

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

**LEONARDİT VE MEŞE KÖMÜRÜ UYGULAMALARININ BİNGÖL
GULDAR DOMATES FİDELERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYSEL ÖZTÜRK

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

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

BİNGÖL-2022



T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**LEONARDİT VE MEŞE KÖMÜRÜ UYGULAMALARININ BİNGÖL GULDAR
DOMATES FİDELERİNE ETKİLERİ**

Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKİRAN danışmanlığında, Aysel ÖZTÜRK tarafından hazırlanan bu çalışma 14/10/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan	: Prof.Dr. Ali Rıza DEMİRKİRAN	İmza	:
Üye	: Prof. Dr. Alaaddin YÜKSEL	İmza	:
Üye	: Prof. Dr. Abdülkadir SÜRÜCÜ	İmza	:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun / ... / ... tarih ve / nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Zafer ŞİAR
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖNSÖZ

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

Tez izleme esnasında yaptıkları yönlendirmeler ve katkılarından dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Erkan BOYDAK'a, Prof. Dr. Alattin YÜKSEL'e ve analizlerde Doç. Dr. Şenol ÇELİK'e, deneysel çalışmalar esnasında yardımlarını gördüğüm arkadaşlarım Yüksek lisans öğrencilerinden Müjgan BURHAN ve Bahar ENES ile mesai arkadaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Ali UZUN'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak bende büyük emekleri olan, benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve dualarını esirgemeyen anne, babama ve kardeşlerime, tezin hazırlanması sırasında gösterdiği sabır, fedakârlık ve desteklerinden dolayı eşim Asım ÖZTÜRK'e özellikle teşekkürü bir borç bilirim.

Aysel ÖZTÜRK

Bingöl 2022

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. Toprak.....	14
3.1.2. Biyokömür.....	15
3.1.3. Bitki Çeşidi.....	15
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Deneme Planı.....	16
3.2.2. Saksı Denemesinin Kurulması.....	16
3.2.2.1. Deneme Konuları.....	16
3.2.2.2. Saksı Denemesi Kapsamında Yapılan Uygulamalar ve	21
Örnekleme Sayıları.....	
3.2.3. Domates Bitkisi Hasadı Sonrası Yapılan Analiz ve Ölçümler.....	21
3.2.3.1. Domates Hasadı.....	21
3.2.3.2. Bitkide Yaş Ağırlığının Belirlenmesi.....	21
3.2.3.3. Kuru Ağırlığının Belirlenmesi.....	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Bitki Boyu.....	25
4.2. Dal Sayısı.....	27
4.3. Yeşil Aksam Ağırlığı.....	28

4.4. Fide Yaş Ağırlıkları.....	30
4.5. Yeşil Aksam Boyu.....	32
4.6. Fide Kuru Ağırlıkları.....	34
4.7. Kök Uzunluğu.....	36
4.8. Kök Yaş Ağırlığı.....	38
4.9. Kök Kuru Ağırlığı.....	40
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	49

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: A Vitamini
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ark.	: Arkadaşları
B	: B Vitamini
BK	: Biyokömür
BM	: Biyomeşe
C	: C Vitamini
°C	: Celsius (Santigrat Derece)
Ca	: Kalsiyum (<i>Calx</i>) Elementi
Cu	: Bakır (<i>Cuprum</i>) Elementi
cm	: Santimetre (Uzunluk Ölçü Birimi)
DKT	: Düzeltilmiş Kareler Toplamı
DKO	: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması
Dr.	: Doktor
F	: Test İstatistiği
Fe	: Demir (<i>Ferrum</i>) Elementi
g	: Gram (Ağırlık Ölçü Birimi)
g/kg	: 1 Kilogram İçindeki Madde Miktarının Gram Cinsinden İfadesi
IBI	: International Biochar Initiative (Uluslararası Biyokömür Girişimi)
K	: Potasyum
KT	: Kareler Toplamı
K ₂ O	: Potasyum Oksit
kg	: Kilogram (Ağırlık Ölçü Birimi)
kg/da	: 1 Dekar Alandan Elde Edilen Kilogram Cinsinden Ürün Verimi
KDK	: Katyon Değişim Kapasitesi
L	: Leonardit
LSD	: Least Significant Difference (En Az Önemli Fark)
M	: Meşe kömürü

Mn	: Mangan veya Manganez (<i>Manganum</i>) Elementi
mm	: Milimetre (Uzunluk Ölçü Birimi)
MTA	: Maden Tetkik Arama (Genel Müdürlüğü)
n	: Kromozom Sayısı
N	: Azot
Na	: Sodyum (<i>Natrium</i>) Elementi
NH ₄ ⁺	: Amonyum
NO ₃ ⁻	: Nitrat
NPK	: Azot-Fosfor-Potasyum Gübresi
Ort.	: Ortalama
p	: İstatistikte Önemlilik Derecesi
P	: Fosfor
pH	: Power of Hydrogen (Hidrojen Gücü) (Asitlik/Bazlık Derecesi)
P ₂ O ₅	: Fosfor Pentoksit
PVC	: Polivinil Klorür
SD	: Serbestlik Derecesi
SGB	: Strateji Geliştirme Başkanlığı (Tarım ve Orman Bakanlığı)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VK	: Vermikompast
Zn	: Çinko (<i>Zincum</i>) Elementi
%	: Yüzde
+	: Artı
>	: Büyüktür
<	: Küçüktür
=	: Eşittir

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Toprak numunelerinin analize hazırlanması.....	14
Şekil 3.2.	Çalışmada domates fidelerinin viollerde çimlendirilerek dikime hazır hale getirilmesi.....	15
Şekil 3.3	Leonardit biyokömürü	17
Şekil 3.4	Meşe biyokömürü.....	18
Şekil 3.5.	Toprak ile biyokömürün karıştırılması.....	19
Şekil 3.6.	Fide dikimleri.....	19
Şekil 3.7.	Damla sulama sisteminin kurulması.....	20
Şekil 3.8.	Fidelerin ölçümü.....	21
Şekil 3.9.	Bitki köklerinin topraktan arındırılması.....	22
Şekil 3.10.	Bitkinin kurutulması.....	23
Şekil 3.11.	Bitkinin öğütme makinesinde öğütülmesi.....	24
Şekil 4.1.	Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen bitki boyu ortalamaları...	26
Şekil 4.2.	Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen dal sayısı ortalamaları.....	28
Şekil 4.3.	Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen yeşil aksam ağırlığı ortalamaları.....	29
Şekil 4.4.	Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen fide yaş ağırlığı ortalamaları.....	31
Şekil 4.5.	Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen yeşil aksam boyu ortalamaları.....	33
Şekil 4.6.	Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen fide kuru ağırlığı ortalamaları.....	35
Şekil 4.7.	Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen kök uzunluğu ortalamaları.....	37
Şekil 4.8.	Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen kök yaş ağırlığı ortalamaları.....	39
Şekil 4.9.	Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen kök kuru ağırlığı ortalamaları.....	41

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1.	Denemede Kullanılan Toprak Çeşidine Ait Analiz Sonuçları.....	15
Tablo 3.2.	Çalışmada Uygulanacak Leonardit Miktarları.....	17
Tablo 3.3.	Çalışmada Uygulanacak Meşe Kömürü Miktarları.....	17
Tablo 4.1.	Bitki Boyu (cm) Verilerinin Faktöriyel Anova Analiz Tablosu.....	25
Tablo 4.2.	Biyokömür Uygulamaları Sonucu Elde Edilen Bitki Boyu Ortalamaları.....	26
Tablo 4.3.	Dal Sayısı Verilerinin Faktöriyel Anova Analiz Tablosu.....	27
Tablo 4.4.	Biyokömür Uygulamaları Sonucu Elde Edilen Dal Sayısı Ortalamaları..	27
Tablo 4.5.	Yeşil Aksam Ağırlıkları (g) Verilerinin Faktöriyel Anova Analiz Tablosu.....	28
Tablo 4.6.	Biyokömür Uygulamaları Sonucu Elde Edilen Yeşil Aksam Ağırlıkları (g).....	29
Tablo 4.7.	Fide Yaş Ağırlıkları (g) Verilerinin Faktöriyel Anova Analiz Tablosu.....	30
Tablo 4.8.	Biyokömür Uygulamaları Sonucu Elde Edilen Fide Yaş Ağırlıkları (g) Ortalamaları.....	31
Tablo 4.9.	Yeşil Aksam Boyu (cm) Verilerinin Faktöriyel Anova Analiz Tablosu...	32
Tablo 4.10.	Biyokömür Uygulamaları Sonucu Elde edilen Yeşil Aksam Boyu Ortalamaları.....	33
Tablo 4.11.	Fide Kuru Ağırlığı Verilerinin Faktöriyel Anova Analiz Tablosu.....	34
Tablo 4.12.	Biyokömür Uygulamaları Sonucu Elde edilen Fide Kuru Ağırlığı Ortalamaları	34
Tablo 4.13.	Fide Kök Uzunluğu Verilerinin Faktöriyel Anova Analiz Tablosu.....	36
Tablo 4.14.	Biyokömür Uygulamaları Sonucu Elde edilen Fide Kök Uzunluğu Ortalamaları.....	36
Tablo 4.15.	Kök Yaş Ağırlığı Verilerinin Faktöriyel Anova Analiz Tablosu.....	38
Tablo 4.16.	Biyokömür Uygulamaları Sonucu elde edilen Kök Yaş Ağırlığı Ortalamaları.....	38
Tablo 4.17.	Kök Kuru Ağırlığı Verilerinin Faktöriyel Anova Analiz Tablosu.....	40

Tablo 4.18. Biyokömür uygulamaları Sonucu Elde Edilen Kök Kuru Ağırlığı	
Ortalamaları.....	40

LEONARDİT VE MEŞE KÖMÜRÜ UYGULAMALARININ BİNGÖL GULDAR DOMATES FİDELERİNE ETKİLERİ

ÖZET

Bu çalışma; Leonardit ve Meşe kömüründen elde edilen biyokömürün, Bingöl yöresine uygun Guldar domatesi (*Lycopersicon esculentum* L., Guldar) çeşidinde önemli tarımsal özellikler üzerine etkisini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür.

Deneme Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında saksılarda kurulmuştur. Deneme tesadüf parsellerine göre 4 tekrarlamalı olarak 14 Haziran 2021 tarihinde saksılara domates fideleri ekilmiştir. Denemede kullanılan leonardit ve meşe kömürünün üç farklı dozda (Kontrol, 2,74 g, 5,48 g ve 10,96 g) uygulanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar şu şekildedir; toprağa uygulanan biyokömür miktarının artması ile domates bitkisinin toplam ağırlıkları ve yeşil aksam ağırlıkları olumlu olarak etkilenmiştir. Araştırmada domates bitkisinde; biyokömür uygulama dozuna göre yeşil aksam boyu, çiçeklenme dönemi, yaprak sayısı ve gövde çaplarının istatistiksel olarak değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

Deneme çiçeklenmeye kadar sürdürülmüş ve meyve döneminde sonlandırılmıştır. Domates bitkisinin toprak altı ve toprak üstü olmak üzere yaş ve kuru ağırlıklarından elde edilen sonuçlara göre;leonardit ve meşe kömüründen elde edilen biyokömürün toprağa uygulanması ile fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden toprakta iyileşmeye neden olduğu tespit edilmiştir.Ayrıca test bitkisi olan domates bitkisinin gelişim parametreleri üzerinde de olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. Bundan dolayı tercih edilebilir bir uygulama olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Leonardit, meşe kömürü, biyokömür, toprak, Guldar domatesi, Bingöl.

EFFECTS OF LEONARDITE AND OAK COAL APPLICATIONS ON BINGOL GULDAR TOMATO TO SEEDLINGS

ABSTRACT

This study was conducted to reveal the effect of leonardite and biochar obtained from oak coal on important agricultural characteristics on tomato ((*Lycopersicon esculentum* L., Guldar variety) suitable for Bingöl region.

The trial was established in pots in the trial area of Bingöl University Faculty of Agriculture. Tomato seedlings were planted in the pots on 14 June 2021 with 4 replications according to the the experimental randomized plots. Leonardite and biochar used in the experiment were applied in three different doses (Control, 2.74 g, 5.48 g, 10.96 g). The results obtained in the study are as follows; with the increase in the amount of biochar applied to the soil, the total weight of the tomato plant and the green part weights were positively affected. In the research tomato plant; It was determined that the length of the green parts, the flowering period, the number of leaves and the stem diameters differed statistically according to the biochar application dose.

The experiment was continued until flowering and was terminated during the fruiting period. According to the results obtained from the fresh and dry weights of the tomato plant, both above and below the ground, it was determined that the biochar obtained from oak charcoal and leonardite caused improvement in the soil in terms of its physical and chemical properties. In addition, it was determined that the test plant, the tomato plant, had positive effects on the growth parameters. Therefore, it is thought to be a preferable application.

Keywords: Leonardite, oak charcoal, biochar, soil, Guldar tomato, Bingöl.

1. GİRİŞ

Domates (*Solanum Lycopersicum* L.), Solanaceae familyası içerisinde yer almakta ve $2n=24$ adet kromozoma ait bir kültür bitkisidir (Spooner et al. 1995). Domates ayrıca ekonomik açıdan dünyada ve ülkemizde en çok üretimi ve tüketimi yapılan önemli bir tarım ürünüdür (Özbahçe ve Padem, 2007).

Domates, taze olarak tüketilmesinin yanı sıra kurutmalık, salça, ketçap, sos, turşu ve meyve suyu üretimi yapılmaktadır (SGB, 2021). Domates bitkisi içerdiği potasyum, kalsiyum, demir ve fosfor mineralleri ile A, B, C vitaminleri açısından oldukça zengin bir vitamin kaynağıdır. Ayrıca domates bitkisinin bünyesinde; su, karbonhidrat, protein, selüloz ve likopen, beta karoten, beta cryptoxanthin, phytosterol, lutein, zeaxanthin gibi steroller bulunmasından dolayı insan sağlığı ve beslenmesi açısından önemli bir kültür bitkisidir (Ensminger et al, 1995).

2020 yılı dünya domates üretim verilerine göre; dünyanın en çok domates üreten ülkesi Çin Halk Cumhuriyeti iken, bu sıralamayı Hindistan, Amerikan Birleşik Devletleri ve yaklaşık 13 milyon ton üretim ile Türkiye 4. sırada yer almaktadır (Anonim 2020). Ülkemizde ise domates üretimi yapılan bölgeler; Akdeniz, Ege ve Marmara bölgeleridir (Anonymous, 2020). Ülkemizde domates üretiminin en çok yapıldığı iller arasında Antalya, Bursa, Mersin, İzmir, Manisa, Muğla, Çanakkale, Balıkesir, Tokat ve Şanlıurfa illeri gelmektedir.

Bingöl ilimiz ise mevsimsel olarak sebze yetiştiriciliğine uygundur. Son zamanlarda domates yetiştiriciliği yörede üretimin çok çok altındadır. Bingöl ilinde yaklaşık 3.321 da alanda 14.848 ton domates üretimi tespit edilmiştir (TÜİK 2020).

Dünya üzerinde yakın zamanda gelişen sanayi ve teknolojinin doğaya verdiği zarar, hem ekosistemi hem de canlıların hayatını olumsuz etkilemektedir. Zamanla artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli besinleri tedarik etmek, bitkisel ve hayvansal üretimi yaygınlaştırmak, görünümü alımlı ve fazla ürünler elde etmek için aşırı

miktarda sentetik gübre ve ilaç kullanımı son zamanlarda artmıştır. Kimyasal içerikli gübre ve sentetik ilaçların kullanılmasıyla; bitkisel ve hayvansal üretimi ancak belli bir noktaya kadar getirebilmiştir. Sentetik içerikli maddelerin kullanımındaki artış ekosistemin bozulmasına ve doğaya zarar verdiği tespit etmiştir (Aksoy ve Altındışli 1999).

Son yıllarda, insan sağlığını yanlış sentetik gübre ve ilaçlarla yapılan tarımsal yöntemler tehdit oluşturmuş ve bilim insanlarını, olumsuzlukları ortadan kaldırmak için daha farklı yöntemlerin geliştirilmesine yöneltmiştir. Bu nedenle, ekolojik sistem bozulmadan, doğa kirliliğini azaltarak canlıların sağlığını tehdit etmeyen, bitkisel üretim sistemlerine geçiş olmuştur. Son yıllarda yapılan araştırmalarda en sağlam üretim yöntemi “*Organik Tarım*” veya “*Ekolojik Tarım*” olarak tanımlanan üretim yöntemlerinin olduğu tespit edilmiştir (Olsen 1998).

Türkiye toprakları genel yapısı itibarıyla organik madde içeriği düşük ve bazik özellik göstermektedir. Uygulanan gübrenin ya da toprakta ihtiva eden ama bitkinin alamadığı bitki besin elementinin yarayışlılığını artırmak için topraklarımızda toprak düzenleyici ve organik gübre kullanımının artırılması gerektiği bildirilmiştir (Erarslan vd. 2009).

Gelecek yıllarda nüfus oranındaki hızlı artış doğal kaynakların temini ve besine olan taleple aynı oranda artmaktadır. İlk yıllarda tarımsal verimin artışı için faydalanılan doğal kaynakların zamanla azaldığı tespit edilmiştir. Bunlar organik atıklar; tarımsal ürün atıkları, hayvansal atıklardır (Sümer vd. 2016).

Dünya’da 1984 yılında toprak düzenleyicisi olarak biyokömürün kullanımını onaylayan ilk ülke Japonya’dır. Son yıllarda biyokömürün toprak düzenleyici ve ekolojik düzenleyici olarak kullanımı ilgi görmüştür. “Biyokömür”ü odun kömürlerinde ayıran en büyük farklılık, ikincisinin yakıt olarak kullanılması biyokömürün ise atmosferik karbonu toprakta tutması, gaz emisyonlarını azaltması ve toprak iyileştirici özelliğinin olmasıdır (Çağlar 2004).

Bitki atıkları ile hayvan gübreleri gibi farklı ürünlerin aerobik veya anaerobik yerde ortaya çıkan gereçlere biyokökömür denir. Farklı bir yöntemle anlatırsak fazla oksijenin olmadığı yüksek sıcaklıklarda ($<700\text{ }^{\circ}\text{C}$) bitki kalıntılarının sıcaklıkla farklılaşarak/piroliz yöntemiyle ortaya çıkan ürüne biyokömür denir (Lehman and Joseph 2009). Son yıllarda popüler olan biyokömür maddesinin oluşumu tabiatta uzun yıllar ancak olmaktadır. Toprak altında, bitki atıkları ile doğal yollardan bu atıkların uzun zaman içerisinde karbonize olması ile biyokömür elde edilir. Amazon bölgelerindeki “*Terra Preta*” (çernezyum) olarak bilinen verimli siyah toprakların biyokömür açısından değerli olduğu belirtilmektedir. Bu toprakların karbon içeriğinin de fazla olduğu ve yıllarca kaldığı tespit edilmiştir (Lehmann and Joseph 2009).

En çok tercih edilen biyokömür odun kömürüdür. Türkiye’de meşe ağaçlarından elde edilen mangal kömürünün daha çok normal metotlarla yapılarak biyokömür elde edilmektedir. Bundan dolayı düzenli bir şekilde stoklanan odunlar kurutulur ve odunların üstü toprakla kaplanarak kısmi yakma işlemi gerçekleştirilerek karbonlaştırılır. Sanayileşmenin gelişmesi ile birçok özellikte kullanılan ürünler yakıtlar oluşmuştur (Meyer et al. 2011; Tripathi et al. 2016; Yang et al. 2014; Agirre et al. 2013).

Biyokömür materyali fazla oksijene sahiptir. Bu yüzden fazla asit-baz özellikteki işlevleri göstermektedir. Ayrıca bu materyalin topraktaki azot ve fosfor gibi besin elementlerinin bitkiler aracılığıyla daha rahat alınabilmesine sebep olarak toprak açısından iyi birer toprak iyileştiricidir (Glaser et al. 2014).

Biyokömürlerin ziraatta verimi arttırdığı belirtilmiştir. Ayrıca biyokömürler genel olarak yüksek pH özelliklerine sahip olduklarından özellikle asitli topraklara ilave edildiklerinde toprakların pH değerlerini yükselterek tampon görevi de görmektedirler (Ippolito et al. 2016).

Biyokömürler farklı yöntemlerinin kullanılması sonucu elde edilen materyallerdir. Biyokömür materyalleri Katyon Değişim kapasitesini (KDK) artırır, besin elementlerinin yıkanmasını engeller, toprağa uygulanan biyokömür materyallerinin bünyesindeki özelliklerine bağlı olarak topraktaki su tutma kapasitesini arttırıcı ve toprak pH’sını değiştirici yönde etkileri bulunmaktadır (Lehmann ve Rondon 2006; Kolb et al. 2009).

Biyokömürler, organik ve inorganik gübreler ile birlikte toprak düzenleyici olarak kullanıldığı zaman toprağın havalanmasını, karbon salınımı üretmeden elde etme yöntemi sağlar, ürün verimliliğini, bitki besinlerinin yararlanılabilirliğini, besinlerin tutunmasını, toprak pH' ını düzenlemekte, Katyon değişim kapasitesi (KDK)'yı artırmakta, aşırı gözenekli yapısı sayesinde toprağın su tutma kapasitesini artırır, toprağın fiziksel özelliklerini geliştirmekte ve mikrobiyal aktiviteyi arttırmaktadır (Sayğan 2017).

Leonardit, ABD - Kuzey Dakota Eyaletinde, Dr. Leonard aracılığıyla bulunmasından dolayı bu ismi almıştır. Leonardit, potasyum hidroksit ile kimyasal reaksiyona girerek ham sıvı hümik asit oluşmaktadır. Sıvı hümik asit karıştırma ve süzülme aşamalarından geçilerek, depolama aşamasına getirilerek veya kurutma işleminden toz halinde kullanıma getirilebilir. Leonarditten çıkan hümik maddeler, humin, humik asit, fulvik asit ve ulmik asittir. Canlı, cansız, çürümüş ya da tamamen çürümekte olan organik maddelere humus denir. En fazla humus bitki artıklarında ya da kompost maddelerde bulunmaktadır. Fazla hümik asit içeriğindeki humatlar iyi birer humus kaynağıdır (Engin ve ark. 2012).

Toprak düzenleyici ürünler olan Biyokömürler, bitki kök gelişimine ve gövdenin büyümesine, makro ve mikro elementlerin bitkiler aracılığıyla daha fazla alınabilmesini sebep olmakta, besin elementlerince fakir olan toprakların organik ve inorganik besin elementlerinin takviye edilmesine ve toprak verimliliğini iyileştirme yönünden önemlidir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda toprak düzenleyicilerden biri de leonardittir (Demirkıran ve ark. 2012).

Leonardit, toprağı pek çok özelliğini düzenlemede, toprak havalandırılmasında, su tutma kapasitesinin arttırılmasında ve besin elementi alımına yardımcı olması açısından faydalıdır. Birçok ülkede, leonarditin hem sıvı hem de granül halindeki hümik asit bileşenlerinin sulama ile verilmesinde yararların sağlandığı belirtilmiştir (Demirkıran ve ark. 2012).

Sürdürülebilir tarımda leonarditin kullanımı günden güne önemli hale gelmektedir. Bitkinin gelişimi göz önüne alındığında, Leonardit uygulamasının faydaları şunlardır (İstanbuluoğlu 2012). Randımanı iyi duruma getirir. Canlı, nitelikli, organik, besin

değeri yüksek ve doğal ürün elde edilir. Erken ürün elde edilir. Kimyasal gübre kullanımını azaltır. Leonardit toprağın yapısal özelliğini düzenler ve iyileştirir. Doğaya faydalı olduğu gibi toprak kirlenmesini önler. Topraktaki su geçirimsizliğini yükseltir. Kumlu topraklardaki doğal materyallerin miktarını yükseltir. Topraktaki su tutma yeteneğini yükseltir. Kuraklıkta su kayıplarını hafifleterek topraktaki nem oranını korur. Toprağa karışarak toprak renginin koyulaştırdığından güneş ışınların daha iyi fayda sağlandığı tespit edilmiştir. Topraktaki faydalı canlıların aktivitesini artırır. Toprağın pH dengesini sağlar. Leonardit fazla tuzlanmadan ortaya çıkan zehirlenmeleri azaltır (Şengüler 2015).

Organik ürünlerde hem toprak düzenleyici ve kök verimine olumlu etki gösteren hem de makro ve mikro elementleri temin etmesinden dolayı iyi birer toprak düzenleyicidir. Humik asidin kimyasal reaksiyonları sonucu, topraktaki bitki besin elementlerinin bitki kök alanından gidilmesine engel olur. Toprağa verilen makro ve mikro elementlerinin alınabilir hale getirilerek, en fazla seviyeye getirir. Asidik ve bazik toprakların, pH'sını düzenleyerek toprakların nötr düzeyinde bırakır (Senn and Kingman 1973).

Leonardit, önemli humik ve fulvik kaynağı olmasından dolayı; sürdürülebilir tarımın neden olduğu toprak iyileştiricilerde kullanılan başka bir organik materyaldir. Bitkisel üretimdeki leonarditin organik materyal seviyesi %50'nin üzerinde iken, bunun %40 humik asit içermesinden dolayı önemli bir etki göstermiştir. Bundan dolayı, pH (% 6,5) seviyesinde ve tuzsuz olan leonarditin bitkisel üretimde önemli bir fayda sağlamaktadır (Anonim 2007).

Türkiye gibi kireççe zengin toprakların, Leonardit biyokömürünün bitkilere organik asitler ile makro ve mikro besin maddelerinin alımını sağlamaktadır. Yapılan yanlış kimyasal gübreleme sonucu topraklarda aşırı labilen bazı besin elementlerinin (fosfor gibi) çözümünü sağlayarak alımını kolaylaştırmaktır. Leonardit yüksek su tutma kapasitesi nedeniyle, sulama suyunun toprakta daha uzun süre tutulmasını sağlayarak bitki kök bölgesi nem seviyesinin daha uzun süre korunmasına yardımcı olmaktadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda ve kaynaklardaki bilgilerde, biyokömürün sürdürülebilir tarımın gelişimine ve bitkilerin fizyolojik etkilerine olumlu etkisinin olduğu görülmüştür. Bu çalışmada Leonardit ve meşe kömüründen elde edilen biyokömürün, Bingöl yöresinde yetişen Guldar domatesi fidesinin gelişimine etkisi incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünyada, domates (*Solanum lycopersicum L.*) yoğun bir şekilde yetiştiriciliği yapılmakta ve besin olarak değerlendirilmektedir. Domates genelde taze, işlenmiş, kurutulmuş veya turşu olarak çok tüketilen bir sebzedir. İçerdiği vitamin, gıda maddelerinden dolayı da önemli bir besin kaynağıdır. Solanaceae familyasındaki domatesin milli gelirimize önemli bir faydası vardır. Domatesin mineral içeriği ile tat ve albenisi etkili etkenlerdir (Fernades-Ruiz ve ark. 2011). Bitkilerin besin madde kaynaklarını etkileyen birçok etken mevcuttur (Sanders ve ark, 1981). Domates bitkisindeki mineral içeriklerinin besin elementleri ile yoğunlaşması ile ürünlerin albeni görünümünü arttırmakta, gıdaların korunmasında önemli bir etkindir (Rijck ve Schrevens, 1998). Killi topraklardaki makro ve mikro minerallerin fazla olmasından dolayı domatesin tat ve besin madde içerikleri olumlu etki göstermiştir (Dorais et al. 2008).

Bingöl yöresinde “Guldar” adıyla bilinen köyde yetiştirilen domatesin coğrafik işaret alınmasına yönelik 7 adet sofralık domates genotipiyle karşılaştırılması yapılmıştır. Bu sebeple, domateslerin morfolojik, fizyolojik, kimyasal ve verim özellikleri belirlenmiş, en yüksek domates veriminin (5.914 kg/da) Guldar domates genotipinde, en düşük domates verimlerinin ise Kuzeyköy ve Lice genotiplerinde (sırasıyla 3.197 ve 3.313 kg/da) elde edildiği bildirilmiştir (Özbay, 2021). Yapılan çalışmalara göre, Guldar domatesinin diğer domateslere nazaran makro elementlerden fosfor ve potasyum açısından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Makro elementlerin ve mikro elementlerden de mangan içerikleri açısından sonuçların Guldar domatesi genotipinde fazla miktarda olduğu tespit edilmiştir (Demirkıran 2021). Yine kalite parametrelerinden tat değerinde yüksek değerin (4,44) Guldar genotipinde tespit edilmiştir. Sonuçların Guldar domates genotipinin yetiştirildiği coğrafya şartlarında daha verimli olduğu, kendine özgü nitelikleri barındırdığı görülmüştür (Özbay, 2021).

Biyokömür; son zamanlarda tarımda popülerliği olan organik tarım alanında bir çığır açacak özellikte olan bir materyal olarak değerlendirmek gerekir. Çok yeni bir konu olmasına karşın tarımsal üretimde önemli bir yere sahip olabilecek nitelikte karakteristik

özelliklere sahiptir. Ülkemizde ve dünya çapında biyokömür ile ilgili olarak çeşitli çalışmalar yapılmış ve yapılmaktadır. Bu çalışmalar neticesinde genel olarak biyokömürün toprak üzerinde olumlu ve iyileştirici özelliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre biyokömür topraktaki bazı kimyasal biyolojik ve fiziksel özellikleri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda kullanılan biyokömür materyaline bağlı olarak toprak pH'sında değişim olduğu belirlenmiştir. Biyokömür toprakta su tutma kapasitesini ve topraktaki biyolojik aktivitelerde bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Çalışmalar da kullanılan tüm topraklarda biyokömür uygulamasının toprak iyileştirici özelliği olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalara göre yağışların yetersiz ve bitki besin maddelerinin az ve bitki beslenmesinde yetersiz kaldığı topraklarda biyokömür uygulanmasının faydalı olacağının kanısına varılmış, biyokömür uygulaması ile bu topraklardaki iyileştirmelerin daha belirgin ve daha iyi olduğu görülmüştür (IBI, 2008). Biyokömür parçacıkları yüzeyinin toprak yüzeyinden daha fazla olması nedeniyle biyokömür uygulamaları sonucu toprakta ki toplam yüzey alanının arttığı belirlenmiştir (Downie ve ark. 2009). Tropikal bölgelerde yapılan biyokömür çalışmalarında bazı elementlerin (P, K, Ca, Cu ve Zn gibi) bitkiler tarafından daha fazla miktarda alındığı görülmüştür (Lehmann and Rondon, 2006).

1980 ve 1990 yıllarında biyokömür ile yapılan çalışmaları incelemiş ve araştırmacı şu sonuca varmıştır. Düşük oranlardaki biyokömür uygulamalarının (0,5 t ha⁻¹) bitki gelişiminde artırıcı sonuçlar doğurduğunu, yüksek oranlardaki biyokömür uygulamalarının ise bitki gelişiminde olumsuz etkilediğini belirtmiştir (Glaser, 2001). Tropikal amazon toprakları ve Avustralya'nın yarı-kurak topraklarındaki çalışmalar sonucunda biyokömür ve NPK gübrelemesinin birlikte yapılması ile bitki gelişiminin arttığı görülmüştür. Brezilya amazonlarının terra, preta, anthropogenik koyu topraklarındaki biyokömürü ile yapılan çalışmalarda papaya ve mango benzeri bitkilerin gelişiminde ve toprak verimliliğinde arttığı tespit edilmiştir. Bu yörelerde biyokömür çalışmasının sonucunda genelde verimin düşük olduğu topraklardaki verimin 3 kattan fazla artış olduğu görülmüştür (Smith 1999).

Fasulye bitkisi ile yapılan bir denemede biyokömürün 60 t C ha⁻¹ çalışmasının fasulye bitkisinin veriminde olumlu etki göstermiştir (Rondon et al. 2007). Çeltik kılavuzundan yapılan biyokömürün soya fasulyesi ve mısır bitkilerinde uygulanmasında magnezyum,

fosfor ve kireç yapılan uygulamalarda bitki köklerinde nodül oluşumunun, bitkinin veriminde olumlu etki göstermiştir (Igarashi 1996).

Pehlivan, 2021. Adana ilinde yapılan bir çalışmada, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında 2020 yılında yapılan bir denemede değişik ayçiçeği çeşitlerine (LG5542 CL, MAY M96CL 02, P64LC108) tavuk gübresi biyokömürü (Kontrol, 500 kg/da, 1.000 kg/da, 1.500 kg/da) uygulanmıştır. Sonuçlara göre, tohum verimi açısından en fazla değerin 475,6 kg/da ile MAY M96CL 02 çeşidinden elde edildiği bildirilmiştir. Tavuk gübresi biyokömürünün (1.500 kg/da) P64LC108 çeşidinde tohum yağ oranına en fazla etki yaptığı (%41,5) bulunmuştur. Tohumun yağ verimi bakımından en fazla ortalama değeri 184,1 kg/da ile MAY M96CL 02 çeşidinde yapılan uygulamanın 1.500 kg/da olduğu tespit edilmiştir. Yapılan özellikler bakımından hem çeşitler arasındaki farkların hem de tavuk gübresi biyokömürü uygulamaları arasındaki farkların genel olarak istatistiksel anlamda çok önemli bulunmamıştır.

Nacar, (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi sera koşullarında 2019-2020 yılları arasında yapılmış olan bu çalışma ile Güneydoğu Anadolu bölgesinde üretimi yaygın olan Antepfıstığının fabrika atığından elde edilen biyokömür kullanılarak, Sun 6216 domates çeşidi üzerine ve toprağa etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada; biyokömür uygulamalarının ve kuraklık stresinin domatesteki etkilerinin yanı sıra ve biyokömür ve sulama uygulamalarının toprağın kimi kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi de incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; Fıstık fabrika artıklarından elde edilen biyokömür materyali toprağa uygulanması ile fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden toprakta iyileşmeye neden olmuştur. Bundan dolayı deneme bitkisi olarak kullanılan domates bitkisinin gelişim fonksiyonları üzerinde de olumlu etkileri tespit edilmiştir. Bu yüzden yapılabilecek bir çalışma olabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlar ışığında domates yetiştiriciliğinde kumlu-tınlı toprak bünyesi şartlarında biyokömür %1 dozu önerilmektedir. Ayrıca domates bitkisi kuraklık stresinden aşırı miktarda zarar görmektedir. Bundan dolayı tüm sulamalarda bitki kök bölgesini tarla kapasitesine gelinceye kadar doyurulmalıdır.

Isparta yöresinde yapılan bir çalışmada, aynı sıcaklıkta, farklı materyaller kullanılarak üretilmiş olan biyokömürün çilek bitkisinin gelişimi ve besin elementi alımı üzerine

etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Gül posası, elma posası, orman altı örtüsü, talaş ve ceviz kabuğu kullanılarak 400 °C sıcaklıkta üretilen biyokömürler, iki farklı dozda toprağa uygulanmıştır. Bu topraklarda yetiştirilen çilek bitkisinin meyve verimi ile yeşil aksam kuru ağırlığı, yeşil aksamın besin elementi konsantrasyonları tespit edilmiştir. Sonuçlar, biyokömür hammaddelerinin elde edilen ürünün özellikleri üzerine etkili olduğunu ancak bu etkilerin belirlenen her parametre için aynı düzeyde olmadığını göstermiştir. Genel olarak biyokömür uygulamaları besin elementi içeriğini artırmış ancak bazı elementlerde de azalmaya neden olmuştur. En yüksek verim değeri elma posası biyokömüründen elde edilmiştir. Sonuçlardan genel olarak talaş biyokömürünün belirlenen parametrelerin birçoğu üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu görülmüştür. Besin elementlerinden ise demir elementi biyokömür uygulamalarından en fazla olumsuz etkilenen element olmuştur. Araştırmadan elde edilen bulgulardan hareketle her biyokömürün her bitki, toprak, iklim koşullarında aynı etkiyi gösteremeyebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Uygulama dozları arasında ise genellikle önemli farklar bulunmamış, bu durumun biyokömürün etkinliğini daha iyi gösterebilmesi için uygulama sonrası bir miktar inkübasyon süresine ihtiyaç duyduğu şeklinde açıklanmıştır (Tunçay 2019).

Demirhan (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, orta bünyeli bir toprağa farklı dozlarda fıstık dış kabuğu biyokömürü uygulamasının, topraklardan amonyum (NH_4^+) ve nitrat (NO_3^-) yıkanmalarına etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. İki farklı dozda (%1,5 ve %3) fıstık dış kabuğu biyokömürü ve kontrol uygulamasını kapsayan yıkama çalışması 3 tekerrürlü olarak 35 cm uzunluğundaki PVC borularda yapılmıştır. Çalışma sonuçları genel olarak göstermiştir ki, fıstık dış kabuğu biyokömür uygulamaları orta bünyeli topraklardaki azotlu gübre uygulamalarından kaynaklı nitrat yıkanma kayıplarını yaklaşık %46 oranında düşürebilme potansiyeline sahip olmaktadır. Buna karşın amonyum kayıpları önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

Tunçay, (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, saksı denemesi şeklinde gül posası kullanılarak 340, 380, 420, 460 ve 500 °C değerinde üretilen beş farklı biyokömür, 0, 400 ve 800 kg/da olmak üzere 3 farklı doz ve 3 tekerrür olarak yürütülmüştür. Tüm saksılara temel gübreleme yapılmış olup, ekim ile birlikte 100 mg/kg N, 150 mg/kg P_2O_5 , 150 mg/kg K_2O verilmiştir. Çiçeklenme başladıktan sonra saksılara 100 mg/kg N uygulaması

tekrarlanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar biyokömür üretiminde kullanılan sıcaklığın elde edilen biyokömürün çilek bitkisinin gelişim parametrelerinde ve makro ve mikro besin elementlerinin alımına önemli etkide bulunduğu belirtilmiştir. Verim değerleri hem sıcaklık hem de doz uygulamasından olumlu etkilenmiştir. Sonuçlar, denemede seçilen en düşük ve en yüksek sıcaklık olan 340 ve 500 derecenin belirlenen parametreler üzerinde genellikle olumsuz etkide bulunduğunu göstermiş, gül posasından biyokömür üretiminde 380, 420 ve 460 derece sıcaklıkların tercih edilmesinin yararlı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Kiyas, (2020) Bingöl’de farklı tuz ve leonardit seviyelerinin fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) fidesine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada Göynük-98 çeşidine NaCl’nin farklı dozları (0, 50, 100, 150 mM) ve leonarditin farklı miktarları (0, 20, 30 ve 40 g/kg) uygulanmıştır. Sonuçta, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, sürgün uzunluğu ve sürgün yaş ağırlığının leonardit ve tuz dozlarının farklılığında istatistiki manada etkili olduğu tespit edilmiştir. Leonarditin K ve Na miktarında artışa, P miktarında ise değişime neden olmadığı tespit edilmiştir. Leonarditin tuzlu koşullarda fasulye fidesinin büyümesi ve element alımına pozitif etkisinin olduğu belirtilmiştir.

Tezcan, (2019) Edirne’de sorgum sudanotu (*Sorghumbicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) melezi ile melez silajlık mısıra farklı oranlarda organik azotlu gübre uygulanmış, bitki boyu, bitki yaprak sayısı, yeşil ot ve kuru ot verimi, kuru madde miktarı, yaprak sayısı, kardeş sayısı, ham protein ve ham selüloz oranına tesirleri incelenmiştir. Sonuçlarda; artan organik azotlu gübre dozlarının bitki boyunu (136,9 - 158,8 cm), yaprak sayısını (7,63 - 9,20 adet/bitki), yeşil ot verimini (4.939,1 - 6.653,3 kg/da), kuru ot verimini (1.264,6 - 1.778,0 kg/da) ve ham protein verimini (88,08 - 171,24 kg/da) arttırdığı belirlenmiştir.

Demir, (2019) Harran Üniversitesinde 2016’da yapılan başka bir çalışmada, pamuğa leonardit farklı dozlarda (0, 150, 300 kg/da) uygulanmıştır. Sonuçta, uygulanan leonardit dozlarının toprak organik maddesini arttırdığı, pamuk veriminde artışa neden olduğu ve bunun istatistiki açıdan anlamlı bulunduğu bildirilmiştir.

(Karakılıç, (2019) yapılan başka bir araştırmada; Manisa ili Şehzadeler ilçesine bağlı Hacihaliller mahallesinde üreticiye ait üzüm bağı arazisinde yürütülmüştür. Bu çalışmada, topraktan uygulanan farklı leonardit seviyelerinin (L0= kontrol, L1= 500 g omca-1, L2= 1000 g omca-1, L3= 1500 g omca-1) Sultani Çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) üzüm yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Manisa’da bir üretici bağında, verim ile yaprağın bazı makro ve mikro element içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu) üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; topraktan uygulanan farklı dozlarda leonarditin üzüm yaprağının potasyum (K) içeriği dışında; omca başı yaş üzüm verimi (kg/omca), fosfor (P), kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), demir (Fe), Çinko (Zn), Mangan (Mn) ve Bakır (Cu) içeriklerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.005$). Leonardit uygulamaları ile en yüksek verimin 3. Leonardit dozundan (L2= 1000 g omca-1) elde edildiği saptanmıştır. Artan dozlarda leonardit uygulamaları Sultani Çekirdeksiz üzümde yaş üzüm verimini olumlu etkilemiştir. Leonardit uygulamalarının yaprağın makro ve mikro element içeriklerini de olumlu yönde etkilediği ve yine 3. Leonardit dozunda (L2= 1.000 g omca-1) en yüksek miktarlara ulaştığı görülmüştür. Farklı araştırmacıların daha önce belirledikleri referans (sınır) değerlere göre incelenen bağın yaprak analiz sonuçları değerlendirildiğinde ise bağın azot (N), fosfor (P), kalsiyum (Ca), demir (Fe) ve kısmen potasyum (K) yetersiz beslendiği belirlenmiştir.

Demirkıran ve ark., (2012) tarafından yapılan başka bir çalışmada leonardit (0 - 2,5 - 5 - 7,5 kg ha⁻¹) ve inorganik gübrelemenin (20 - 20 - 0 gübresinden 0 – 1 – 1,5 - 2 kg ha⁻¹) domates bitkisinin gelişim aşamaları üzerine (gövde boyu, kök boyu, gövde yaş ağırlık, kök yaş ağırlık, bitki kuru ağırlık, kök kuru ağırlık, yaprak sayısı) fizyolojik etkilerini gözlemlemek amacıyla serada yapılmıştır. Deneme sonucunda gübre uygulamalarının domates bitkisinin gövde boyu, kök boyu, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve yaprak sayısı açısından önemli olduğu tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar Leonardit biyokömürünün organik ve sürdürülebilir tarımda gübre olarak etkin bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Yıldız, (2019) tarafından yapılan bir araştırmada, leonardit ve vermikompostun toprakta ve bitkide etkisini araştırmak amacıyla, Manisa Celal Bayar Üniversitesi’nde saksıda yürütülen bir çalışmada, Yedikule marul ve Matador ıspanak bitkilerine leonardit ve

vermikompost (0-100-200-400 kg/da miktarları olarak) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlarda, fosfor düzeyleri açısından, uygulamaların her ikisinin de etkili olduğu bulunmuştur. Araştırmadaki bütün parametrelerde belirlenen değerler doz artışlarına bağlı olarak artmış ve her konuda vermikompost başarılı bulunmuştur.

Aluç, (2019) başka bir araştırmada, leonardit'in (pH: 6-7, organik madde: %42, hümkik + fülvik asit: %40, nem: %30) kirazda verim ve bazı kalite kriterlerine ve toprakta, verimlilik parametrelerine etkisini belirlemek amacı ile Manisa İli Salihli ilçesi Kemer Mahallesinde bulunan ve özel bir şirkete ait olan kiraz bahçesinde 2016 üretim sezonunda yürütülmüştür. Test bitkisi olarak, İhracatta ve sofralık olarak tüketimde Türkiye'de önemli bir yeri olan Ziraat 0900 kiraz çeşidi seçilmiştir. Araştırmada, 4 doz (0 - 2 - 4 - 8 kg.ağaç-1) 12 parsel olarak (her parselde 25 ağaç) uygulama yapılmıştır. Araştırmada yaprak örnekleri çiçeklenmeden 8 - 12 hafta sonra o yılın sürgünlerine ait gelişimini tamamlamış yapraklar sapıyla birlikte, meyve örnekleri hasatta, toprak örnekleri ise hasattan sonra alınmıştır. Meyvelerde verim, kalite ve bazı kimyasal özelliklere, yapraklarda makro ve mikro element seviyelerine, topraklarda ise verimlilik parametrelerine bakılmıştır. Belirlenen sonuçlar varyans analizi ile değerlendirilmiş, uygulamalar arasındaki farklar LSD testi ile %1 hassasiyetle gruplandırılmıştır. Araştırmada kullanılan parametrelerin çoğunda belirlenen değerler doz artışlarına bağlı olarak artışı ve en etkili dozun 8 kg.ağaç-1 olduğu belirlenmiştir.

Kurt, (2016) başka bir çalışmada, mısır biyokömür ve vermikompost (%100 Biokömür, %100 Vermikompost, %75 Biokömür + %25 Vermikompost, %25 Biokömür + %75 Vermikompost, %50 Biokömür + %50 Vermikompost) uygulanmıştır. İnkübasyon ve saksı denemesi yapılan çalışmada, mısır bitkisinin kök bölgesindeki enzim aktivitesi üzerine etkisi vermikompost ve biokömürün örtü materyali olarak tek başına kullanılmasının yetersiz olduğu görülmüştür. %75 BK + %25 VK, %25 BK + %75 VK, %50 BK + %50 VK oranlarının uygun koşulları sağladığı, vermikompostun örtü materyali olarak hayvan gübresi ile birlikte verilmesinin uygun olduğu bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Toprak

Çalışmada kullanılan toprak materyali, Bingöl İli Merkez İlçesine bağlı Güveçli köyünde bulunan arazide 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Çalışılan toprak 4 mm'lik elekten geçirilerek, açık alanda kurutularak 5 kg'lık torbalara konulup kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Toprak numunelerinin analize hazırlanması

Tablo 3.1. Toprak analizi sonuçları

pH	Tuzluluk (%)	Organik madde (%)	Kireç (%)	K (kg/da)	P (kg/da)
8,09	0,011	0,36	6,91	18,18	2,86

3.1.2. Biyokömür

Çalışmada Leonardit ve Meşe kömürü Biyokömür hammaddesi olarak kullanılmıştır.

3.1.3. Bitki Çeşidi

Çalışmada bitki çeşidi olarak Domates bitkisi seçilmiştir Çeşit olarak ise, bölgeye adapte olmuş ve saksı denemesi için oldukça uygun bir çeşit olması nedeniyle Bingöl iline özel yerli çeşit olan Guldar Domatesi seçilmiştir.



Şekil 3.2. Çalışmada domates fidelerinin viollerde çimlendirilerek dikime hazır hale getirilmesi

3.2. Yöntem

Çalışma Tesadüf parsellerinde Faktöriyel deneme planında yürütülmüştür. Yani Faktöriyel ANOVA yöntemi kullanılmıştır. Faktöriyel ANOVA yöntemine ait Matematik model aşağıdaki gibidir.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (3.1.)$$

μ : Genel popülasyon ortalaması

α_i : A'nın i-inci seviye etkisini,

β_j : B'nin j-inci seviye etkisini

$(\alpha\beta)_{ij}$: A'nın i-inci seviyesi ile, b'nin j-inci seviyesinin interaksiyon etkisini

ε_{ijk} : Y_{ij} 'nin tesadüfi hatasını, ifade eder (Efe ve ark. 2000).

3.2.1. Deneme Planı

Çalışma kapsamında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi çalışma alanında saksılarda deneme kurulmuştur. Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme planı analizinin sonuçları 4*4'lük düzeyde faktöriyel deneme tekrarlamalı olarak 14 Haziran 2021 tarihinde saksılara fideler dikilmiştir.

Her bir saksı için 5 kg toprak kullanılmıştır. Deneme kurulmadan önce kullanılan topraklar 4 mm'lik elekten elendikten sonra uygulama öncesi örnekleme yapılmıştır. Analiz için toprak örnekleri alındıktan sonra topraklar tartılarak saksılara doldurulmuştur. Saksı denemesi Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama alanlarında kurulmuştur. Deneme kontrol ve iki farklı biyokömür dozu ile hazırlanmıştır.

3.2.2. Saksı Denemesinin Kurulması

3.2.2.1. Deneme Konuları

Biyokömür uygulamalarının ait bilgiler Tablo 3.2 ve 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.2. Çalışmada uygulanan leonardit miktarları

L₀	Kontrol
L₁	2,74 g Leonardit uygulaması / 5.000 g toprak
L₂	5,48 g Leonardit uygulaması / 5.000 g toprak
L₃	10,96 g Leonardit uygulaması / 5.000 g toprak



Şekil 3.3. Leonardit biyokömürü

Tablo 3.3. Çalışmada uygulanan meşe kömürü miktarları

M₀	Kontrol
M₁	2,74 g Meşe Kömürü uygulaması/5.000 g toprak
M₂	5,48 g Meşe Kömürü uygulaması/5.000 g toprak
M₃	10,96 g Meşe Kömürü uygulaması/5.000 g toprak



Şekil 3.4. Meşe kömürü biyokömürü

Saksı denemesi için Bingöl Merkez ilçesinde bulunan Güveçli köyünden 0-30 cm derinlikten alınan bünyesi kumlu-tınlı toprak örneği kullanılmıştır. Alınan toprak örnekleri açık alanda kurutularak 4 mm'lik elekten geçirilmiştir.

Biyokömür 3 farklı dozda L_1 , L_2 , L_3 ve M_1 , M_2 , M_3 olacak şekilde (2,74, 5,48 ve 10,96 g) 5 kg toprak ile karıştırılmak üzere paketlenmiştir. Kuru toprak esasına göre her saksıya 5 kg olacak şekilde toprak tartılıp biyokömür ile homojen karıştırılıp, saksılara özenle konularak ve fide dikimleri yapılmıştır (Şekil 3.3. ve Şekil 3.4.).



Şekil 3.5. Toprak ile biyokömürün karıştırılması



Şekil 3.6. Fide dikimleri

Deneme kurulduktan sonra damla sulama sistemi kurulmuştur. Sulama sayısı haftada 3 olacak şekilde belirlenmiştir.



Şekil 3.7. Damla sulama sisteminin kurulması

Bitki su tüketimi dikkate alınarak damla sulama yöntemiyle her saksıya eşit miktarda sulama suyu verilmiştir (Şekil 3.7.).



Şekil 3.8. Fidelerin ölçümü

3.2.2.2. Saksı Denemesi Kapsamında Yapılan Uygulamalar ve Örnekleme Sayıları

4 leonardit tozu×4 Meşe Kömürü×4 tekerrür olmak üzere 64 adet saksı kullanılmıştır. Deneme çiçeklenmeye kadar sürdürülmüş ve sonlandırılmıştır.

3.2.3. Domates Bitkisi Hasadı Sonrası Yapılan Analiz ve Ölçümler

3.2.3.1. Domates Hasadı

Deneme çiçeklenmeye kadar sürdürülmüş ve meyve döneminde sonlandırılmıştır. Ürün hasadı 31.07.2021 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.2. Bitkide Yaş Ağırlığının Belirlenmesi

Bitkilerin toprak altı ve toprak üstü olmak üzere yaş ağırlıkları hassas terazi ile ölçülür. Ölçüm yapılmadan önce bitki topraktan iyice arındırılarak doğru sonuç sağlanabilmesi amacıyla temizlenmiştir.



Şekil 3.9. Bitki köklerinin topraktan arındırılması

3.2.3.3. Kuru Ağırlığın Belirlenmesi

Bitkilerin hasat sonrasında kuru ağırlıklarını tespit edebilmek için açık alanda kese kâğıtlarının üzerinde kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bitki örnekleri kurutulduktan sonra analizlerde kullanılması için bitki öğütücüde öğütülerek hava almasını engelleyecek şekilde ağzı kilitli poşetlere konularak, analizlerde kullanılması amacıyla laboratuvara gönderilmiştir.



Şekil 3.10. Örneklerin kurutulması



Şekil 3.11. Bitkilerin öğütme makinesinde öğütülmesi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bitki Boyu

Biyokömür uygulamalarının bitki boyu üzerine etkileri istatistiki olarak değerlendirilmiş ve faktöriyel ANOVA analiz tablosu Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Bitki boyu (cm) verilerinin faktöriyel ANOVA analiz tablosu

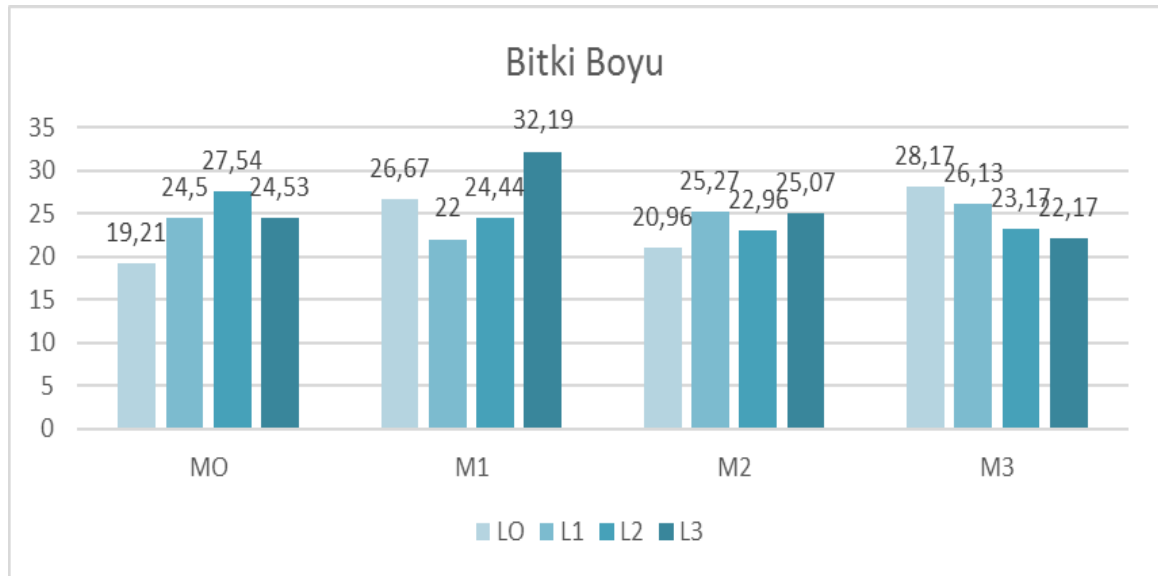
Kaynak	SD	KT	DKT	DKO	F	P
Leonardit	3	42,337	42,337	14,112	2,33	0,086
Meşe	3	72,783	72,783	24,261	4,00	0,013
Leonarditxmeşe	9	468,537	468,537	52,060	8,59	0,000
Hata	48	290,914	290,914	6,061		
Toplam	63	874,571				

Uygulanan Leonardit ve Meşe kömürlerinin domates bitkisinin bitki boyu değerlerinde görülen bazı değişimler Tablo 4.2 ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Meşe kömürü bitki boyunu önemli etkilemiştir ($p<0,05$). Leonardit*Meşe interaksyonu önemli bulunmuştur. İnteraksiyon önemli olduğundan interaksyona göre karşılaştırma yapılır ($p<0,001$). Tukey testi ile interaksiyon karşılaştırması yapılmıştır. Leonardit’in (L_0 - L_3) çeşitli düzeylerinde Meşe’nin yani M’nin düzeyleri arası farklılıkların önemliliği araştırılmıştır.

Tablo 4.2. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen bitki boyu ortalamaları

	M₀	M₁	M₂	M₃	M. Ort.
L₀	19,21 d	26,67 abc	20,96 cd	28,17 ab	23,75
L₁	24,5 bcd	22 bcd	25,27 bcd	26,13 abc	24,48
L₂	27,54 ab	24,44 bcd	22,96 bcd	23,17 bcd	24,53
L₃	24,53 bcd	32,19 a	25,07 bcd	22,17 bcd	25,99
L. Ort.	23,945	26,325	23,565	24,91	

Bitki boyunda, leonardit ve meşe kömürü uygulamalarının sonucunda, kontrol uygulaması olan L₀M₀'da en düşük değer tespit edilmiştir. En yüksek değer ise L₃M₁ uygulamasından elde edildiği gözlenmiştir. Leonardit ve meşe kömürünün dozu arttığında bitki boyunun da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen bitki boyu ortalamaları

L₀'da BM₀-BM₁, BM₀-BM₃ ve BM₂-BM₃ arası farklılık önemlidir. L₃'de BM₁-BM₀, BM₁-BM₂ ve BM₁-BM₃ düzeyleri arası farklılık önemlidir. L₁ ve L₂'de ise Meşe kömürünün düzeyleri arası farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

Kiyas (2020) tarafından yapılan çalışmada da fasulyeye (*Phaseolus vulgaris* L.) uygulanan leonarditin de sürgün uzunluğuna etkisinin istatistiki manada etkili olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Dal Sayısı

Biyokömür uygulamalarının dal sayısı üzerine etkileri istatistiki olarak değerlendirilmiş ve faktöriyel ANOVA analiz tablosu Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Dal sayısı (Adet) verilerinin faktöriyel ANOVA analiz tablosu

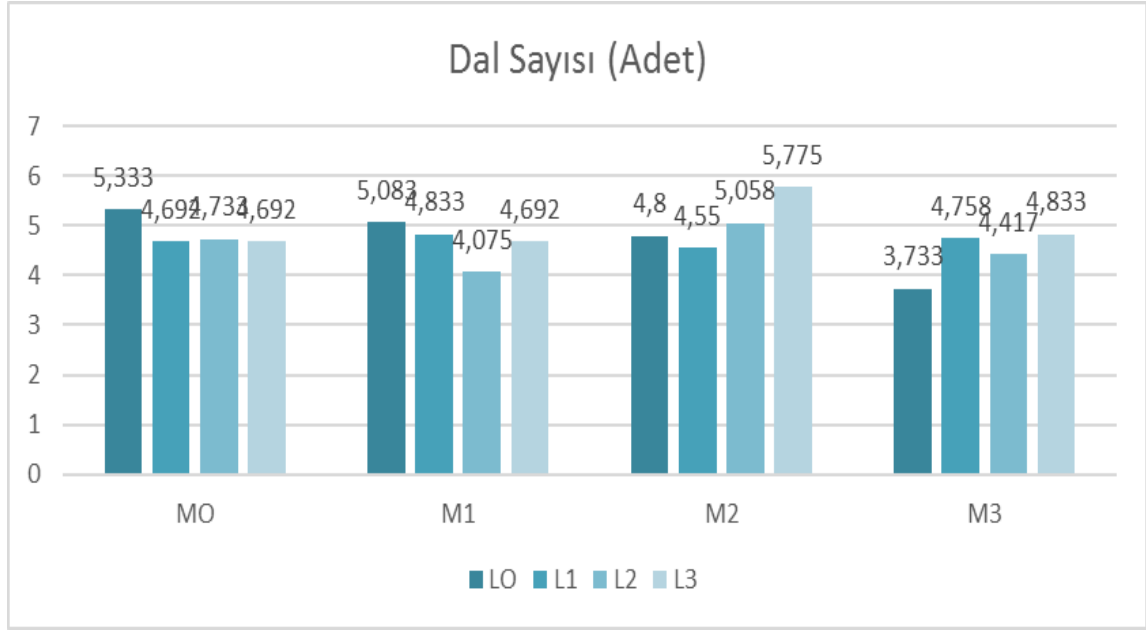
Kaynak	SD	KT	DKT	DKO	F	P
Leonardit	3	1,5264	1,5264	0,5088	1,55	0,214
Meşe	3	3,2856	3,2856	1,0952	3,34	0,027
Leonarditxmeşe	9	8,2446	8,2446	0,9161	2,79	0,010
Hata	48	15,7558	15,7558	0,3282		
Toplam	63	28,8125				

Uygulanan Leonardit ve Meşe kömürlerinin domates bitkisinin dal sayısı değerlerinde görülen bazı değişimler Tablo 4.3 ve Şekil 4.2'de verilmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Meşe kömürü bitki boyunu önemli etki göstermiştir ($p<0.05$). Leonardit*Meşe interaksyonu önemli bulunmuştur. İnteraksiyon önemli olduğundan interaksyona göre karşılaştırma yapılmıştır ($p<0.001$). Tukey testi ile interaksiyon karşılaştırması yapılmıştır. Leonardit'ın (L_0 - L_3) çeşitli düzeylerinde Meşe'nin yani BM'nin düzeyleri arası farklılıkların önemliliği araştırılmıştır.

Tablo 4.4. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen dal sayıları ortalamaları

	M₀	M₁	M₂	M₃	M. Ort.
L₀	5,333 ab	5,083 abc	4,8 abc	3,733 c	4,74
L₁	4,692 abc	4,833 abc	4,55 abc	4,758 abc	4,71
L₂	4,733 abc	4,075 bc	5,058 abc	4,417 abc	4,57
L₃	4,692 abc	4,692 abc	5,775 a	4,833 abc	5,00
L. Ort.	4,8625	4,67075	5,04575	4,43525	

Dal sayısında, leonardit ve meşe kömürü uygulamalarının sonucunda, kontrol uygulaması olan L_0M_3 'da en düşük değer tespit edilmiştir. En yüksek değer ise L_3M_2 uygulamasından elde edildiği gözlenmiştir. Leonardit ve meşe kömürünün dozu arttığında dal sayısı da arttığı belirlenmiştir. L_0 'da BM_3 - BM_0 arası farklılık önemlidir. Diğer etkenler arası farklılık önemsizdir.



Şekil 4.2. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen dal sayısı ortalamaları

Demirkıran ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada gübre uygulamalarının domates bitkisinin yaprak sayısı üzerine önemli düzeyde etkili olduğunu saptamış, araştırmadan elde edilen bu bulgular leonarditin organik ve sürdürülebilir tarımda gübre olarak etkin bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

4.3. Yeşil Aksam Ağırlığı

Biyokömür uygulamalarının yeşil aksam ağırlığı üzerine etkileri istatistiki olarak değerlendirilmiş ve faktöriyel ANOVA analiz tablosu Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Yeşil aksam ağırlığı (g) verilerinin faktöriyel ANOVA analiz tablosu

Kaynak	SD	KT	DKT	DKO	F	P
Leonardit	3	63,602	63,602	21,201	11,70	0,001
Meşe	3	18,131	18,131	6,044	3,33	0,027
Leonarditxmeşe	9	208,453	208,453	23,161	12,78	0,001
Hata	48	86,995	86,995	1,812		
Toplam	63	377,181				

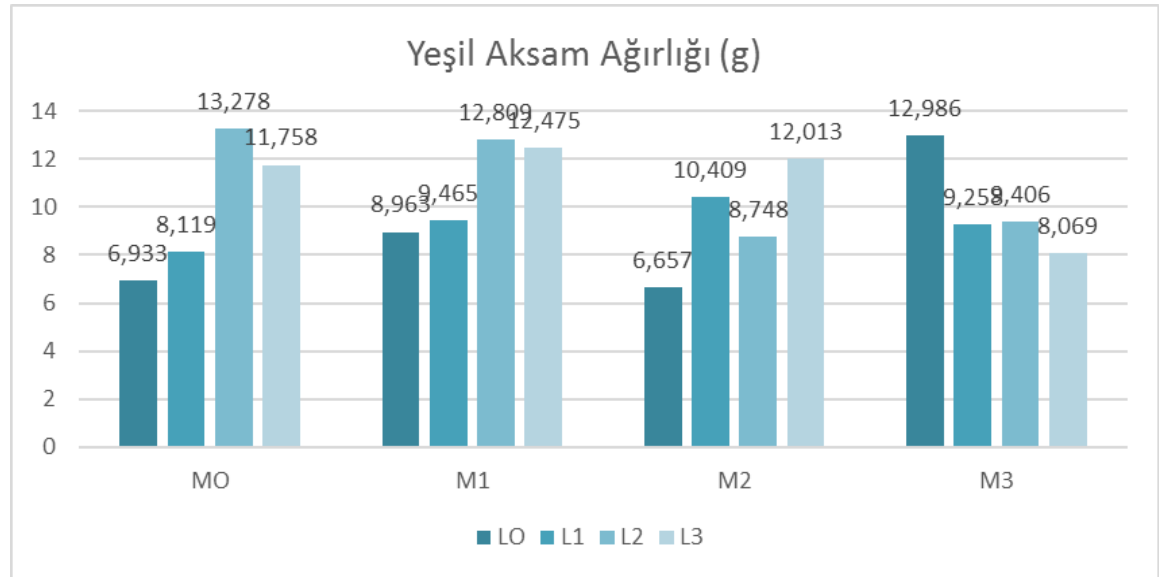
Uygulanan Leonardit ve Meşe kömürlerinin domates bitkisinin yeşil aksam ağırlığının değerlerinde görülen bazı değişimler Tablo 4.5 ve Şekil 4.3'te verilmiştir. Bu değişim

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Varyans analizi sonucunda interaksiyon sonucunda önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Yani leonardit*meşe interaksiyonu (etkileşimi) önemlidir. Sadece interaksiyona göre karşılaştırma yapılır. Burada Tukey testi yapılmıştır.

Tablo 4.6. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen yeşil aksam ağırlıkları ortalamaları

	M₀	M₁	M₂	M₃	M. Ort.
L₀	6,933 f	8,963 def	6,657 f	12,986 a	8,88
L₁	8,119 ef	9,465 bcdef	10,409 abcde	9,258 cdef	9,31
L₂	13,278 a	12,809 ab	8,748 def	9,406 bcdef	11,06
L₃	11,758 abcd	12,475 abc	12,013 abcd	8,069 ef	11,08
L. Ort.	10,022	10,928	9,45675	9,92975	

Yeşil aksam ağırlığında, leonardit ve meşe kömürü uygulamalarının sonucunda, kontrol uygulaması olan L₀M₀'da en düşük değer tespit edilmiştir. En yüksek değer ise L₂M₀ uygulamasından elde edildiği gözlenmiştir. Leonardit ve meşe kömürünün dozu arttığında yeşil aksam ağırlığının da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen yeşil aksam ağırlığı ortalamaları

Kiyas (2020) tarafından yapılan çalışmada elde edilen leonarditin uygulandığı fasulyenin sürgün yaş ağırlığı bakımından istatistiki manada etkili olduğu sonucu, leonardit

uygulanan Guldar domatesinde yaş yaprak ağırlığında artış görülmesi sonucuyla paraleldir.

Fasulye bitkisi ile yapılan bir çalışma incelendiğinde biyokömürün 60 t C ha¹ uygulamasının fasulye gelişimini arttırdığı görülmüştür (Rondon et al. 2007).

Toprağa uygulanan biyokömür miktarının artması ile domates bitkisinin toplam ağırlıkları ve yeşil aksam ağırlıkları olumlu olarak etkilenmiştir. Bundan dolayı tercih edilebilir bir uygulama olabileceği düşünülmektedir (Nacar 2020).

Kiyas (2020) tarafından fasulye bitkisi üzerinde yapılan çalışma, Rondon et al. (2007) tarafından fasulye bitkisi üzerinde yapılan çalışma ve Nacar (2020) tarafından domates bitkisi üzerinde yapılan çalışmaların sonuçları, Guldar domatesinde yapılan çalışma neticesinde elde edilen yaş yaprak ağırlığı artışı ile benzerlik göstermektedir.

4.4. Fide Yaş Ağırlıkları

Biyokömür uygulamalarının fide yaş ağırlığı üzerine etkileri istatistiki olarak değerlendirilmiş ve faktöriyel ANOVA analiz tablosu Tablo 4.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Yeşil aksam ağırlığı verilerinin faktöriyel ANOVA analiz tablosu

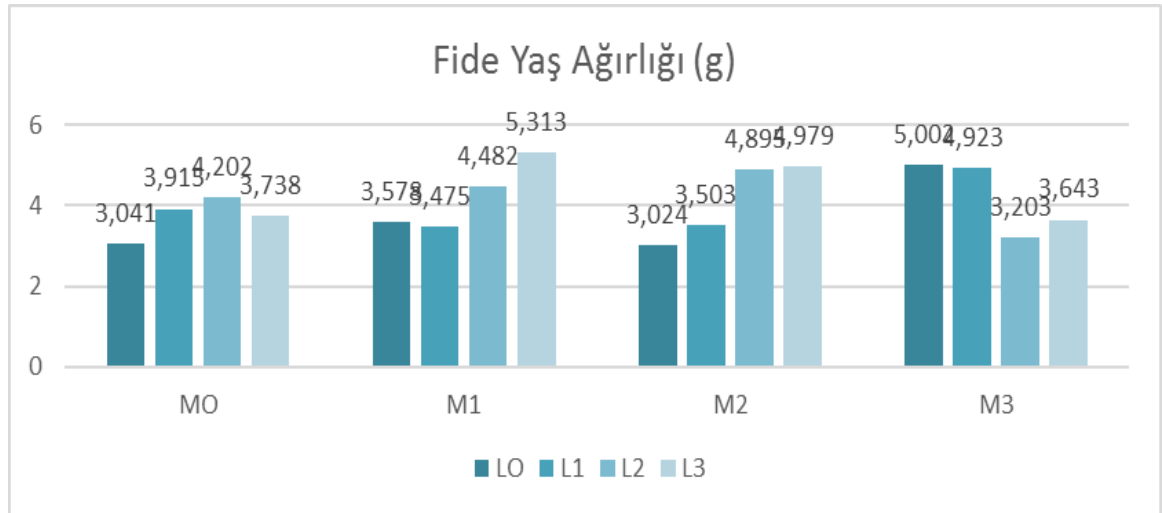
Kaynak	SD	KT	DKT	DKO	F	P
Leonardit	3	5,0694	5,0694	1,6898	3,83	0,015
Meşe	3	2,4822	2,4822	0,8274	1,88	0,146
Leonarditxmeşe	9	28,3311	28,3311	3,1479	7,14	0,000
Hata	48	21,1558	21,1558	0,4407		
Toplam	63	57,0386				

Uygulanan leonardit ve meşe kömürlerinin domates bitkisinin fide yaş ağırlığının değerlerinde görülen bazı değişimler Tablo 4.7 ve Şekil 4.4'te verilmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. leonardit*meşe interaksiyonu (etkileşimi) önemlidir.

Tablo 4.8. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen fide yaş ağırlıkları ortalamaları

	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M. Ort.
L ₀	3,041 d	3,578 bcd	3,024 d	5,002 ab	3,66
L ₁	3,915 abcd	3,475 bcd	3,503 bcd	4,923 ab	3,95
L ₂	4,202 abcd	4,482 abcd	4,895 abc	3,203 cd	4,20
L ₃	3,738 abcd	5,313 a	4,979 ab	3,643 abcd	4,42
L. Ort.	3,724	4,212	4,10025	4,19275	

Fide yaş ağırlığında, leonardit ve meşe kömürü uygulamalarının sonucunda, kontrol uygulaması olan L₀M₀'da en düşük değer tespit edilmiştir. En yüksek değer ise L₃M₁ uygulamasından elde edildiği gözlenmiştir. Leonardit ve meşe kömürünün dozu arttığında fide yaş ağırlığının da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen fide yaş ağırlığı ortalamaları

Fasulye bitkisi ile yapılan bir Çalışma incelendiğinde biyokömürün 60 t C ha¹ uygulamasının fasulye gelişimini arttırdığı görülmüştür (Rondon et al. 2007).

Harran Üniversitesinde yapılan çalışmada, uygulanan biyokömür miktarının artması ile domates bitkisinin toplam ağırlıkları ve yeşil aksam ağırlıklarının olumlu etkilendiği görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre; Fıstık fabrika artıklarından elde edilen biyokömür materyali toprağa uygulanması ile fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden toprakta iyileşmeye neden olmuştur. Bundan dolayı tercih edilebilir bir uygulama olabileceği düşünülmektedir (Nacar 2020).

Harran Üniversitesinde yapılan bir çalışmada, Azotlu gübrelerin kök etki alanının altına yıkanarak yeraltı sularına karışmasını engellemek, azotlu gübrelerin kullanım etkinliği ve yeraltı sularında nitrat kirliliğinin azaltılması açısından oldukça önemlidir. Çalışma sonuçları, fıstık dış kabuğu biyokömürü uygulamalarının orta bünyeli topraklardaki azotlu gübre uygulamalarından kaynaklı nitrat yıkanma kayıplarını yaklaşık %46 oranında düşürebilme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşın amonyum kayıpları önemli bir etkiye sahip olmamıştır (Demirhan 2020).

4.5. Yeşil Aksam Boyu

Biyokömür uygulamalarının yeşil aksam boyu üzerine etkileri istatistiki olarak değerlendirilmiş ve faktöriyel ANOVA analiz tablosu Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9. Yeşil aksam boyu (cm) verilerinin faktöriyel ANOVA analiz tablosu

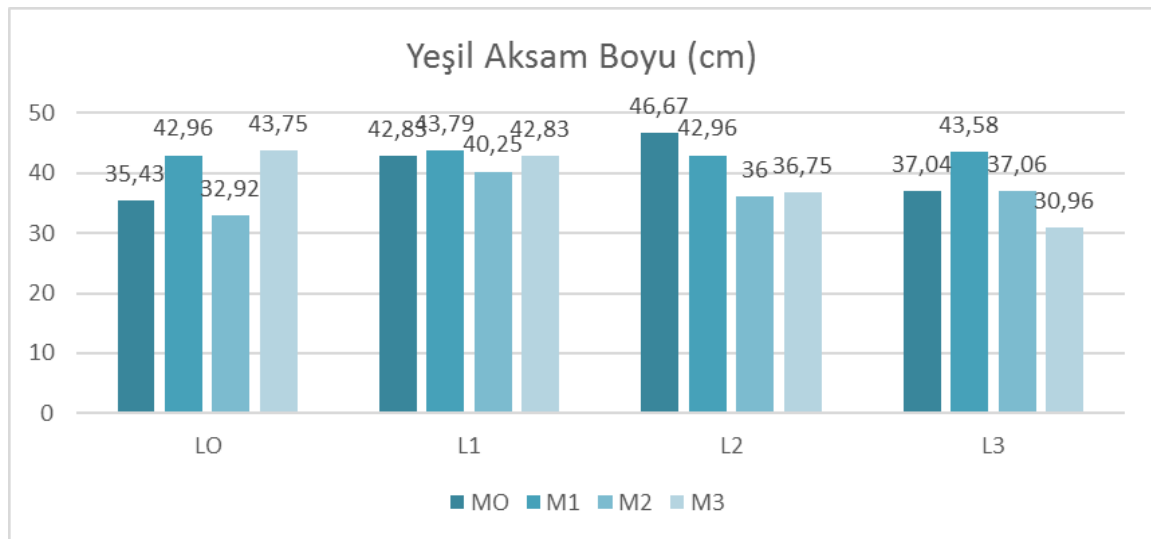
Kaynak	SD	KT	DKT	DKO	F	P
Leonardit	3	248,87	248,87	82,96	2,46	0,074
Meşe	3	398,45	398,45	132,82	3,94	0,014
Leonarditxmeşe	9	612,63	612,63	68,07	2,02	0,057
Hata	48	1617,80	1617,80	33,70		
Toplam	63	2877,75				

Varyans analizi tablosu incelendiğinde interaksiyon etkisinin ve Leonardit etkisinin önemsiz olduğu görülmektedir. Meşe kömürü faktörü önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Meşe faktörünün hangi düzeyleri arasında önemli farklılık olup olmadığını saptamak için Tukey testi uygulanmıştır. Tukey testi sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.10. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen yeşil aksam boyu ortalamaları

	M₀	M₁	M₂	M₃	M. Ort.
L₀	35,43	42,96	32,92	43,75	38,77
L₁	42,83	43,79	40,25	42,83	42,43
L₂	46,67	42,96	36	36,75	40,60
L₃	37,04	43,58	37,06	30,96	37,16
L. Ort.	40,4925 ab	43,3225 a	36,5575 b	38,5725 ab	

Tukey testi sonucunda M₁ ile M₂ arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. En büyük meşe değeri M₁'e aittir.



Şekil 4.5. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen yeşil aksam boyu ortalamaları

Fasulye bitkisi ile yapılan bir çalışmayı incelediğimizde biyokömürün 60 t C ha⁻¹ uygulamasının fasulye gelişimini arttırdığı görülmüştür (Rondon et al. 2007).

Çeltik kılavuzundan yapılan biyokömürün soya fasulyesi ve mısır bitkilerinde uygulanmasında magnezyum, fosfor ve kireç yapılan uygulamalarda bitki köklerinde nodül oluşumunun, bitkideki gelişimin ve ürünün artışı görülmüştür (Igarashi, 1996).

Isparta yöresinde yapılan bir çalışmada, aynı sıcaklıkta, farklı materyaller kullanılarak üretilmiş olan biyokömürün çilek bitkisinin gelişimi ve besin elementi alımı üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Gül posası, elma posası, orman altı örtüsü, talaş ve

ceviz kabuğu kullanılarak 400 °C sıcaklıkta üretilen biyokömürler, iki farklı dozda toprağa uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, biyokömür hammaddelerinin elde edilen ürünün özellikleri üzerine etkili olduğunu ancak bu etkilerin belirlenen her parametre için aynı düzeyde olmadığını göstermiştir. En yüksek verim değeri elma posası biyokömüründen elde edilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgulardan hareketle her biyokömürün her bitki, toprak, iklim koşullarında aynı etkiyi gösteremeyebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Tunçay 2019).

4.6. Fide Kuru Ağırlığı

Biyokömür uygulamalarının fide kuru ağırlığı üzerine etkileri istatistiki olarak değerlendirilmiş ve faktöriyel ANOVA analiz tablosu Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11. Fide kuru ağırlığı (cm) verilerinin faktöriyel ANOVA analiz tablosu

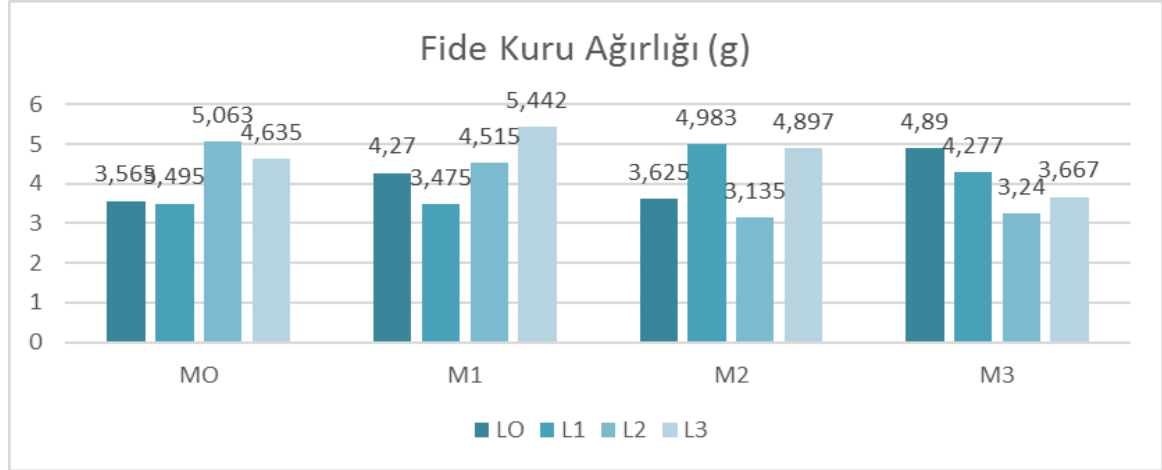
Kaynak	SD	KT	DKT	DKO	F	P
Leonardit	3	4,6403	4,6403	1,5468	3,70	0,018
Meşe	3	1,3674	1,3674	0,4558	1,09	0,362
Leonarditxmeşe	9	27,0236	27,0236	3,0026	7,18	0,000
Hata	48	20,0675	20,0675	0,4181		
Toplam	63	53,0988				

Uygulanan Leonardit ve Meşe kömürlerinin domates bitkisinin fide kuru ağırlığının değerlerinde görülen bazı değişimler Tablo 4.12 ve Şekil 4.6’de verilmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. leonardit*meşe interaksiyonu (etkileşimi) önemlidir.

Tablo 4.12. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen fide kuru ağırlıkları ortalamaları

	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M. Ort.
L ₀	3,565 bcd	4,27 abcd	3,625 bcd	4,89 abc	4,09
L ₁	3,495 bcd	3,475 bcd	4,983 ab	4,277 abcd	4,06
L ₂	5,063 ab	4,515 abcd	3,135 d	3,24 cd	3,99
L ₃	4,635 abcd	5,442 a	4,897 ab	3,667 bcd	4,66
L. Ort.	4,1895	4,4255	4,16	4,0185	

Fide kuru ağırlığında, leonardit ve meşe kömürü uygulamalarının sonucunda, kontrol uygulaması olan L_2M_3 'da en düşük değer tespit edilmiştir. En yüksek değer ise L_3M_1 uygulamasından elde edildiği gözlenmiştir. Leonardit ve meşe kömürünün dozu arttığında fide kuru ağırlığının da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen fide kuru ağırlığı ortalamaları

Isparta yöresinde yapılan bir çalışmada, aynı sıcaklıkta, farklı materyaller kullanılarak üretilmiş olan biyokömürün çilek bitkisinin gelişimi ve besin elementi alımı üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Gül posası, elma posası, orman altı örtüsü, talaş ve ceviz kabuğu kullanılarak 400 °C sıcaklıkta üretilen biyokömürler, iki farklı dozda toprağa uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, biyokömür hammaddelerinin elde edilen ürünün özellikleri üzerine etkili olduğunu ancak bu etkilerin belirlenen her parametre için aynı düzeyde olmadığını göstermiştir. Araştırmadan elde edilen bulgulardan hareketle her biyokömürün her bitki, toprak, iklim koşullarında aynı etkiyi gösteremeyebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Tunçay 2019).

Harran Üniversitesinde yapılan bir çalışmada, Azotlu gübrelerin kök etki alanının altına yıkanarak yeraltı sularına karışmasını engellemek, azotlu gübrelerin kullanım etkinliği ve yeraltı sularında nitrat kirliliğinin azaltılması açısından oldukça önemlidir. Çalışma sonuçları genel olarak göstermiştir ki, fıstık dış kabuğu biyokömür uygulamaları orta bünyeli topraklardaki azotlu gübre uygulamalarından kaynaklı nitrat yıkanma kayıplarını

yaklaşık %46 oranında düşürebilme potansiyeline sahip olmaktadır. Buna karşın amonyum kayıpları önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür (Demirhan 2020).

Isparta İlinde yapılan herhangi bir araştırmadan elde edilen sonuçlar biyokömür üretiminde kullanılan sıcaklığın elde edilen biyokömürün çilek bitkisinin gelişimi ve besin elementi alımı üzerine etkili olduğunu göstermiştir. Verim değerleri hem sıcaklık hem de doz uygulamasından olumlu etkilenmiştir. Sonuçlar, denemede seçilen en düşük ve en yüksek sıcaklık olan 340 ve 500 derecenin belirlenen parametreler üzerinde genellikle olumsuz etkide bulunduğunu göstermiş, gül posasından biyokömür üretiminde 380, 420 ve 460 derece sıcaklıkların tercih edilmesinin yararlı olacağı sonucuna ulaşılmıştır (Tunçay 2019).

4.7. Kök Uzunluğu

Biyokömür uygulamalarının kök uzunluğu (cm) istatistiki olarak değerlendirilmiş ve faktöriyel ANOVA analiz tablosu Tablo 4.13.'de verilmiştir.

Tablo 4.13. Kök uzunluğu (cm) verilerinin faktöriyel ANOVA analiz tablosu

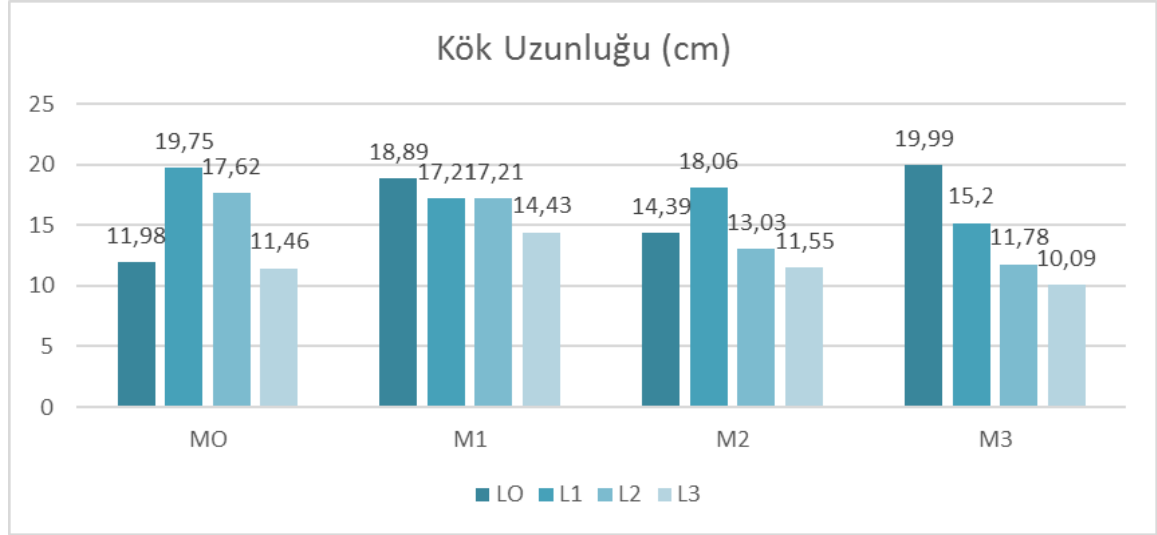
Kaynak	SD	KT	DKT	DKO	F	P
Leonardit	3	285,965	285,965	95,322	25,94	0,000
Mese	3	76,144	76,144	25,381	6,91	0,001
Leonarditxmeşe	9	281,017	281,017	31,224	8,50	0,000
Hata	48	176,413	176,413	3,675		
Toplam	63	819,539				

Uygulanan leonardit ve meşe kömürlerinin domates bitkisinin kök uzunluğu değerlerinde görülen bazı değişimler Tablo 4.14 ve Şekil 4.7'de verilmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. leonardit*meşe interaksyonu (etkileşimi) önemlidir.

Tablo 4.14. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen Kök uzunluğu ortalamaları

	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M. Ort.
L ₀	11,98 de	18,89 ab	14,39 bcde	19,99 a	16,31
L ₁	19,75 a	17,21 abc	18,06 ab	15,2 abcd	17,56
L ₂	17,62 abc	17,21 abc	13,03 cde	11,78 de	14,91
L ₃	11,46 de	14,43 bcde	11,55 de	10,09 e	11,88
L. Ort.	15,2025	16,935	14,2575	14,265	

Kök uzunluğunda, leonardit ve meşe kömürü uygulamalarının sonucunda, kontrol uygulaması olan L_3M_3 'da en düşük değer tespit edilmiştir. En yüksek değer ise L_0M_3 uygulamasından elde edildiği gözlenmiştir. Leonardit ve meşe kömürünün dozu arttığında kök uzunluğu da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen kök uzunluğu ortalamaları

Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesinde yapılan bir çalışmada; farklı tuz ve leonardit seviyelerinde fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) fide aşamasında tuz stresine olan tepkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Alınan sonuçlara göre, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve sürgün yaş ağırlığı bakımından gerek leonardit ve gerekse tuz dozlarının istatistiki manada etkili olduğu tespit edilmiştir. Leonardit kullanımının tuza maruz bırakılan fasulye bitkisinin gelişimine ve iyon alımına olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir. (Kiyas 2020).

Çeltik kılavuzundan yapılan biyokömürün soya fasulyesi ve mısır bitkilerinde uygulanmasında magnezyum, fosfor ve kireç yapılan uygulamalarda bitki köklerinde nodül oluşumunun, bitkideki gelişimin ve ürünün arttığı görülmüştür (Igarashi, 1996).

4.8. Kök Yaş Ağırlığı

Biyokömür uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine etkileri istatistiki olarak değerlendirilmiş ve faktöriyel ANOVA analiz tablosu Tablo 4.15.'de verilmiştir.

Tablo 4.15. Kök yaş ağırlığı (g) verilerinin faktöriyel ANOVA analiz tablosu

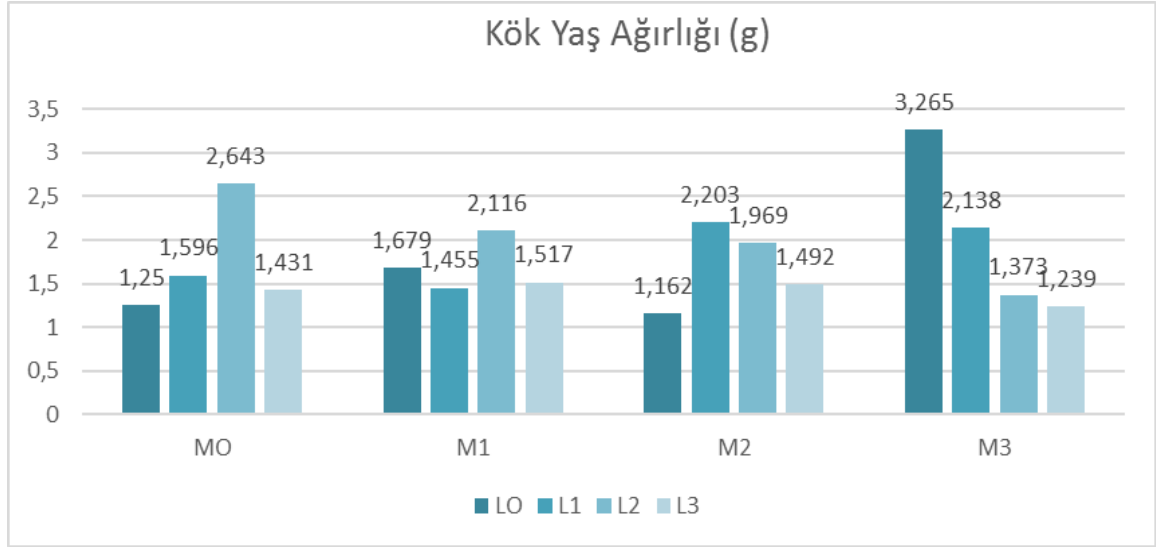
Kaynak	SD	KT	DKT	DKO	F	P
Leonardit	3	3,1633	3,163	1,0544	11,35	0,000
Meşe	3	1,0511	1,0511	0,3504	3,77	0,016
Leonarditxmeşe	9	15,5862	15,5862	1,7318	18,64	0,000
Hata	48	4,4595	4,4595	0,0929		
Toplam	63	24,2601				

Uygulanan leonardit ve meşe kömürlerinin domates bitkisinin kök yaş ağırlıkları değerlerinde görülen bazı değişimler Tablo 4.16 ve Şekil 4.8'de verilmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Leonardit*meşe interaksiyonu (etkileşimi) önemlidir.

Tablo 4.16. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen kök yaş ağırlıkları ortalamaları

	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M. Ort.
L ₀	1,25 ef	1,679 cdef	1,162 f	3,265 a	1,84
L ₁	1,596 cdef	1,455 cdef	2,203 bc	2,138 bcd	1,85
L ₂	2,643 ab	2,116 bcd	1,969 bcde	1,373 def	2,03
L ₃	1,431 cdef	1,517 cdef	1,492 cdef	1,239 ef	1,42
L. Ort.	1,73	1,69175	1,7065	2,00375	

Kök yaş ağırlığında, leonardit ve meşe kömürü uygulamalarının sonucunda, kontrol uygulaması olan L₀M₂'da en düşük değer tespit edilmiştir. En yüksek değer ise L₀M₃ uygulamasından elde edildiği gözlenmiştir. Leonardit ve meşe kömürünün dozu arttığında kök yaş ağırlığının da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen kök yaş ağırlığı ortalamaları

Manisa İlinde yapılan bir çalışmada, Elde edilen bulgulara göre; topraktan uygulanan farklı dozlarda leonarditin üzüm yaprağının Potasyum (K) içeriği dışında; omca başı yaş üzüm verimi (kg/omca), fosfor (P), kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), demir (Fe), Çinko (Zn), Mangan (Mn) ve Bakır (Cu) içeriklerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,005$). Leonardit uygulamaları ile en yüksek verimin 3. Leonardit dozundan (L2= 1000 g omca-1) elde edildiği saptanmıştır. Artan dozlarda leonardit uygulamaları Sultani Çekirdeksiz üzümde yaş üzüm verimini olumlu etkilemiştir. Leonardit uygulamalarının yaprağın makro ve mikro element içeriklerini de olumlu yönde etkilediği ve yine 3. Leonardit dozunda (L2= 1000 g omca-1) en yüksek miktarlara ulaştığı görülmüştür (Karakılıç 2019).

Demirkıran ve ark. (2012), çalışmasında leonardit (0 – 2,5 – 5 – 7,5 kg ha-1) ve inorganik gübrelemenin (20 - 20 - 0 gübresinden 0 – 1 - 1,5 - 2 kg ha-1) domates bitkisinin gelişimi üzerine (gövde boyu, kök boyu, gövde yaş ağırlık, kök yaş ağırlık, bitki kuru ağırlık, kök kuru ağırlık, yaprak sayısı) etkileri incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda gübre uygulamalarının domates bitkisinin gövde boyu, kök boyu, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve yaprak sayısı üzerine önemli düzeyde etkili olduğu saptanmıştır. Araştırmadan elde edilen bu bulgular leonarditin organik ve sürdürülebilir tarımda gübre olarak etkin bir şekilde kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

4.9. Kök Kuru Ağırlığı

Biyokömür uygulamalarının kök kuru ağırlığı (g) üzerine etkileri istatistiki olarak değerlendirilmiş ve faktöriyel ANOVA analiz tablosu Tablo 4.17.'de verilmiştir.

Tablo 4.17. Kök kuru ağırlığı (g) verilerinin faktöriyel ANOVA analiz tablosu

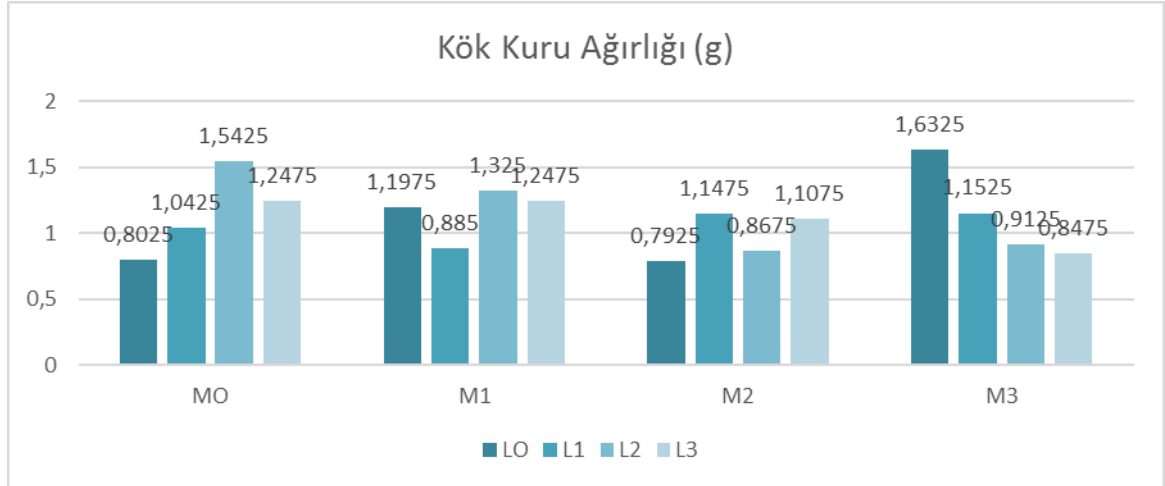
Kaynak	SD	KT	DKT	DKO	F	P
Leonardit	3	0,08851	0,08851	0,02950	0,85	0,472
Meşe	3	0,37088	0,37088	0,12363	3,57	0,021
Leonaritxmeşe	9	3,42954	3,42954	0,38106	11,01	0,000
Hata	48	1,66165	1,66165	0,03462		
Toplam	63	5,55058				

Uygulanan leonardit ve meşe kömürlerinin domates bitkisinin kök yaş ağırlıkları değerlerinde görülen bazı değişimler Tablo 4.17 ve Şekil 4.8'de verilmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. leonardit*meşe interaksiyonu (etkileşimi) önemlidir.

Tablo 4.18. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen kök kuru ağırlığı (gr) ortalamaları

	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M. Ort.
L ₀	0,8025 d	1,1975 abcd	0,7925 d	1,6325 a	1,11
L ₁	1,0425 cd	0,885 cd	1,1475 bcd	1,1525 bcd	1,06
L ₂	1,5425 ab	1,325 abc	0,8675 cd	0,9125 cd	1,16
L ₃	1,2475 abcd	1,2475 abcd	1,1075 bcd	0,8475 d	1,11
L. Ort.	1,15875	1,16375	0,97875	1,13625	

Kök kuru ağırlığında, leonardit ve meşe kömürü uygulamalarının sonucunda, kontrol uygulaması olan L₀M₀'da en düşük değer tespit edilmiştir. En yüksek değer ise L₀M₃ uygulamasından elde edildiği gözlenmiştir. Leonardit ve meşe kömürünün dozu arttığında fide yaş ağırlığının da arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.9. Biyokömür uygulamaları sonucu elde edilen kök kuru ağırlığı ortalamaları

Harran Üniversitesinde yapılan başka bir çalışma sonucunda, farklı miktarlarda uygulanan leonarditin topraktaki organik maddenin üzerine etkili olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra pamuk verimini de arttırdığı tespit edilmiştir. Bu etkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Diğer parametreler üzerinde etkili olduğu görülmüş fakat istatistik ki olarak önemsiz olduğu saptanmıştır ($p > 0,05$) (Demir 2019).

Demirkıran ve ark. bu çalışmayı leonardit (0 – 2,5 – 5 – 7,5 kg ha⁻¹) ve inorganik gübrelemenin (20 - 20 - 0 gübresinden 0, 1, 1.5, 2 kg ha⁻¹) domates bitkisinin gelişimi üzerine (gövde boyu, kök boyu, gövde yaş ağırlık, kök yaş ağırlık, bitki kuru ağırlık, kök kuru ağırlık, yaprak sayısı) etkilerini incelemek amacıyla serada gerçekleştirmişlerdir. Araştırmanın sonucunda gübre uygulamalarının domates bitkisinin gövde boyu, kök boyu, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve yaprak sayısı üzerine önemli düzeyde etkili olduğunu saptamışlardır. Araştırmadan elde edilen bu bulgular leonarditin organik ve sürdürülebilir tarımda gübre olarak etkin bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur (Demirkıran ve ark. 2012).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan araştırma sonuçlarına göre; belli orandaki leonardit ve meşe kömürünün bitkinin bazı fizyolojik özelliklerine önemli rol oynadığı tespit edilmiştir. Biyokömürlerin toprak iyileştirici yönü ile sürdürülebilir tarım çerçevesinde kimyasal girdilerin kullanımını minimuma düşürmesi de diğer faydalı yönlerinden bir diğeridir. Sürdürülebilir tarım; ekolojik dengeye zarar vermeden, doğal kaynakları azaltmadan çevre kirliliğine sebebiyet vermeden yeterli miktarda ve iyi ürün elde edebilmeyi hedeflemektedir.

Bu çalışmada, domates bitkisine toprak iyileştiricisi olan Leonardit ile meşe kömüründen elde edilen biyokömürün bitkinin bazı fizyolojik özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ANOVA analizinde istatistiki olarak önemli bir değişimlerin olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada domates fidelerinde belirlenen sonuçlara göre; bitki boyu, dal sayısı, yeşil aksam ağırlığı, fide yaş ağırlığı, yeşil aksam boyu, fide kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı değerlerinde istatistiki olarak önemli bir değişimler gözlemlenmiştir. Toprağa uygulanan biyokömür miktarının artması ile domates bitkisinin fizyolojik kriterlerine olumlu olarak yansımıştır.

Elde edilen sonuçlara ilaveten; leonardit ve meşe kömürü gibi organik materyallerin toprağa uygulanması ile toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri yönünden toprakta iyileşmeye de neden olduğu bilinmektedir. Bu çalışmamızda test bitkisi olarak kullanılan Guldar domates bitkisinin erken gelişim aşamalarında leonardit ve meşe kömürünün olumlu etkileri tespit edilmiştir. Bundan dolayı bu tür organik maddelerin sebze yetiştiriciliğinde tercih edilebilir bir uygulama olacağı düşünülmektedir.

Leonardit uygulamalarının bu çalışmada daha çok bitkinin yeşil aksamını olumlu etkilediği, meşe kömürünün ise domates fidesinin kök kısmına olumlu etkilerde bulunduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan organik materyallerin bitkinin farklı kısımlarına olumlu etkisinin olması, bu materyallerin birlikte kullanılmasının daha faydalı olacağı sonucuna

varılmıştır. Organik kaynaklı maddelerin bitki gelişimine ve toprağın verimliliğine farklı açılardan olumlu etkileri olduğundan dolayı, bu çalışmamızda kullanılan leonardit ve meşe kömüründe görüldüğü üzere, bu organik materyallerin beraber kullanılmasının da yararlı sonuçlar ortaya çıkardığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

Anonim, (2020). TÜİK, 2020. www.tuik.gov.tr.

Anonymous, (2020). Food and Agriculture Organization (FAO) (www.fao.org).

Aksoy, U., ve Altındışli, A. (1999). Ekolojik tarımdaki gelişmeler. Ekolojik Tarım, İzmir, 30-34.

Aluç, Ö. (2019). Farklı dozda uygulanan leonardit'in kirazda verim ve kalite kriterlerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi Anabilim Dalı, Manisa, 1-65.

Agirre, I., Griessacher, T., Rösler, G., ve Antrekowitsch, J. (2013). "Production of Charcoal as an Alternative Reducing Agent from Agricultural Residues using A Semi-Continuous Semi-Pilot Scale Pyrolysis Screw Reactor", Fuel Processing Technology, Vol. 106, 114–121.

Çağlar, A. (2004). Çay atığının katalitik pirolizi: Sıvı Ürün Verimi Üzerine Katalizörlerin Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi 12(2), 385-92.

Downie, A. Crosky, A., and Munroe P. (2009). Physical properties of biochar. In: Biochar for environmental management: Science and technology (eds. Lehmann J., and Joseph S). Earthscan Ltd. London, 13-32.

Demirkıran, A.R., Özbay, N., ve Demir, Y. (2012). Leonardit ve İnorganik Gübrelemenin Domates Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkileri. Tr. Doğa ve Fen Dergisi, Tr. J. nature sci, 1(2), 48-114.

Demirkıran, A.R. (2021). Bingöl-Guldar Domatesinin Besin Elementi İçeriklerinin Karşılaştırılması. Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 8(3), 817-823.

Demirhan, M. (2020). Fıstık Dış Kabuğu Biyokömürünün Tınlı Topraklarda Nitrat ve Amonyum Yıkanması Üzerine Olan Etkisinin Belirlenmesi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Şanlıurfa.1-26.

Demir, M. (2019). Leonardit ile Birlikte Azaltılmış Kimyasal Gübrenin Toprağın Bazı Özellikleri ve Pamuk Bitkisinin Kütlü Verimi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Şanlıurfa.1-30.

Dorais, M., Ehret D.L., ve Papadopoulos, A.P. (2008). Tomato (*Solanum lycopersicum*) health components: from the seed to the consumer. Phytochem Rev., 7.231-250.

Engin, V.T ve Cöcen, Eİ. Leonardit ve Humik Maddeler. MT bilimsel, (2012). (2), 13-20.

Efe E, Y., ve Ş. (2000). Spss'te çözümleri ile istatistik yöntemler II, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi (BAUM) Yayın No.10, 1-197

Eraslan, F., İnal, A., Güneş, A., Erdal, İ., ve Coşkan, A. (2009). Türkiye’de Kimyasal Gübre Üretim ve Tüketim Durumu, Sorunlar, Çözüm Önerileri ve Yenilikler. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta.

Ensminger, A.H., Ensminger, M.E., Konlande, J.E., and Robson, J.R.K. (1995). The Concise Encyclopedia of Foods and Nutrition, CRC Press, Boca Raton, Florida. 1178 p.

Fernandez-Ruiz, V., Olives A.I., Camara M., Sanchez-Mata, M.C., ve Torija, M.E. (2011). Mineral and trace elements content in 30 Accessions of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.) and Wild Relatives (*Solanum pimpinellifolium* L., *Solanum cheesmaniae* L. Riley, and *Solanum habrochaites* S. Knapp & D.M. Spooner). Biological trace element research, 141.329-339.

Glaser, B., Wiedner K., ve Seelig, S. (2014). Biochar Organic Fertilizers From Natural Resources as Substitute for Mineral Fertilizers, *Agron. Sustain. dev.*35.667–678.

Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G., and Zech, W., (2001). The Terra Preta Phenomenon; A Model for Sustainable Agriculture in the Humid Tropics. *Naturwissenschaften*, 88.37-41.

Igarashi, T. (1996). Soil Improvement effect of FMP and CRH in indonesia, JICA pamphlet: 30.

Ippolito, J. A., Ducey, T. F., Cantrell, K. B., Novak, J. M., ve Lentz, R. D. (2016). Designer, Acidic Biochar Influences Calcareous Soil Characteristics, *Chemosphere*, 142: 184-191.

İstanbuluoğlu, S. (2012). Leonardit nedir? http://www.siamad.com.tr/leonard_304t-ned304r.html erişim: 01.05.2019.

International Biochar İnitivative (IBI), (2008). <http://www.biocharinternational.org/>, (20.05.2017)

Kurt, S. (2016). Biyokömür ve Vermikompostun Mısır Bitkisinin (*Zea Mays* L.) Kök Bölgesindeki Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.1-34.

Kolb, S.E., Fermanich, K.J., ve Dornbush, M.E. (2009). Effect of charcoal quantity on microbial biomass and activity in temperate soils. *Soil Science Society of America Journal*, 73(4), 1173-1181

Lehmann, J., ve Rondon, M. (2006). Bio-char soil management on highly weathered soils in the humid tropics. *Biological approaches to sustainable soil systems*:113(517), e530.

Kiyas, Ü. (2020). Farklı Leonardit ve Tuz Seviyelerinin Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) Fide Gelişimi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bingöl. 1-51

Karakılıç, S. (2019). Sultani Çekirdeksiz Üzüm (*Vitis Vinifera* L.) Çeşidinde Farklı Dozlarda Leonardit Uygulamalarının Verim ve Bazı Makro ve Mikro Element İçeriklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Manisa.1-55

Lehmann, C.J., and Rondon, M. (2006). Biochar Soil Management on Highlyweathered Soils in the Tropics. In: Uphoff, N.T. (Ed.), Biological Approaches to sustainable Soil Systems. CRC Press, Boca Raton, 517-530.

Lehmann, J., ve Joseph, S. (2009). Biochar Environmental Management, ISBN: 978-1-84407-658-1, Earthscan yayıncılık, 2. Bölüm, s.18.

Meyer, S., Glaser, B., ve Quicker, P. (2011). Technical, Economical and Climate Related Aspects of Biochar Production Technologies: A literature Review, Environmental Science & technology, 45, 9473–9483. Naeem.

Nacar, N. (2020). Biyokömürün Su Stresinde Yetişen Domates Bitkisinin Fizyolojik gelişmesine ve toprağın bazı özelliklerine etkisinin araştırılması. 1-68.

Olsen, R.K. (1998). Exporting organic foods. International trade forum 3/1998, 6-9.

Özbahçe, A., Padem, H. (2007). Üstün Verim ve Teknolojik Özelliklere Sahip Bazı Salçalık Domates Çeşitlerinin Isparta Koşullarına Uygunluğunun Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 112, 128-133.

Özbay, N. (2021). “Guldar” Domatesinin Coğrafi İşaret Almasına Yönelik Yürütülen Arazi ve Laboratuvar Çalışmaları. Türk Tarım ve Doğa Dergisi, 8(2), 492-500.

Pehlivan, A. (2021). Tavuk altlığından Elde Edilen Biyokömürün Farklı Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Çeşitlerinde Bitki Gelişimine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Kayseri. 1-46.

Rondon, M.A., Lehmann, J., Ramirez, J., ve Hurtado, M. (2007). Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Increases with bio-char additions. Biology and fertility of soils, 43, 699-708.

Sanders, D.C., Grayson, A. S., Monaco, T. J. (1981). Mineral content of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and four competing weed species. Weed science, 29, 590-593.

Sayğan, E.P. (2017). Biyokömürün Toprak Düzenleyicisi Olarak Kullanım Potansiyellerinin Belirlenmesi. Harran üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü. Şanlıurfa.

Smith, N., J., H. (1999). The amazon river forest: A natural history of plants, animals, and people. Oxford university press, New York, NY, USA.

Senn, T.L., and Kingman, A.R. (1973). Agricultural Experiment Station A Review of Humus and Hümic Asids, South Carolina.

Spooner, D.M., Peralta, I.E., and Knaap, S. (2005). Comparison of AFLPs with other for phylogenetic inference in wild tomatoes, *Solanum* L. Section *Lycopersicon* (Mill.) Wettst., *Taxon*, 54,43-61.

Sümer, S.K, Kavdır, Y., ve Çiçek, G., (2016). Türkiye’de Tarımsal ve Hayvansal Atıklardan Biyokömür Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Doğa Bilimleri Dergisi, 19(4), 379-387.

Şengüler, İ., MTA Genel müdürlüğü bülten 19-101-106 (2019).www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/kutuphane/ekonomibultenleri/2015_19/bulten19_101-106.pdf erişim 01.07.2019.

Rijck, G. Schrevers, E. (1998). Mixture Optimization of the Mineral Nutrition of Tomatoes in Relation to Mineral Content of the Fruit: Effects of Preharvest Factors on Fruit Quality. *Acta. Hort.* 464-485.

Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Enstitüsü Müdürlüğü [SGB]. (2021). Tarım Ürünleri Piyasaları. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasali>.

Tezcan, Ş. (2019). Leonardit uygulamalarının bazı sorgum sudan otu melezleri (*Sorghum bicolor* (L.) moench X *Sorghum sudanense* (piper) Stapf) ve silajlık mısır (*Zea mays*) çeşitlerinin ot verimi ve kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı. Tekirdağ. 1-75.

Tripathi, M., Sahu, J. N., ve Ganesan, P., (2016). Effect of Process Parameters on Production of Biochar From Biomass Waste Through Pyrolysis : A Review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, pp. 467–481. Xie.

Tunçay, D.A. (2019). Aynı Sıcaklıkta Farklı Materyaller Kullanılarak Üretilmiş Biyokömürün Çilek Bitkisi Gelişimi ve Mineral Beslenmesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Toprak Bilimi Anabilim Dalı, Isparta, 1-37.

Tunçay, T.Y., (2019). Farklı Sıcaklıklarda Gül Posası Kullanılarak Üretilmiş Biyokömürün Çilek Bitkisi gelişimi ve Mineral Beslenmesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Isparta, 1-38.

TÜİK, (2020). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). www.tuik.gov.tr (Erişim:12.02.2022)

Yang, Y., Brammer, J., G., Mahmood, A.S.N., ve Hornung, A. (2014). Intermediate pyrolysis of biomass energy Pellets for producing Sustainable Liquid, Gaseous and Solid Fuels, Bioresource Technology. 169, p. 794–799.

Yıldız, K., Y. (2019). Farklı Dozda Uygulanan Leonardite ve Vermicompostun Yapağı Yenen Sebzelerde (Marul ve Ispanak) Verim ve Kalite Kriterlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Manisa,1-66.