^{öd}	2.013 ^{öd}	2.351 ^{öd}	2.440 ^{öd}	2.458 ^{öd}
Mg (mg g ⁻¹)	2.456 a	1.890 b	1.843 b	1.514 c	1.370 c
K (mg g ⁻¹)	18.23 b	21.73 a	21.97 a	21.35 a	22.72 a
Ca (mg g ⁻¹)	4.525 a	2.930 b	2.965 b	2.225 c	2.045 c
Na (mg g ⁻¹)	1.670 ^{öd}	1.630 ^{öd}	1.690 ^{öd}	1.575 ^{öd}	1.645 ^{öd}
Fe (mg kg ⁻¹)	93.07 b*	87.43 c	109.27 a	68.39 d	70.37 d
Cu (mg kg ⁻¹)	6.361 a	5.455 c	6.083 b	5.169 d	5.027 d
Zn (mg kg ⁻¹)	33.23 a	23.34 c	27.51 b	22.35 c	20.10 d
Mn (mg kg ⁻¹)	37.43 a	28.82 b	26.14 cd	27.50 bc	23.80 d

* : Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, öd: Önemli değil.

Çizelge 4 incelendiğinde, LDA uygulamaları arasında birim alana ortalama en yüksek verim kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları takip

etmiştir. Kompost ile biyokömür uygulamalarının arasındaki değişim önemsizken, diğer uygulamalar arasında verim farkları istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

Mısır bitkisi yapraklarında ortalama protein miktarları en yüksek kontrol uygulamasında olmuş; bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Sap ve saman uygulamaları arasındaki fark dışındaki tüm uygulamalar arasındaki protein miktarları istatistiksel olarak önemli miktarlarda değişmiştir. Bu durum yaprakların N içeriklerinde de benzer şekilde aynı gruplarda görülmüştür.

LDA uygulamalarının yaprakta ortalama P konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak önemli olmamış, ancak çalışmada uygulamaların P konsantrasyonları sırasıyla çoktan aza doğru; saman, sap, biyokömür, kompost ve kontrol şeklinde değiştiği tespit edilmiştir.

LDA uygulamaları ile yaprakta ortalama Mg konsantrasyonu en yüksek kontrol uygulamasında tespit edilmiş olup bu uygulamayı sırasıyla kompost, biyokömür, sap ve saman uygulamaları izlemiştir. Kompost ve biyokömür uygulamaları ile sap ve saman uygulamaları arasındaki Mg değişimleri önemsizken değişimler sergilerken; kontrol grubu ile tüm diğer uygulamalar arasındaki yaprak Mg konsantrasyonları önemli derecede azalmıştır.

Yaprakta ortalama K konsantrasyonu en yüksek saman uygulamasında tespit edilmiş olup bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve kontrol uygulamaları izlemiştir. K miktarlarında istatistiksel farklar olmadığı, sadece kontrol grubundaki yaprakların K konsantrasyonunun önemli derecede düşük kaldığı görülmüştür.

Uygulamaların yaprakta Ca konsantrasyonlarına etkileri incelendiğinde; en yüksek Ca seviyesi kontrol uygulamasında tespit edilmiş olup bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları takip etmiştir. Kompost ile biyokömür arasında ve sap ile saman arasında istatistik fark görülmemişken, tüm uygulamalar dikkate alındığında yaprakların Ca konsantrasyonları önemli farklılıklar göstermiştir.

Mısır bitkisi yapraklarındaki Na konsantrasyonları uygulamalara göre istatistiksel olarak önemli değişimler göstermemiştir. Çalışmada uygulamaların ortalama Na konsantrasyonu yüksekten başlayarak; biyokömür, kontrol, saman, kompost ve sap uygulamaları şeklinde sıralanmıştır.

Yaprakların mikroelement konsantrasyonları LDA uygulamalarına göre önemli derecede değişmiş; bunlardan yapraktaki Fe konsantrasyonu en yüksek biyokömür uygulaması ile elde edilmiş, bu uygulamayı sırasıyla kontrol, kompost, saman ve sap uygulamaları izlemiştir. Sap ve saman uygulamaları arasındaki fark hariç, diğer uygulamalar arasında yaprakların Fe konsantrasyonları bakımından önemli farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir.

Yaprakta Cu konsantrasyonları bakımından en yüksek değerler kontrol uygulamasından elde edilmiş; bu değerleri sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamalarından elde edilen ortalamalar izlemiştir. Kompost ve sap uygulamaları arasındaki yapraklardaki Fe konsantrasyonları değişimi önemsizken; kontrol ve diğer uygulamalardaki yaprak Cu konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık olmuştur.

LDA uygulamaları arasında yaprakların Zn konsantrasyonlarında en yüksek değerler kontrol uygulamasında tespit edilmiş olup bu uygulamayı sırasıyla biyokömür, kompost, sap ve saman uygulamaları izlemiştir. Kompost ve sap uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almış diğer gruplarla aralarındaki Zn konsantrasyonları farklı olmuştur.

Yaprakların ortalama Mn konsantrasyonlarında ise en yüksek değer kontrol uygulamasında tespit edilmiş olup bunu sırasıyla kompost, sap, biyokömür ve saman uygulamaları takip etmiştir. Tüm LDA uygulamaları kontrole göre yaprakta Mn konsantrasyonlarını azaltmıştır. Biyokömür ve sap uygulamaları aynı grupta yer alırken; diğer uygulamalar arasındaki ortalama yaprak Mn konsantrasyonları istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir.

LDA ve farklı işlemlerden geçirilen LDA'nın tarımsal ürün yetiştiriciliğinde kullanımına yönelik çalışmalara sık rastlanmamaktadır. Genel olarak tıbbi aromatik bitkilerin ve elde edilen yağlarının allelopatik etkilerine yönelik çalışmalar yaygın olarak görülmektedir (Binbir, 2021; Binbir ve ark., 2021). Özgüven, Kaya, Yılmaz, Kırıcı ve Tansı (1999)'nın sigara fabrikası tütün atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, farklı dozlardaki tütün atıklarının test bitkilerine (buğday-

susam) verim olarak etkilerinin en az mineral gübre kadar olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmadaki LDA uygulamalarıyla birim alandan en yüksek verim kontrol grubundan elde edilmiştir. Yani çalışmamızdaki tüm LDA uygulamaları kontrole göre mısır bitkisinde silajlık verimi önemli ölçüde düşürmüştür.

Uygulamaların mısır bitkisi yapraklarındaki mikro besin maddeleri konsantrasyonlarına etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıklar genel olarak, kontrol uygulaması ile saman uygulaması arasında göze çarpmaktadır. Yaprakların mikro besin elementi içeriklerindeki farklılıklar birçok nedene bağlı olabilir. Bunlardan biri olan toprak reaksiyonunun bitki besin maddelerinin alınabilirliği ve topraktaki çözünürlüklerine etkileri çok önemlidir (Kacar, 2019).

Bitkiden bitkiye farklılık göstermesine bağlı olmakla beraber toprak pH'sının mikro element yarayırlılığı için 5.8–6.2 arasında olması tavsiye edilmektedir (Argo, 2003; Kacar, 2019). Tüm bitki besin maddelerinin yarayırlı olduğu ortak bir pH aralığı bulunmamakta, bu durum bitki türüne bağlı olarak da değişmektedir (Mullins ve Hansen, 2006).

Akşahin ve Gülser (2019) çay atığı kompostu ve atık mantar kompostu kullandıkları çalışmalarında, organik materyal çeşidinin çemen bitkisinin N, Ca, Mg, Fe ve Zn içeriklerine önemli düzeyde etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Demir ve Çimrin (2011) yaptıkları çalışmada mısır bitkisine artan dozlarda arıtma çamuru ve humik asit uygulamaların bitki toprak üstü aksamındaki K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu ve bazı ağır metal konsantrasyonlarında önemli artışlara neden olduğunu, ancak P konsantrasyonlarına etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada toprağa %1 oranında farklı LDA verilmiş olmasına rağmen, mısır bitkisinin yapraklarındaki mikro elementler (Fe, Mn, Zn, Cu) azalmış, ancak LDA uygulamalarının yaprakların P konsantrasyonlarına etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür. Çeşitli işlemlerden geçirilmiş LDA'nın mısır bitkisi veya başka bitkilere artan dozlarda uygulanması durumunda farklı sonuçlar elde edilebilir.

Yapılan bir başka çalışmada (Gümü, Negiş ve Şeker, 2022), ahır gübresi biyokömürü uygulamalarının mısır bitkisinde bitki boyu, biyokütle verimi, yaprakların

klorofil içeriği gibi gelişim özelliklerine üzerine önemli etkileri olduğu ve biyokömür uygulamalarıyla mısır bitkisinin K, P, Mn ve Zn içeriklerinin önemli ölçüde arttığı ifade edilmiştir. Ancak bu çalışmadaki lavanta distilasyon atıklarından elde edilen biyokömür uygulaması ile yapraklarda K ve Fe dışındaki incelenen diğer makro-mikro besin elementlerinin (N, P, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Mn) kontrole göre azaldığı görülmüştür. Biyokömür elde edilen materyallerin çeşidi, biyokömürleştirme sıcaklıkları, süreleri, biyokömürlerin uygulandıkları toprak özellikleri, uygulama dozları ve yetiştirilen bitkilere göre farklı sonuçlar elde edilebilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tıbbi ve aromatik bitkilerden lavanta (*Lavandula x intermedia*) bitkisi, hem birim alandaki yüksek ekonomik getirisi hem de ekolojik turizm sektörüne olumlu katkıları nedeniyle ülkemizde üretim alanları ve miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Lavanta bitkisinden yağ elde edilmesi yaygın olarak distilasyon işlemiyle gerçekleştirilmekte ve distilasyon sonrası kalan atıkların çevresel faktörler nedeniyle bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bu atıkların bitkisel kökenli olması bertarafında tarım alanlarında kullanılmasını gerektirmekte hem de mümkün kılmaktadır. Fakat lavanta yağı üzerine yapılan çalışmalarda lavanta yağının çimlenmeye engel olarak allelopatik özellik göstermesi ve distilasyon atıklarında kalıntı yağ bulunma ihtimali olması nedeniyle tarım alanlarında kullanılırken dikkatli olunması gerektiği belirtilmiştir. Bu tür atıkların (LDA) tarla şartlarında kullanılmasına yönelik bilimsel çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bitkisel atıkların hem bertaraf edilmesi hem de tarımsal açıdan değerlendirilmesi topraklarımızda özellikle organik madde miktarının yükseltilmesi açısından önem arz etmektedir.

LDA uygulamaları mısır bitkisi gelişim özelliklerinden yaprak sayıları ve kök kuru madde oranı dışındaki özelliklerde önemli istatistiksel farklılıklara neden olmuştur. Uygulamaların etkisiyle mısırın silajlık verimi ile yaprakta N, protein, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonlarında önemli değişimler olmuşken, yaprak P konsantrasyonlarındaki değişimler önemsiz bulunmuştur. Bitki gelişim özelliklerindeki azalma, farklı işlemler uygulanmış LDA'nın içerdikleri kalıntı allelopatik yağlar

veya diğer bileşenlerin etkisine dayandırılabilir. Ancak yazarların da içinde olduğu lavanta yağının mısır bitkisi çimlenme ve büyüme üzerine olumsuz etkisinin tespit edildiği laboratuvar çalışmasının aksine; bu çalışmamızda kullanılan farklı işlemlerden geçirilmiş LDA'nın toprağa uygulanarak mısır bitkisi yetiştirilmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Çalışmamızdaki silajlık mısır verimi ve makro besin elementi miktarlarının kontrol uygulamalarında yüksek değerler göstermesi, LDA'nın selülozik yapısındaki yüksek C/N oranı nedeniyle parçalanma sürecinin yeterince olmamasına ve verim kaybına neden olmasa da, LDA'nda az miktarda bulunan kalıntı yağların allelopatik etkisinden kaynaklanabileceğine dayandırılabilir. Ancak LDA'nın selolojik yapısı ve allelopatik yağlarını bertaraf etmek amacıyla biyokömürleştirme ve kompostlaştırma uygulamaları yapılmasına rağmen, genel olarak kontrole göre tüm LDA uygulamaları mısır yapraklarının makro-mikro element içeriklerini düşürmüştür. Üreticiye öneride bulunabilmek ve sonuçların yaygınlaştırılabilmesi için serada elde edilen bu çalışmanın tarla denemeleri ile desteklenmesi oldukça önem arz etmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

KAYNAKLAR

Akşahin, V., Gülser, F. (2019). Bazı organik materyallerin ve inorganik gübrelere çemen otunun (*Trigonella foenum graecum*) besin içeriği üzerindeki etkileri. *Akdeniz Tarım Bilimleri Dergisi*, 32 (Özel Sayı), 47-53.

Allison, L.E., Moodie, C.D. (1965). Carbonate. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, 9, 1379-1396.

Allmaras, R.R., Gardner, C.O. (1956). Soil sampling for moisture determination in irrigation experiments. *I. Agronomy Journal*, 48 (1), 15-17.

Argo, B. (2003). Understanding pH management and plant nutrition. *Journal of the International Phalaenopsis Alliance*, 13 (1).

Binbir, U. (2021). Lavanta (*Lavandula* Spp.) Bitkisi distilasyon atıklarının mısır bitkisi gelişim özellikleri ve besin elementi içeriklerine etkisi. ÇOMÜ, LEE Toprak

Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale.

Binbir, U., Türkmen, C., Çıkılı, Y., Coşkun, Y., Taş, İ. (2021). Lavandin (*Lavandula x intermedia*) uçucu yağının mısır (*Zea mays* L.)'in çimlenme ve fide gelişimine etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU J. Agric. Fac.) 2021: 9 (1): 89-95.

Bouyoucos, G.J. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *I. Agronomy journal*, 43 (9), 434-438.

Bremner, J.T. (1965). Inorganic forms of nitrogen. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, 9, 1179-1237.

Demir, E., Çimrin, K.M. (2011). Arıtma çamuru ve humik asit uygulamalarının mısırın gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17 (2011): 204-216.

DIN 11542 (1978). Torffür Gartenbau und Landwirtschaft.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F. (1993). İstatistik Metotları (II. Baskı). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* No:1291, Ders Kitabı: 369, 218 s., Ankara.

Elmacı, Ö.L., Seçer, M., Ceylan, Ş., Öztan, S. (2009). Kekik-kimyon işletmesi organik atıklarının kanola (*Brassica napus* L.) ve II, ürün mısır (*Zea mays* L.) bitkisi vejetatif gelişimlerine etkileri (poster bildiri). *I. GAP Organik Tarım Kongresi* 17-20 Kasım 2009, Şanlıurfa, 914 - 922.

Erbaş, S., Özen, F., Baydar, H. (2011). Allelopathic effect of lavandin oil and major component on germination and seedling development of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). *II. International Non-Wood Forest Products Symposium*, 8-10 September, Isparta.

Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S. (2011). Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkileri kullanılması ve ekonomik önemi. *Kastamonu Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 52- 67.

Gezgin, S., 2018. Türkiye Topraklarının Organik Madde Durumu, Organik Madde Kaynaklarımız ve Kullanımı. *Organomineral Gübre Çalıştayı Bildiriler Kitabı* (Ed: Kınacı, E.), Sena Ofset Ambalaj Matbaacılık I. Basım, İstanbul, 243s., ISBN: 978-975-7169-89-5.

- Gümüş, İ., Negiş, H., Şeker, C. (2022). Ahır gübresi biyokömürünün bazı toprak özellikleri ve mısır bitkisinin gelişimi üzerine etkisi. *Ziraat Mühendisliği*, (374), 24-33.
- Hui, L., He, L., Huan, L., XiaoLan, L. and AiGuo, Z. (2010). Chemical composition of lavender essential oil and its antioxidant activity and inhibition against rhinitis-related bacteria. *African Journal of Microbiology Research*, 4 (4), 309-313.
- Jackson, M.L. (1958). Soil chemical analysis prentice Hall. *Inc., Englewood Cliffs, NJ*, 498, 183-204.
- Kacar, B. (2019). Sürdürülebilir tarımda mikro besin maddeleri. *Nobel Akademik Yayıncılık*, Yayın No: 2216, I. Basım, Ankara.
- Kacar, B., İnal, A. (2010). Bitki analizleri, *Nobel Yayın Dağıtım*.
- Kara, Y. (2016). Allelopathic effect of different extract concentrations of *Lavandula angustifolia* (Miller) on seed germination and seedling growth of *Zea mays* L, and *Lens culinaris*. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 17 (1), 199-205.
- Kınacı, E. (ed.) (2018). Yönetici özeti. *Organomineral Gübre Çalıştayı Bildiriler Kitabı*, I. Basım Mayıs 2018, İstanbul, ISBN: 978-975-7169-89-5
- Kırıcı, S. (2015). Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin genel durumu. *Türktob, Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 15, 4-11.
- Kjeldahl, J. (1883). Sur une nouvelle methode de dosage de l’azote dans les substances organiques (*French summary: Resum’e du CR Trav. Lab. Carlsberg; separately paged section*), 2 (Juni), 1–12.
- Klute, A. (1986). Water retention: laboratory methods. *Methods of soil analysis: part 1 physical and mineralogical methods*, 5, 635-662. Agron, Monogr, 9, ASA – SSA, Madison, USA.
- Mullins, G., Hansen, D.J. (2006). Basic soil fertility. *The Mid-Atlantic Nutrient Management Handbook*, 53.
- Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Çıkılı, Y. (2014). Toprak ve bitkide verimlilik analizleri (2. Basım). *Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic, Ltd, Şti.* Ankara Dağıtım, Mithatpaşa Cad. No: 74 B01/02 Kızılay–Ankara, ISBN: 978-605-133-895-8, 218s.
- Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Kavdır, Y. (2019). Çay çöpünden kompost yapımı ve oluşan kompostun bazı özellikleri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 109-114.
- Namlı, A., Akça, M.O., Akça, H. (2017). Tarımsal atıklardan elde edilen biyokömürün buğday bitkisinin gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5 (1), 39-47.
- Olsen, S.R. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate (No. 939). *US Department of Agriculture*.
- Ortas, I., Lal, R. (2012). Long-term phosphorus application impacts on aggregate-associated carbon and nitrogen sequestration in a Vertisol in the Mediterranean Turkey. *Soil Science*, 177(4), 241-250.
- Özen, F., Yıldız, G., Çamlıca, M. (2017). Yabancı ot mücadelesinde bazı aromatik bitkilerinin uçucu yağlarının allelopatik etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 40-48.
- Özgüven, M., Kaya, Z., Yılmaz, A.M., Kırıcı, S., Tansı, L.S. (1999). Sigara fabrikası tütün atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (supp1), 43-51.
- Quicker, P., Weber, K., (2016). Herstellung, Eigenschaften und Verwendung von Biomassekarbonisaten. *Wiesbaden: Springer Vieweg*. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-03689-8>.
- Richards, L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *U.S. Dept. Agriculture. Handbook 60*. U.S. Government Printing Office. Washington.
- Saha, A., Başak, B.B. (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen artık biyokütlenin katma değer kapsamı ve kullanımı. *Sanayi Bitkileri ve Ürünleri*, 145, 111979.
- Sevilir, B. (2019). Çeşitli organik atıklardan elde edilen biyokömür ve hidrokömürlerin mısır bitkisi yetiştirilen sera koşullarında toprak bakteriyel çeşitliliği üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Soltanpour, P.N. (1991). Determination of nutrient element availability and elemental toxicity by the AB-

- DTPA soil test and ICPS. *Adv, Soil Sci*, 16:165-190.
- Tanker, N., Şarer, E., Başaran, V. (1977). *Lavandula stoechas* L. Bitkisinin uçucu yağı üzerinde farmakognozik araştırmalar. *Ankara Ü. Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 1 (7), 61-66.
- Temel, M., Tınmaz, A.B., Öztürk, M., Gündüz, O. (2018). Dünyada ve Türkiye’de tıbbi-aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21, 198-214.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). (2020). [https://biruni,tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr). Erişim tarihi: 28.12.2020.
- Weber, K., Quicker, P. (2018). Properties of biochar. *Fuel*, 217, 240-261.