

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**LİNYİT KÖKENLİ KARBON BİRİKİMİNE SAHİP TOPRAKLARIN
HUMİK VE FULVİK ASİT MİKTARLARININ BELİRLENMESİ**

Seda YAVUZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS

ARALIK 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**LİNYİT KÖKENLİ KARBON BİRİKİMİNE SAHİP TOPRAKLARIN
HUMİK VE FULVİK ASİT MİKTARLARININ BELİRLENMESİ**

Seda YAVUZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS

ARALIK 2022

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

**LİNYİT KÖKENLİ KARBON BİRİKİMİNE SAHİP TOPRAKLARIN
HUMİK VE FULVİK ASİT MİKTARLARININ BELİRLENMESİ**

Seda YAVUZ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

**Bu tez Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 5428 (FYL-
2020-5428) nolu proje ile desteklenmiştir.**

ARALIK 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

**LİNYİT KÖKENLİ KARBON BİRİKİMİNE SAHİP TOPRAKLARIN
HUMİK VE FULVİK ASİT MİKTARLARININ BELİRLENMESİ**

Seda YAVUZ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS

Bu tez 27/12/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Erdem YILMAZ

Prof. Dr. Metin MÜJDECİ

Dr. Öğretim Üyesi İsmail Emrah TAVALI

ÖZET

LİNYİT KÖKENLİ KARBON BİRİKİMİNE SAHİP TOPRAKLARIN HUMİK VE FULVİK ASİT MİKTARLARININ BELİRLENMESİ

Seda YAVUZ

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erdem YILMAZ

ARALIK 2022; 32 sayfa

Bu çalışmada, linyit birikiminin gerçekleştiği Manisa'nın Soma ilçesindeki bazı tarım topraklarının karbon (C) miktarlarındaki değişimler göz önüne alınarak toprakların humik ve fulvik asit kapsamlarındaki değişim ve tarımsal faaliyetler açısından bu durumun önemi ortaya konulmuştur. Araştırma toprakları Soma'nın içinden geçen Bakırçay'ın 8 km'lik hattının hemen yakınlarındaki topraklardır. Araştırmada kullanılan tarım topraklarındaki linyit birikimi linyit parçacıkları ile yüklü Bakırçay taşkınlarına maruz kalma veya Bakırçayı'ndan gerçekleştirilen tarımsal sulamalarla gerçekleşmektedir. 18 örnekleme noktasından 3 tekerrürlü olarak alınan toprak örneklerinin kum, kil ve silt miktarları sırasıyla %27-50, %22-45 ve %23-36 arasında değişmektedir. Ayrıca toprakların tekstür sınıflarının killi, tınlı, kumlu killi tın ve killi tın olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Linyit birikimi olmayan toprakların C kapsamlarının %4.50-4.87, linyit birikimi olan toprakların ise %5.64-26.45 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Linyit birikiminin toprakların hem humik hem de fulvik asit kapsamlarında istatistiksel anlamda ($P<0.0001$) önemli değişikliğe neden olduğu belirlenmiştir. Linyit birikimi olmayan topraklarda humik asit miktarı %0.36-0.72 linyit birikimi olan topraklarda ise %2.71-9.88 arasında değişim gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte linyit birikimi olmayan topraklarda fulvik asit belirlenememiş ancak linyit birikimi olan topraklarda %0.22-1.02 arasında olduğu belirlenmiştir. Yapılan korelasyon analizleri sonucu linyit birikimi olan topraklarda toprağın C, kum, kil içerikleri ve EC değerleri ile humik asit kapsamı arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Fulvik asit kapsamı bakımından linyit birikimi olan topraklarda toprağın kum ve kil içerikleri ile anlamlı bir ilişki kurulmuştur. Yapılan bu çalışmada elde edilen bulgulara göre humik ve fulvik asit değerlerinin bölge topraklarındaki verimliliği olumlu yönde etkileyebileceği sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Fulvik asit, Humik asit, Karbon, Linyit, Toprak tekstürü

JÜRİ: Prof. Dr. Erdem YILMAZ

Prof. Dr. Metin MÜJDECİ

Dr. Öğr. Üyesi İsmail Emrah TAVALI

ABSTRACT

DETERMINATION OF HUMIC AND FULVIC ACID AMOUNTS OF SOILS WITH CARBON ACCOUNT OF LIGNITE ORIGINAL

Seda YAVUZ

MSc Thesis in Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Erdem YILMAZ

DECEMBER 2022; 32 pages

In this study, the carbon (C) content of some agricultural soils in Soma district of Manisa, where lignite accumulation takes place, and the changes in the humic and fulvic acid contents of the soils and their agricultural significance were investigated. The research area is the lands near the 8 km line of Bakırçay passing through Soma. Lignite accumulation of the agricultural lands used in the research is due to exposure to Bakırçay floods loaded with lignite particles or agricultural irrigations from Bakırçay. It has been determined that the sand, clay and silt amounts of the soil samples were taken from 18 sampling points in 3 replications vary between 27-50%, 22-45% and 23-36%, respectively. In addition, the texture classes of the soils differ as clayey, loamy, sandy-clay loam and clayey loam. It has been determined that the C content of the soils without lignite accumulation varies between 4.50-4.87%, and the soils with lignite accumulation vary between 5.64-26.45%, as well as that the lignite accumulation caused a statistically significant ($P<0.0001$) change in both humic and fulvic acid contents of soils. It has been revealed that the amount of humic acid in soils without lignite accumulation varies between 0.36% and 0.72% in soils with lignite accumulation, between 2.71-9.88%. However, fulvic acid could not be determined in soils without lignite accumulation, but it was determined to be between 0.22-1.02% in soils with lignite accumulation. As a result of the correlation analysis, it was determined that there was a significant relationship between the C, sand and clay contents and EC value of the soil and the humic acid contents in the soils with lignite accumulation. In soils with lignite accumulation in terms of fulvic acid content, a significant relationship was established with the sand and clay contents of the soil. According to the findings obtained in this study, it was concluded that humic and fulvic acid values may positively affect the productivity of the soils of the region.

KEYWORDS: Fulvic acid, Humic acid, Carbon, Lignite, Soil texture

COMMITTEE: Prof. Dr. Erdem YILMAZ

Prof. Dr. Metin MÜJDECI

Asst. Prof. Dr. İsmail Emrah TAVALI

ÖNSÖZ

Lisansüstü öğrenimim boyunca ve tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren, hoşgörü ve tevazu sahibi danışman hocam Sayın Prof. Dr. Erdem YILMAZ' a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Sayın Yrd. Doc. Dr. Hüseyin OK hocama; tez savunma sınavında jüri üyesi olarak tezime katkı sağlayan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Metin MÜJDECİ ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi İsmail Emrah TAVALI hocalarıma da teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans tez çalışmasının analizleri aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sinan Emre BELGEMEN, Onur GONCALAR, Selda SÖNMEZER, Ömer UYSAL, Kondi Julien GBANDİ ve Doğukan Nadir BALCI değerli arkadaşlarıma teşekkürlerimi bir borç bilirim. Tezimde yer alan istatistiki verilerin hazırlanmasında sabır ve sükunetle yardımcı olan Sayın Öğr. Gör. Dr. Ebru KAYA BAŞAR, Arş. Gör. Dr. Hilal Şule TOSUN ve Arş. Gör. Dr. Birgül GÜDEN hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bu süreçte manevi desteğini her zaman hissettiğim Handan SUFRACI, Ziyşan Buse YARALI ÇEVİK, Abida BUKVİC dostlarıma, tez yazım sürecimde yardımlarıyla ve dostluklarıyla yanımda olan değerli Ziraat Mühendisi arkadaşlarımdan Ayfer HIZ, Necdet EKMEKCİOĞLU, Arş. Gör. Merve ÇELEBİ AKŞAHİN, Özge KOÇAK'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı ilgisini, sevgisini hiçbir zaman esirgemeyen annem ve babam Saadet ve Fuat YAVUZ'a, can özüm ablam Şeyma DOĞAN'a, ağabeyim Uğur DOĞAN'a, varlıklarıyla hayatıma neşe katan yeğenlerim Kıvanç ve Güneş DOĞAN'a, ailemizin koca çınarı Hanife ERMUMCU'ya ve dahi Azize Hülya ERMUMCU teyzeme, bu serüvene girmeme vesile olan kuzenim Hazal EROL'a, manevi ablam Kübra KOÇAK ve ailesine, tez sürecinde Dünya'nın etkilendiği virüs sebebiyle rahmetli olan canım ablam Ferdağ SÖZER'e, ve destek ve sevgilerini her zaman hissettiğim burada yazamadığım gönlümdeki tüm büyük aileme, her zaman olduğu gibi bu süreçte de beni yalnız bırakmadıkları için çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Dünya ve Türkiye’de Linyit Rezerv Durumu.....	3
2.2. Bakırçay’ı Havzası Hakkında Genel Bilgiler.....	4
2.3. Humik Maddeler ve Genel Özellikleri.....	5
3. MATERYAL VE METOT	9
3.1. Materyal	9
3.2. Metot	11
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	16
5. SONUÇLAR	26
6. KAYNAKLAR	28
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Linyit kökenli karbon birikimine sahip toprakların humik ve fulvik asit miktarlarının belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

27.12.2022

Seda YAVUZ



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Atm	: Atmosfer
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
°C	: Santigrat Derece
cm	: Santimetre
CO ₂	: Karbondioksit
da	: Dekar
dk	: Dakika
dS m ⁻¹	: Desisiemens/metre
gr/cm ³	: Gram/ Santimetreküp
ha	: Hektar
K	: Potasyum
kg ha ⁻¹	: Kilogram/ Hektar Alan
km ³	: Kilometreküp
L ha ⁻¹	: Litre/ Hektar Alan
M	: metre
N	: Azot
P	: Fosfor
Sig.	: Önem Derecesi
vb.	: Ve benzeri
vd.	: Ve diğerleri
%	: Yüzde

>	: Büyük
<	: Küçük
μm	: Mikrometre
Not	: Tez metninde ondalık yazım olarak nokta (.) kullanımı tercih edilmiştir.

Kısaltmalar

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AÜ	: Akdeniz Üniversitesi
AKİDUAM	: Akdeniz Üniversite İstatistik Danışmanlık Uygulama ve Araştırma Merkezi
CDFA	: Kaliforniya Tarım ve Gıda Bölümü Humik Asit Yöntemi
EC	: Elektriksel İletkenlik
FA	: Fulvik Asit
HA	: Humik Asit
OC	: Organik Karbon
pH	: Toprak reaksiyonu (Hidrojen iyonunun (-) Logaritması)
SOC	: Toprak organik karbonu
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Dünya linyit rezervlerinde ülkelerin yüzde oranı (%), (Anonim 3 2022)	3
Şekil 2.2. Doğal kaynakların içerdikleri toplam humik ve fulvik asit oranları (%), (Ay 2015).	6
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan toprak materyaline ait örnekleme alanı (Google Earth 2021).	9
Şekil 3.2. Manisa ili Soma İlçesinde bulunan Bakırçay'ın harita gösterimi (Danacıoğlu 2017).	10
Şekil 3.3. Araştırma topraklarının genel görünümü; a) Arazinin genel görünümü; b) Toprak profilindeki linyit birikimi	10
Şekil 3.4. Fizikokimyasal analiz aşamaları; a) Çalışmada kullanılan toprak örneklerin laboratuvara gelmesi; b) Toprakların hava kuru duruma gelen ve elenen toprakların kavanozlara aktarılması; c) pH, EC, kireç vb. analizler için gerekli olan tartım aşaması; d) Kimyasalların ve toprakların tartımı; e) Kalsimetre ile kireç ölçümü; f) Mezür içerisinde bulunun toprakların tekstür sınıfının belirlenmesi	11
Şekil 3.5. Humik ve fulvik asit analizi yapım aşamaları; a) Humik ve fulvik asit analizinde kullanılan toprak örneklerinin tartım aşaması; b) Toprakların 180 devir/dk'da NaOH ile çalkalanması; c) 5000 rpm'de 20 dakika santrifüj işlemi yapılması; d) Santrifüjden çıkan karışımın süzülmesi; e) Elde edilen toprak süzüklerinin pH ayarlamaları; f) Flokülasyonda bir gece bırakılan toprak örnekleri; g) Falkon tüplerinden Elde edilen humik asit ve fulvik asitlerin sıvı formları; h) Elde edilen humik ve fulvik asitlerin etüvde kurutulması; ı) son durumda fulvik asit	14
Şekil 3.6. Ekstraktlardan elde edilen humik asit ve fulvik asitlerin sıvı ve katı formları; a) Humik asit; b) Fulvik asit	15

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Türkiye topraklarının organik karbon içerikleri grafiği (Sönmez vd. 2018).....	8
Çizelge 4.1. Toprak örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları	17
Çizelge 4.2. Araştırma topraklarının humik asit, fulvik asit, humik+fulvik asit ve karbon sonuçları.....	18
Çizelge 4.3. Linyit birikimi olmayan araştırma topraklarının analiz edilen toprak parametreleri arasındaki korelasyon sonuçları.....	22
Çizelge 4.4. Linyit birikimli toprak örneklerinin tüm parametrelerinin korelasyon sonuçları.....	24



1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze tarımsal üretim yapılmaya başlanmasıyla birlikte toprakların içerdikleri doğal bitki örtüsü, yüksek organik madde kapsamı, gözenekli yapıları korunamamış ve tüketmeye, hor görmeye hatta zamanla sahip oldukları mevcut zenginlikler yitirmeye başlanmıştır. Oysaki bu durum oluşmadan önce arazi yüzeyine gelen sular kolaylıkla bitki kökleri tarafından emilerek yüzey akışına engel olmakta ve topraklar doğal dengesi içinde korunmaktaydı.

Organik maddenin toprakta yeterli düzeyde bulunması canlı ekosistemini olumlu yönde etkileyerek zengin bir biyoçeşitlilik sağlamaktadır. Bahsi geçen organik madde, kaynağına ve ayrışma düzeyine bakılmaksızın toprak içerisinde bulunan tüm organik materyaller olarak tanımlanabilir ve içerisinde karbon, hidrojen, oksijen, azot, kükürt ve fosfor bulundurmaktadır.

Dünya’da insanlığın ihtiyaç duyduğu yeterli besini sağlamak amacıyla tarımsal faaliyetlerin artırılması sonucu, organik maddenin hızlı bir biçimde azalması ve/veya yok olması toprak erozyonunun da hızlanmasına dolayısıyla verimli yüzey topraklarının kaybolmasına neden olmaktadır. Türkiye’nin de içerisinde bulunduğu Mezopotamya bölgesi yüzyıllar boyunca tarımın merkezi olmuş ve bu topraklar sürekli sömürülmüştür. Günümüzde Türkiye tarım topraklarının %70’i organik madde bakımından fakir bir haldedir. Tüm bunlar toprağın organik madde kapsamını ve bitki besin maddesi içeriklerini olumsuz yönde etkilemiştir. Bu durumun önüne geçmek adına günümüzde organik gübre kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır.

Organik gübreler toprakta bulunan mikroorganizmalar yardımıyla ayrışma ve parçalanma sonucu birçok organik bileşik, humik ve fulvik asidin meydana getirdiği humus ile toprak özelliklerine olumlu yönde etki sağlar (Stevenson 1982). Bu olumlu yönün başında toprak yapısını iyileştirmek yer alır. Humus, yapısını oluşturan humik ve fulvik asitlerin koloidal özelliklere sahip oluşu toprakta kum, kil, silt fraksiyonlarını bağlayarak agregat oluşumunu artırır (Martin vd. 1962; Stevenson 1982; Mayhew 2005). Karbonun kömürleşme sürecinin ikinci aşamasında ortaya çıkan linyitin yapısında %10 ile %80 arasında değişen oranlarda humik asit bulunmaktadır (Allard 2006; Allard ve Derenne 2007).

Leonardit kaynaklı yumuşak kahverengi kömürlerin çökelen tabakaları humik asitlerin en önemli kaynağı olarak kabul edilmektedir. Humik asit gübrelerin önemli bir tamamlayıcısı olan bir toprak düzenleyicisidir. Humik asitler, bitkilerin topraktan aldıkları besinleri bünyelerine almalarına yardımcı olurlar. Organik maddelerin humifikasyona girmesini toprak mikroorganizmaları sağlamaktadır. Dahası mikroorganizmaların besin kaynağı karbon (C) gruplarıdır ve humifikasyon sonucunda açığa çıkan ürün ağırlıklı olarak humik asittir. Humik asitler katyon değişim kapasitelerinin tüm gübrelerden yüksek olması nedeniyle besin maddelerinin en yüksek düzeyde absorbe ederek, bitkiler ile toprağa doğal ve organik bir yolla yaşamsal besin maddelerini, makro, mikro (izelementler) ve vitaminleri, aminoasitleri sağlamanın mükemmel bir yoludur. Humik asitler uzun ömürlü organik maddelerdir ve en önemli kaynağı leonardit olmakla birlikte, toprakta, hayvan gübresinde, torf yataklarında,

denizlerde, turba ve linyit katmanlarında bulunmaktadır (Srivastava ve Walia 1997; Engin ve Cöcen 2012).

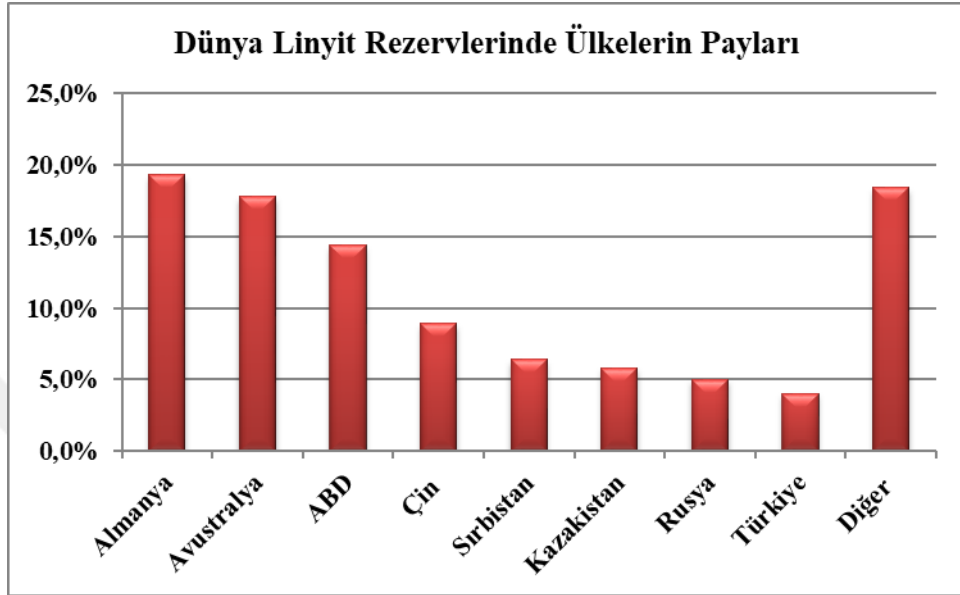
Organik gübre kullanılması halinde, giderek topraklarımızın içerdiği organik madde miktarı artabilecektir. Ayrıca, organik gübre bitkinin ihtiyacı olan mineral maddeleri adsorbe ederek, bitkinin ihtiyaç duyduğu anda bitkiye verebilecektir. Uygulama alanlarının bu kadar geniş ve kaynağının doğadan oluşu humik maddelerin günümüz endüstrisinde büyük bir önemi olmasına ve birçok yeni alanda kullanılabileceklerini göstermektedir. Endüstri, tarım, çevre, tıp gibi alanlarda humik maddelerin yapısını anlamak için birçok gelişmiş ülkede humik madde dernekleri ve araştırma merkezleri kurulmuştur. Humik maddelerin önemi ülkemizde de özellikle Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) Genel Müdürlüğü tarafından sahip olduğu leonardit ve düşük kaliteli linyitlerden üretilen; humik asit ve fulvik asit sayesinde bu tür kuruluşların önemi gittikçe anlaşılmaya başlamıştır. Bu amaçla çeşitli uygulamalar yapılmaya başlamış ve devam edilmektedir. Doğayı korumak amacıyla tarımda humik maddelerin kullanımına başlanılmış ve bitki gelişimi ve toprak düzenleyicisi olarak da kullanarak toprak yapısını iyileştirmede, bitki kalitesini ve toprak verimliliğini artırmada da değerlendirilmektedir (Kadıoğlu 2017).

Bu çalışmadaki amacımız ülkemiz topraklarının gelecek nesillere verimli ve üretken bir miras olarak bırakmak adına linyit kökenli karbon birikiminin gözlendiği Manisa'nın Soma ilçesindeki bazı tarım topraklarından yapılan örneklemeler sonucu topraklardaki humik ve fulvik asit kapsamlarındaki değişimin ortaya konularak tarımsal üretim açısından önemi vurgulanmaya çalışılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Dünya ve Türkiye’de Linyit Rezerv Durumu

Dünya’da antrasit ve bitümlü kömür 749 milyar ton, alt bitümlü kömür ve linyit 321 milyar ton olmak üzere toplam kanıtlanmış işletilebilir kömür rezervi tüm ülkelerde 1.07 trilyon ton büyüklüğündedir (Anonim 3 2022).



Şekil 2.1. Dünya linyit rezervlerinde ülkelerin yüzde oranı (%), (Anonim 3 2022)

Şekil 2.1.’de görüldüğü üzere dünya linyit rezervlerinin toplam 200 milyar tonun en büyük bölümü 38.6 milyar ton ile Almanya’da %19.3 olarak gözlenirken, bunu sırasıyla Avustralya 35.6 milyar ton ile % 17.8, ABD 28.8 milyar ton ile %14.4 olarak izlemektedir. Bu ülkeyi, Çin %8.9 (17.8 milyar ton), Sırbistan %6.4 (12.8 milyar ton), Kazakistan %5.8 (11.6 milyar ton), Rusya %5.0 (10 milyar ton), Türkiye %4.0 (8 milyar ton) ve diğer ülkeler %18.4 (36.8 milyar ton) olarak takip etmektedir (Anonim 3 2022; Dinçer 2018). Global olarak linyit kaynağının %8.7’si, linyit ve alt bitümlü kömür kaynağının yaklaşık %3.6’sı ve antrasit dâhil toplam dünya kömür kaynağının yaklaşık %2.1’i Türkiye’de bulunmaktadır. Buna istinaden Türkiye’de senelerdir bilinen linyit kaynağı 8.3 milyar ton iken 2020’nin başlarında 19.32 milyar tona ulaşmıştır (Anonim 2 2022).

Endüstride küçük oranda kullanılan düşük kaliteli linyitlerin önemli miktarı ülkemizde bulunmakta ve daha düşük kaliteli linyitler yakıt olarak termik santrallerde işlenmektedir. Ciddi manada çevre sorunlarına yol açan bu durum birden fazla çalışmada yer almaktadır. Bu çalışmalarda, sıg derinliklerde oksitlenen genç kömürlerin humik madde içerikleri (humik asit, fulvik asit, humin) ve gübre olarak değerlendirilmesine yönelik konular ele alınmıştır (Birinci 2021). İçerdikleri humik asit oranı sayesinde linyit, turba, gitya ve leonardit arasında önemli farklar ortaya çıkmaktadır. Linyit, turba ve gitya kuru bazda en çok %30 oranında humik asit içermekte ve humik asit oranları çoğunlukla %5-20 aralığında gözlemlenmektedir

(Aslan ve Sarıhan 2021). Linyit, %20 oranında oksijen içeren, 1.30-1.50 gr/cm³ arasında yoğunluğu ve sertlik derecesi 2 ile 2.5 arasında değişen, %70 karbon içeriğine sahip, pH değeri 6-8 arasında olan bir maddedir (Turgay vd. 2009).

2.2. Bakırçay'ı Havzası Hakkında Genel Bilgiler

Jeolojik zaman dilimlerinden neojen (miyosen-pliyosen) döneminde, meydana gelen dikey tektonik hareketler sonucunda tektonik kökenli olan çöküntü alanlar meydana gelmiş ve bu çöküntü alanların çoğunluğu göller tarafından kaplanmıştır. Bu dönemde, Soma, Elbistan, Aşkale, Erzurum (Pasinler, Horosan), Akşehir (Eber, Karamuk) vb. gibi havzalarda organik maddelerin çökmesi ile linyit yatakları meydana gelmiştir. Sözü edilen neojen havzalarında ise çoğunlukla kil içeriği ve kireç içeriği mevcut olan kumlu ve siltli malzemeler çökelmişlerdir (Dinç 1993).

Manisa ilinde denizden uzaklaştıkça ve yükselti arttıkça karasallaşan Akdeniz iklimi hakimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar yağışlı ve Ege kıyılarına göre daha soğuk geçer (Olçay 1998). Manisa'da (Ölçüm Periyodu 1930-2021) en soğuk ayın (Ocak) ortalama sıcaklığı 6.6°C, en sıcak ayın ortalama sıcaklığı (Temmuz) 28°C, şimdiye kadar kaydedilen en yüksek ve en düşük sıcaklıkları 45.5°C (25.07.2007) ve -17.5°C (04.01.1942)'dir. Yıllık ortalama yağış 747.3 mm., ortalama yağışlı gün sayısı 83.7, ortalama güneşlenme süresi 6.5 saattir (Anonim 2 2022). İl sınırları içinde yağmur ölçülen merkezlerde yıllık yağışlar 500-750 mm arasında değişir (Olçay 1998). Soma ilçesinin yıllık yağış miktarı ise 554.4 mm'dir (Ertekin 2011).

Türkiye toplam nüfusu 31 Aralık 2021 tarihli adrese dayalı nüfus kayıt sistemi verilerine göre 84 680 273 kişi, Manisa ili 1 456 626 kişi ve Manisa'nın Soma ilçesi 111 218 kişi olarak belirlenmiştir (Anonim 1 2022). TÜİK 2021 tarım alanları (çayır ve mera alanları hariç) verilerine göre; Türkiye toplam alan olarak 234 728 774 dekar alana, Manisa ili 5 075 663 dekar alana sahiptir. Türkiye'de tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı ekilen alan 160 615 720 dekar, nadas alanı 30 591 619 dekar; Manisa'da tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı kapsamında ekilen alan 2 295 250 dekar, nadas alanı 123 983 dekar alana sahiptir. Türkiye'de sebze bahçeleri alanı 7 553 346 dekar iken, Manisa'da sebze bahçeleri alanı 320 356 dekadır. Türkiye meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı 35 913 447 dekar, Manisa ilinde meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı 2 335 171 dekar alana sahiptir. Süs bitkileri alanı Türkiye'de 54 642 dekar, Manisa ise 903 dekar alana sahiptir (Anonim 1 2022).

Bakırçay havzasında Soma çevresinde artan nüfus bölgedeki açık ocak işletmeciliğine bağlı olarak madencilik faaliyetleridir. Ormanlık alanların maden sahasına dönüşmesi, vejetasyon özellikleri, doğal yaşam, toprak yapısı ve özellikleri üzerinde önemli değişikliklere sebep olmaktadır (Williams 1995). Karadağ (2005) Soma kenti için, madencilik faaliyetlerine bağlı olarak çok fazla göç alan ve havza içinde arazi degradasyonunun en fazla olduğu bölge olarak bahsetmiştir.

Soma'nın kuzeydoğu ve güneybatısındaki açık kömür yataklarında gerçekleşen linyit madeni üretimi ve şehir merkezinin bitişiğinde faaliyet gerçekleştiren termik santral, orman arazilerinin zarara uğramasından tarım sahalarının verimlilik değerini kaybetmesi (arazi degradasyonu), toprak, su ve hava kirliliği gibi pek çok çevresel

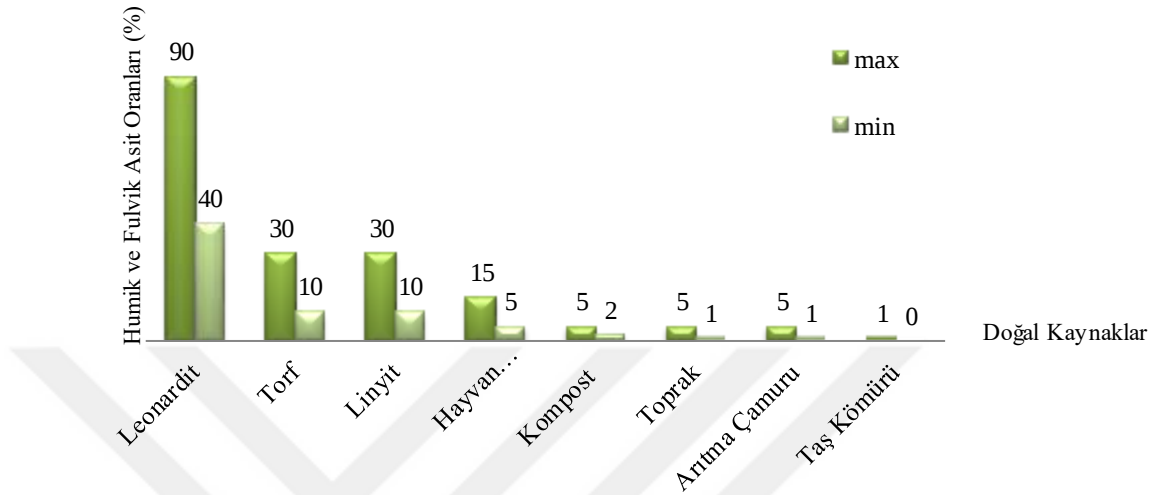
probleme neden olmaktadır (Karadağ 2003). Soma Termik Santrali, Kuzeybatı Anadolu'nun elektrik ihtiyacını sağlamasına karşın kömür elde edilen alanların çoğunlukla orman ve tarım sahası olması, atık kömür karışımlarının stoklandığı şlam havzalarının ve kül barajlarının büyük yer kaplaması ve bacalardan havaya geçen kükürt dioksit, kükürt monoksit vb. gibi gazlar ve tozlar hava, toprak, su kirliliğine sebebiyet vermektedir. Bu santralden ve havzadaki tarımsal işletmelerden, diğer sanayi tesislerinden gelen atıkların yanı sıra evsel atıklar, pestisit ve gübre atıkları Bakırçay'ı ölü bir nehir haline getirmiştir (Ertekin 2011). Bakırçay havzasında bölgenin en önemli akarsuyu Bakırçay'dır. Bu akarsu yılda ortalama 465 milyon m³ su taşıyorken, kurak mevsimlerde kuruduğu gözlemlenmiştir. Bölge, yüzey ve yer altı suları bilinçsiz ve fazla kullanıma sahip olmasına rağmen hayati şartların devamı ve doğal ortamın sürdürülebilir kullanımı için gereken hidrografik şartlara kısmen sahiptir (Ertekin 2011).

Su kalitesi, besin ve kirleticilerin daha az hacimde olan sularda bulunması, nehir akışlarında azalma ve göllerde su seviyelerinde düşüş sebebiyle bozulmaktadır. Su sıcaklığında yükselme çözünmüş oksijen miktarının azalması direkt kalitenin düşmesine neden olmaktadır. Kuraklık, kirleticilerin toprak yüzeyinde birikmesine yol açmaktadır. Yağışlar başladığında ise su kaynaklarının kalitesini düşürme riski barındırmaktadır (Aras 2020). Sulamada atık suları kullanarak bitki üretimi için yararlı olan toprak mikroorganizmaları metabolik faaliyeti artmaktadır (Kukul vd. 2007).

Bölgenin insanları geçimlerini tarım ve hayvancılık ile sağlamaktadır. Yüksek alanlarda daha çok hayvancılık yapılmakta ve daha alçak alanlarda pamuk, tütün, zeytin, bağ ve tahıl tarımı ile sebze ve meyvecilik faaliyetleri ön plana çıkmaktadır. Bunun yanı sıra diğer bir geçim kaynağı madencilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Linyit burada önemli bir doğal kaynaktır. Sanayileşmenin çalışılan sahada faaliyetlerinin artışı nedeniyle görülen çevre sorunlarını da beraber getirmiştir (Ertekin 2011). İnsan faaliyetleri sebebiyle kuru orman şeklinde olan havzadaki doğal bitki örtüsü, birtakım bölgelerde tahrip edilmiştir. Bu durumun getirisi olarak yüksek bölgelerde kızılçam, karaçam ve meşeler hâkim iken, ormanların tahribi sonucunda alçak bölgelerde maki ve garig toplulukları görülmeye başlamıştır (Ertekin 2011). Yüksek eğim değerleri ve ormansızlaştırmanın yoğun olduğu Bakırçay sahasında yüksek toprak kaybı riski bulunmaktadır ve bunun için orman örtüsü muhafaza edilerek, ağaçlandırma faaliyetleri artırılmalıdır (Danacıoğlu 2017).

2.3. Humik Maddeler ve Genel Özellikleri

Humik maddelerin kimyasal yapısının ve kaynağının ne olduğunu anlamak için iki yüz yıldan uzun süredir çalışmalar yapılmıştır. Buna rağmen, net bir sonuca henüz ulaşamamıştır. Kimya tarihinde bir maddenin yapısının bu kadar uzun bir zamanda tam anlamı ile çözülemediği ikinci bir madde neredeyse yoktur. Bu tarihi süreç içerisinde humik maddeler için çeşitli kavramlar ortaya konmuş, analiz yöntemleri geliştirilmiş ve yapısının temeli hakkında ciddi görüşler ortaya atılmıştır. Humik maddelerin ilk tespitinden bugüne kadar geçirilen her kilometre taşı, kavramların ve yapısal tanımlamaların bir kaideye oturmaya başladığını da göstermektedir (Dizman vd. 2012).



Şekil 2.2. Doğal kaynakların içerdikleri toplam humik ve fulvik asit oranları (%), (Ay 2015).

Şekil 2.2.'de görüldüğü gibi doğal kaynakların içerdikleri humik ve fulvik asit oranları belirlenmiş ve bunlardan en düşük düzeyde humik ve fulvik asit bulunduran doğal kaynak, en fazla %1 oranında humik ve fulvik asit içeren taş kömürüdür. Bunu %1-5 arasında humik ve fulvik asit içeren arıtma çamuru ve toprak takip ederken, bu oran kompostta %2-5, hayvan gübresinde %5- 15, linyitte ve torfta %10-30, leonarditte %40-90 düzeyindedir (Ay 2015).

Karbon döngüsünün en önemli evrelerinden biri humifikasyondur. Humifikasyon işlemlerinde ölü organik madde mikrobiyolojik olarak mineralleştirilmekte ve kimyasal olarak da katılara ve gazlara dönüştürülmektedir. Oksijenli ortamda gazlı ürünler karbondioksit ve sudur. Anaerobik koşullarda ise gazlar metan ve karbondioksitten oluşmaktadır. Bu sebeple ölü organik madde karbon döngüsüne karbondioksit olarak dönüşmektedir. Humifikasyonun kalıntılı katı ürünleri humik maddeler veya humustur. Humik maddeler en yoğun olarak topraklarda, deniz veya göl tortularında ve doğal sularda bulunmaktadır (Dizman vd. 2012).

Bozkurt (2005) çalışmasında toprak organik maddesi kuvvetli bazla ekstrakte edildiğinde humik asitler, fulvik asitler ve kolay çözünebilir organik asitlerin ekstrakta geçtiğini belirtmiştir. Alkali ile doğrudan ekstrakte edilmeyen bölüm humin olarak adlandırılır. Alkali ile ekstrakte edilen çözelti üzerine asit eklendiğinde bir kısım maddeler dipte kalır. Dipte kalan bu maddeler humik asit, çökmeyen kısımlar ise fulvik asit olarak adlandırılır. Humik asitler fulvik asitlere göre daha çok humifikasyona uğrarlar ve molekül ağırlıkları daha yüksek, oksijen içerikleri ise daha düşüktür. Humik asitlerin renkleri fulvik asitlerden daha koyudur, karbon içerikleri de fulvik asitlere göre daha fazladır. Bunun aksine fulvik asitlerin asitlik kapasiteleri daha fazladır.

Türkiye’de noksan ve üzerinde tartışılan konulardan biri de humik asit tayininde hangi yöntemin uygun olacağının tam olarak bilinmemesidir. Humik asit içeren materyallerin tayinlerini isteyen kişilerle bu analizi yapan kuruluşlar arasında sorunlar yaşanmaktadır. Bazı özel yöntemlerin her organik materyal için kullanılması sonucu yanlış değerlendirmeler ortaya çıkmaktadır. Humik asitlerin ekstraksiyonuna bağlı olarak uygulanan yöntemlerin seçimi organik materyallerin yapısına uygun olmalıdır. Şimdiye kadar Uluslararası Humik Maddeler Birliği bu konuda standart bir metoda sahip değildir (Bozkurt 2005).

Humik asit üretim yöntemleri, linyit kaynaklı yapıldığında; bir, iki veya daha fazla aşamalı olarak, doğal yol ile okside olmuş ya da yapay yol ile belli basınç ve sıcaklıkta okside edilmiş linyitin uygun bir asitle reaksiyona sokulması ve devamında bir alkali ile bazik hale getirildikten sonra, çözünmeyen kısmın süzülerek ortamdan uzaklaştırılması esasına dayanarak çözeltinin asitleştirilip humik asit şeklinde çöktürülmesi sağlanarak elde edilir (Özkan 2007). Toprak organik maddesinin en büyük kısmını oluşturan ve toprak verimliliğini artıran humik maddeler toprakların en önemli bileşenleri olarak kabul edilir. Humik madde özünü çıkarma yöntemi alkali ile muamele etmektir ve çoğunlukla sodyum hidroksit kullanılır. Humik ve fulvik asitler fenolik (OH), amid, metil, karboksilik ve karbonil grubu bulundurur ve toprağın fiziksel parametrelerinden oldukça etkilenir (Jayaganesh ve Senthurpandian 2010).

Özkan (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, piyasada satışı gerçekleşen sıvı ve katı humik asit içerikli toprak düzenleyicilerin humik ve fulvik asit miktarlarını belirlemekte kullanılan beş farklı yöntemin karşılaştırılması yapılmıştır. Kullanılan bu yöntemler, TS 5869 ISO 5073 (TSE), Toplam Humik Asitler ve Serbest Humik Asit Yöntemi, Kaliforniya Tarım ve Gıda Bölümü (CDFA) Humik Asit Yöntemi, Humatların Humik ve Fulvik Asit Bileşenlerinin Ayrılması ve Analizi Yöntemi ile MVR Yöntemleridir. Humik asit ve fulvik asit değerleri TSE tarafından belirlenen yöntemde birlikte belirlendiği için diğer metotlara göre aynı değerlere sahip sonuçlar elde edilmemiştir. Etiket değerlerine bakıldığında TSE toplam ve serbest humik asit yöntemleri ile elde edilen sonuçların iyi çalıştığını ve piyasadaki etiket değerlerine yakın olduğu saptanmıştır.

Bozkurt (2005) tarafından yapılan çalışmada Uluslararası Standartlar Organizasyonu tarafından belirlenen TS 5869 ISO 5073 yöntemi ve Schnitzer (1982) yöntemleri kullanarak humik asit miktarlarını ayırma dereceleri farklı peat materyalleri için kullanılmıştır. Bunlarla beraber toplam asitlik, karboksil grupları, fenolik hidroksil grupları, kül yüzdesi ve humifikasyon dereceleri gibi bazı humik asit özellikleri belirlenmiştir. Humik asit elde etmede analiz süresinin daha kısa olması ve materyalin organik karbon kapsamını esas alması sebebiyle TS 5869 ISO 5073 yöntemi, Schnitzer (1982) yöntemine göre daha uygun bulunmuştur. Organik topraklar Hollanda sınıflandırma sistemine göre, 40 cm ya da daha kalın organik materyal katmanına yüzeyden itibaren 80 cm’lik kısımda sahip olan ve %15 veya daha çok organik madde içermesiyle bilinir (Bozkurt 2005). Kutup bölgelerinden kuzeyde yer alan donmuş topraklar çok miktarda çürümüş bitki ve yoğun karbon barındırmaktadır (Aras 2020). Diğer taraftan, akiferlerin süzme-sızma durumlarını toprakta tutulan organik karbonu etkiler ve dolayısıyla yer altı suyu deşarjları da etkilenir (Şen 2017). Organik karbon kapsamının tayini için genellikle Walkley Black’in yaş yakma yöntemi

kullanılmaktadır. Ancak bu yöntem kullanılarak yapılan analizlerde toplam organik karbonu doğru belirlemek mümkün olmayabilir (Andriesse 1988).

Brezilya'nın kuzeydoğu bölgesinde yapılan çalışmada ultisol toprak sınıfına ait arazilerde humik maddelerin içeriğindeki değişiklikler araştırılmıştır. Bu arazilerde geleneksel hindistan cevizi bahçesi, entegre hindistan cevizi bahçesi ve narenciye bahçelerinden 0-10 ve 10-30 cm'lik derinliklerden toprak örnekleri toplanmıştır. Ve referans olarak doğal bir orman toprağı kullanılmıştır. Çalışmada organik C, toplam N ve toprak organik maddesi belirlenerek humik maddelerin asit ve alkali içerisinde çözünabilirliği temelinde topraklarda bulunan humik asit, fulvik asit ve humin madde miktarlarına bakmışlardır. Çalışmada, konvansiyonel hindistan cevizi ve narenciye bahçelerinin yüzey katmanlarında, doğal ormana kıyasla önemli oranda (%47.5) toprak organik maddesi kaybı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, entegre hindistan cevizi bahçesinin yeraltı toprağında, humik ve fulvik asitler arasındaki oran (>1.0) ile ölçüldüğü, toprak organik maddesinin daha kararsız fraksiyonlarının dağılımını değiştirdiği belirlenmiş, bunun da önemli bir fulvik asit kaybına işaret ettiğini belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda, hümfikasyon derecesi %40-97 arasında, toprak organik madde fraksiyonlarının dağılımları %12–32.5 (fulvik asit), %12–34.5 (humik asit) ve %40–69.5 (humin) arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir (Guimaraes vd. 2012).

Organik karbon (%)	
< 0.6	Çok Az
0.6- 1.2	Az
1.2-1.8	Orta
1.8- 2.3	İyi
>2.3	Yüksek

Çizelge 2.1. Türkiye topraklarının organik karbon içerikleri grafiğı (Sönmez vd. 2018).

Mineral yüzey toprakları organik karbon kapsamı bakımından genellikle %0.3-3.5 değerleri arasındadır. Sıcak ve kuru iklim bölgelerinde organik karbon seviyeleri düşük iken, serin ve yağışlı iklim bölgelerinde organik karbon seviyeleri yüksektir. Türkiye topraklarında %0.6'dan küçük organik karbon kapsamına sahip olan alanlar yüzdelik dilim olarak tüm toprakların %20'sine; %0.6-1.2 OC arasında olanlar %70'ine, %1.2-1.8 arasında OC kapsayanların %9'una denk gelmektedir. Çizelge(2.1.) (Sönmezvd.2018).

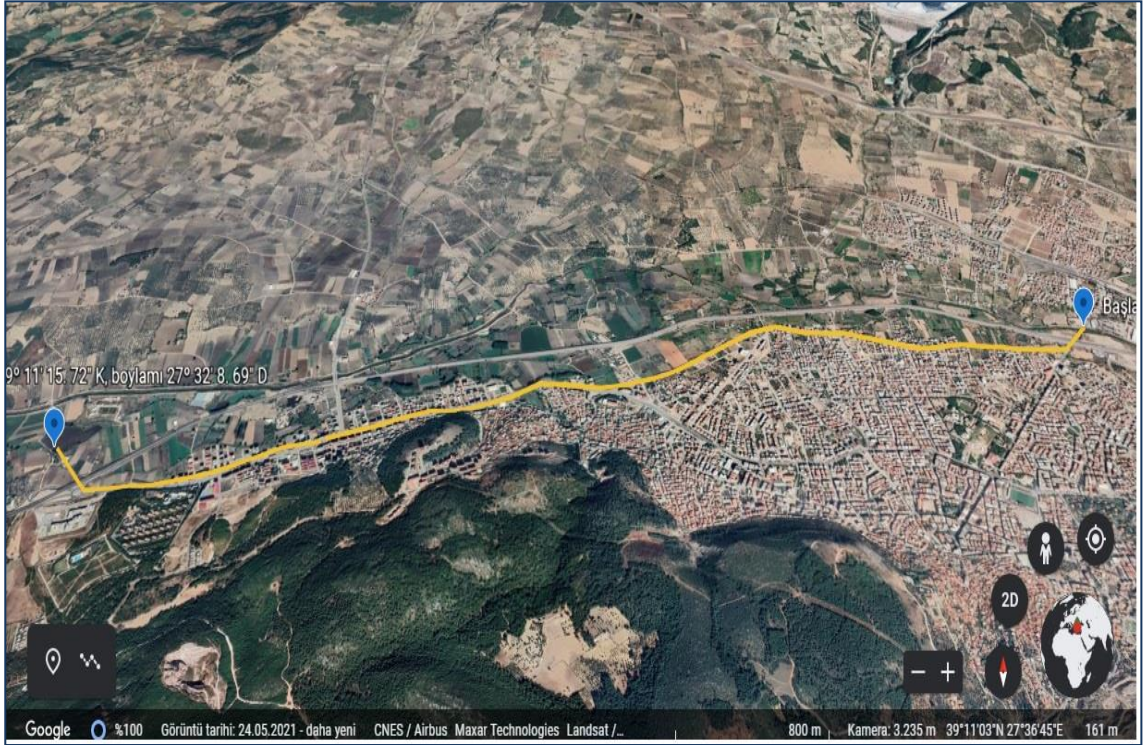
3. MATERYAL VE METOT

Araştırmada kullanılan materyaller ve laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemlerle ilgili bilgilere bu bölümde yer verilmiştir.

3.1. Materyal

Araştırma, farklı düzeylerde inert (dayanıklı) karbon içeriği olduğu düşünülen topraklardan yapılan örneklemelerle, bu topraklarda mevcut humik asit ve fulvik asit miktarının belirlemeyi kapsamaktadır. Çalışmada toprak materyali olarak; Manisa ili Soma ilçesi tarım arazileri olmak üzere başlangıç noktasının enlemi 39° 11' 42. 81" K, boylamı 27° 37' 13. 51" D olarak, bitiş noktasının ise enlemi, 39° 11' 15. 72" K, boylamı 27° 32' 8. 69" D olarak belirlenen lokasyondan alınan örnekler kullanılmıştır. Bu bölgede yer alan kömür işletme tesislerinden çıkan atık suların ve termik santralin soğutma sularının son 15-20 yıla kadar Bakırçay'a deşarj edildiği bilinmekte ve araştırma sahası içerisinde Bakırçay'ından sulanan veya farklı zaman dilimlerinde bu çayın taşkınlarıyla linyit birikiminin meydana geldiği bilinen araziler bulunmaktadır. Söz konusu arazilerden analiz öncesi, 0-30 cm derinlikten alınan Entisol ordosuna ait (Typic Xerofluvent) bozulmuş toprak örnekleri kullanılmıştır.

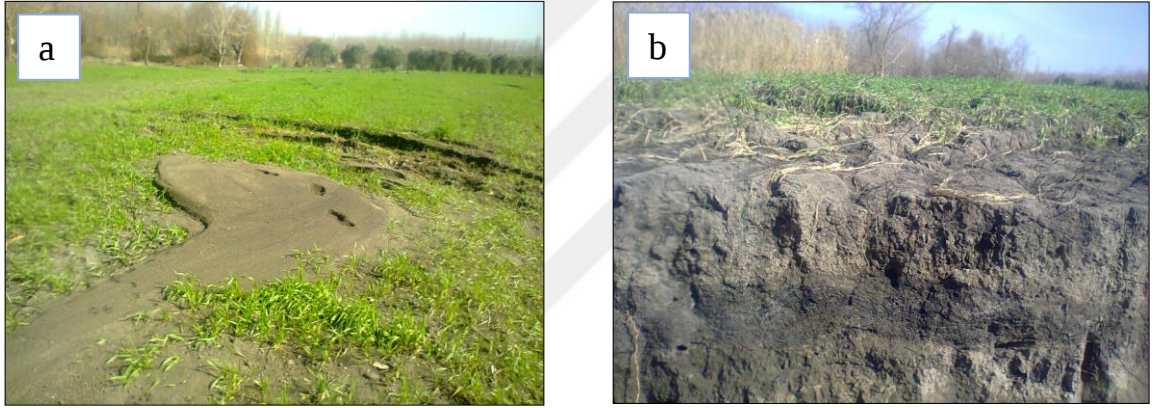
Çalışmada, Bakırçay hattı boyunca (Şekil 3.1.) belirlenen arazilerden (Şekil 3.3) farklı karbon birikimine sahip olduğu düşünülen 18 noktadan 3 tekerrürlü olmak üzere toplamda 54 toprak örneği kullanılmıştır. Bu örnekleme noktalarından alınan toprak örneklerinde toprakların toplam karbon değerleri, humik ve fulvik asit miktarları, toprak tekstürü, pH, EC ve kireç analizleri yapılmıştır. Elde edilen toprak analizleri sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2'de gösterilmiştir.



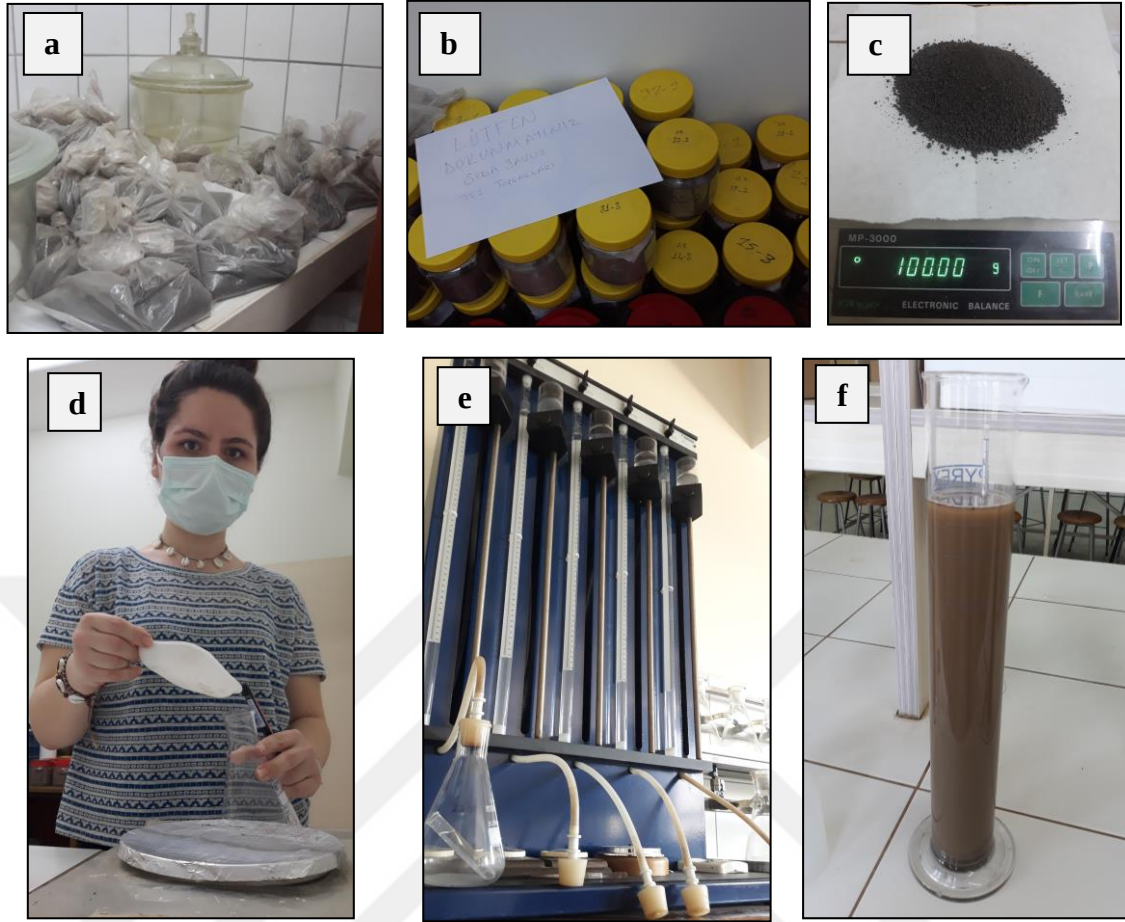
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan toprak materyaline ait örnekleme alanı (Google Earth 2021).



Şekil 3.2. Manisa ili Soma İlçesinde bulunan Bakırçay'ın harita gösterimi (Danacıoğlu 2017).



Şekil 3.3. Araştırma topraklarının genel görünümü; **a)** Arazinin genel görünümü; **b)** Toprak profilindeki linyit birikimi



Şekil 3.4. Fizikokimyasal analiz aşamaları; **a)** Çalışmada kullanılan toprak örneklerin laboratuvara gelmesi; **b)** Toprakların hava kuru duruma gelen ve elenen toprakların kavanozlara aktarılması; **c)** pH, EC, Kireç vb. analizler için gerekli olan tartım aşaması; **d)** Kimyasalların ve toprakların tartımı; **e)** Kalsimetre ile kireç ölçümü; **f)** Mezür içerisinde bulunun toprakların tekstür sınıfının belirlenmesi

3.2. Metot

Manisa ilinin Soma ilçesi tarım topraklarından alınan toprak örnekleri Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait olan toprak odasında hava kurusu hale getirildikten ve 2 mm'lik elekten elenmiş ve daha sonra Chapman vd. (1961)'nin bildirdiği esaslara uygun olarak analize hazır hale getirilmiş ve analiz edilmiştir. Toprak örneklerinin analizinde kullanılan metotlar aşağıda verilmiştir.

3.2.1. Tane Büyüklük Dağılımı Analizi (Toprak Bünyesi Analizi)

Toprakların bünyesi Bouyoucos hidrometre yöntemine göre (Bouyoucos 1955) belirlenmiştir. Toprağı meydana getiren taneciklerin birbirleri ile olan bağlantılarını ortadan kaldırarak teksele hâle getirmek sureti ile hazırlanan süspansiyonun yoğunluğunun Bouyoucos hidrometre ile ölçülmesi ve ölçüm değerlerinden taneciklerin yüzde oranlarının bulunması, metodun prensibini oluşturur. Toprakların bünye sınıflandırılmasında ise tekstür üçgeninden yararlanılmıştır (Black 1957).

$$\% \text{ Kil} + \% \text{ Silt} = \frac{\text{1. Hidrometre Okuması}}{\text{Etüv Kuru Toprak Ağırlığı}} \times 100 \quad (3.1)$$

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{2. Hidrometre Okuması}}{\text{Etüv Kuru Toprak Ağırlığı}} \times 100 \quad (3.2)$$

$$\% \text{ Silt} = (\% \text{ Kil} + \% \text{ Silt}) - \% \text{ Kil} \quad (3.3)$$

$$\% \text{ Kum} = 100 - (\% \text{ Kil} + \% \text{ Silt}) \quad (3.4)$$

3.2.2. Toprakta Karbon Tayini

Toprakların karbon kapsamlarının belirlenmesinde Kuru Yakma metodu (Anonymous, 1978) ile etüv kuru belirlenen miktardaki toprak örneği krozelere konularak önce 1 saat hava kuru sıcaklığında (105°C) daha sonra birer saat 3 aşama şeklinde (250°C, 350°C ve 550°C) artırarak 550°C de bir gece bekletilerek yakılması ve yanma kaybından elde edilen organik madde sonucundan karbonun hesaplanması yoluyla belirlenmiştir.

3.2.3. Toprak Reaksiyonu (pH)

Analize hazırlanmış olan toprak örneklerinin pH'ları 1:2.5 toprak: su karışımında ölçülmüştür (Jackson 1967).

3.2.4. Elektriksel İletkenlik (EC)

Araştırma topraklarının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 1: 2.5 oranındaki toprak: su karışımında EC metre aleti ile ölçülmüştür (Jackson 1967).

3.2.5. Kireç (CaCO₃)

Analize hazırlanmış toprak örneklerinin CaCO₃ içeriği Scheibler kalsimetresi ile ölçülmüş, sonuçlar %CaCO₃ olarak hesaplanmıştır (Çağlar 1949). Toprakların CaCO₃ içerikleri Aereboe ve Falke'ye göre sınıflandırılmıştır (Evliya 1960).

3.2.6. Humik Asit ve Fulvik Asit

Topraklarda humik asit ve fulvik asit miktarı Valdrighi vd. (1996) tarafından yapılan çalışmalarda kullandığı bir yöntem olan humik asidin çöktürülmesiyle belirlenmiştir. Bu yöntemde, toprakta 24 saat boyunca oda sıcaklığında 0.1 N KOH-NaOH (1:10 w/v) çözeltisi kullanarak çözelti 5000 rpm'de 30 dakika santrifüjlenmiş ve ardından pH 2'ye kadar 6 N H₂SO₄ kullanılarak düşürülmüştür. Daha sonra 24 saatlik flokülasyon sonucunda humik asit miktarı çökelme ile belirlenmiştir. Fulvik asit miktarı

analizinde ise yine aynı metotla çözelti pH'sı yükseltilmiş ve daha sonra yine çözelti çökeltilerek saptanmıştır (Valdrighl 1995).

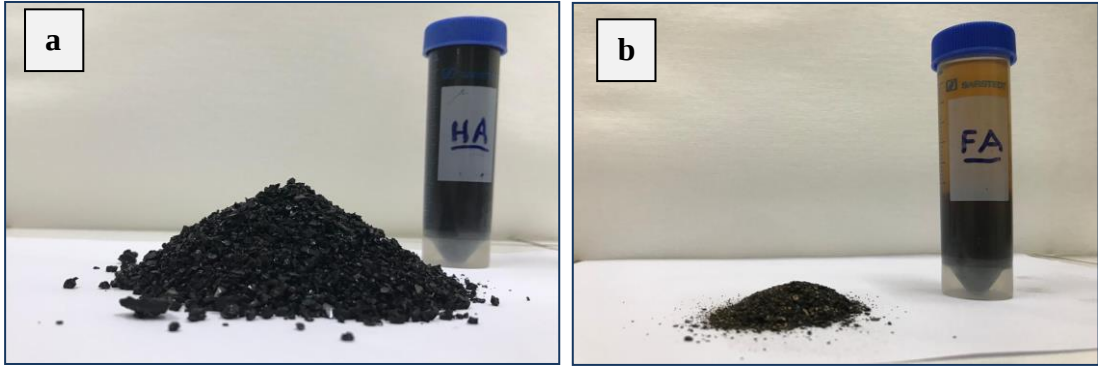
$$\text{Humik Asit Kazanımı (\%)} = \frac{\text{Elde Edilen Humik Asit (gr)}}{\text{Kullanılan Toplam Toprak Miktarı (gr)}} \times 100 \quad (3.5)$$

$$\text{Fulvik Asit Kazanımı (\%)} = \frac{\text{Elde Edilen Fulvik Asit (gr)}}{\text{Kullanılan Toplam Toprak Miktarı (gr)}} \times 100 \quad (3.6)$$

Yapılan humik ve fulvik asit analizleri sonunda humik asit yüzdesi (3.5) numaralı formülle hesaplanırken, fulvik asit değeri ise (3.6) numaralı formülden hesaplanarak belirlenmiştir. Diğer taraftan toprakların humik ve fulvik asit miktarlarının belirlenmesi işlemlerinde laboratuvarında gerçekleştirilen işlemlere ait görseller Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.5. Humik ve fulvik asit analizi yapım aşamaları; **a)**Humik ve fulvik asit analizinde kullanılan toprak örneklerinin tartım aşaması; **b)** Toprakların 180 devir/dk'da NaOH ile çalkalanması; **c)** 5000 rpm'de 20 dakika santrifüj işlemi yapılması; **d)** Santrifüjden çıkan karışımın süzülmesi; **e)** Elde edilen toprak süzüklerinin pH ayarlamaları; **f)** Flokülasyonda bir gece bırakılan toprak örnekleri; **g)** Falcon tüplerinden Elde edilen humik asit ve fulvik asitlerin sıvı formları; **h)** Elde edilen humik ve fulvik asitlerin etüvde kurutulması; **i)** son durumda humik ve fulvik asit



Şekil 3.0.6. Ekstraktlardan elde edilen humik asit ve fulvik asitlerin sıvı ve katı formları; **a)** Humik asit; **b)** Fulvik asit

3.2.7. İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Tanımlayıcı istatistikler ortalama, standart sapma, minimum, maksimum değerleri ile sunulmuştur. Normallik varsayımı Shapiro Wilk Testi ile kontrol edilmiştir. İki'den fazla grubun sayısal verileri arasındaki farkın analizinde Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) yapılmıştır. Anlamlı çıkan durumlarda ikili karşılaştırmalar Duncan Testi ile yapılmıştır. Sayısal veriler arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Testi ile değerlendirilmiştir. Analizler SPSS 23.0 programı ile yapılmıştır. $P < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma alanının 18 örnekleme noktasından 3 tekerrürlü olarak alınan toprak örneklerinin kum, kil ve silt miktarları sırasıyla %27-50, %22-45 ve %23-36 arasında değiştiği, toprakların tekstür sınıflarının killi, tınlı, kumlu killi tın ve killi tın olarak farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Çizelge 4.2.'de, topraklara ait karbon değerlerinin ise %4.50-26.45 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Toprakların kum yüzdesi incelendiğinde en yüksek kum oranına sahip olan toprak örneğinin 6 numaralı numune olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1). 8 ve 16 numaralı toprak örneklerinin ise kum yüzdesinin diğer toprak örneklerine göre en düşük değerde olduğu ($P<0.0001$) ve en yüksek kil yüzdesinin 16 numaralı toprak örneğinde olduğu belirlenmiştir ($P<0.0001$). Silt yüzdelere bakıldığında ise en yüksek silt oranı 8 numaralı toprak örneğinde belirlenirken, linyit birikimine sahip olan 5, 6 ve 13 numaralı toprak örneklerinde ise silt yüzdesinin diğerlerine kıyasla en düşük düzeyde ($P<0.002$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1 ve 4.2 incelendiğinde toprak tekstür sınıflarından kumlu killi tın bünyeye sahip (5, 6, 7 numaralı) toprak örneklerinin karbon miktarlarının, killi bünyeye sahip (15, 16, 17 numaralı) topraklardan daha düşük olduğu saptanmıştır. Çizelgelerde de (4.1 ve 4.2) görüleceği üzere humik ve fulvik asit miktarlarının, killi bünyeye sahip (15, 16, 17 numaralı) topraklarda kumlu killi tın bünyeye sahip (5, 6, 7 numaralı) topraklara göre ortalama olarak daha fazla olduğu saptanmıştır.

Hartati ve Sudarmadji (2016)'nin yaptıkları çalışma elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Bu çalışmada, Endonezya'nın doğu bölgesinde üç adet maden arazisi üzerinde organik madde ve tekstür ilişkisi incelenmiş ve organik madde içeriğinin, büyük olasılıkla kalıcı olan toprak kil içeriği tarafından yönetilebileceği düşünülmüştür. Madencilik açık işletme faaliyetleri sonrası bozulmuş arazilerin, ağır toprak tahribatı sebebiyle ekilemez hale gelmesi beklenmiş ve bu tür alanlarda bitki büyümesi için toprak işlevlerinin canlandırılması üzerine ıslah çalışmaları yapılmasını önermişlerdir. Toprak tekstürünün, BMO (Binungan Maden İşletmesi), SMO (Sambarata Maden İşletmesi) ve LMO (Lati Maden İşletmesi) sahaları için sırasıyla orta derecede ince (%35-40 kil) ile ince (%40-50 kil) ve çok ince (>%50 kil) arasında değiştiği belirlenmiştir. Hem SMO (8 yaşında bitki örtüsü) hem de BMO (>12 yaşında bitki örtüsü) alanlarında toprak kil yıkanmaları gözlemlenirken, LMO sahasında kil yıkanması gözlemlenmemiştir. Toprak organik madde içeriğinin, çok düşük (<%1) ile düşük (%1-2) arasında değişmekte olduğuna ve toprak kil içeriğinin artışına paralel olarak kademeli bir artış olduğuna ulaşılmıştır. %35-50 kil içeriğine sahip topraklar için (SMO ve BMO sahaları), üst 30 cm derinliğindeki toprak organik madde içeriğinin bir seviyeye kadar toprak kil içeriği tarafından kontrol edilebileceği belirtilmiştir.. Organik madde içeriğinin maksimuma ulaştığında >12 ve 8 yaşında yeniden üretim gerçekleştiği bildirilmiştir.. Çok ince toprak tekstürü, en yüksek organik C içeriğine sahip olsa bile > 12 yıllık bitki örtüsüne kadar kil yıkanmasının görülmediği ve 8-10 yıllık bitki örtüsünde maksimuma ulaştığı belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. Toprak Örneklerinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Örnek No	pH ± Std. Hata	EC ± Std. Hata	CaCO ₃ ± Std. Hata	Kil (%) ± Std. Hata	Kum (%) ± Std. Hata	Silt (%) ± Std. Hata	Bünye	Tekstür Sınıfı	
A	1	7.53±0.01 ^a	0.27±0.00 ^e	17.76±1.11 ^{cde}	29.55±0.67 ^f	38.51±0.7 ^e	31.95± 1.33 ^{ab}	Killi Tın	CL
	2	7.47± 0.06 ^a	0.33± 0.07 ^{de}	11.83± 2.43 ^f	28.21± 0.67 ^{fg}	42.51±0.7 ^{cd}	29.28± 1.15 ^{bcd}	Killi Tın	CL
	3	7.46± 0.02 ^a	0.31± 0.02 ^e	18.42± 1.28 ^{cde}	28.88± 1.15 ^{fg}	43.84±1.2 ^{cd}	27.28± 1.15 ^{cde}	Killi Tın	CL
B	4	7.3± 0.03 ^b	0.32± 0.02 ^e	18.55± 0.55 ^{cde}	29.55± 0.67 ^f	43.17± 0.7 ^{cd}	27.28± 1.15 ^{cde}	Killi Tın	CL
	5	7.19± 0.01 ^c	0.31± 0.01 ^e	18.82± 0.50 ^{cde}	27.55± 0.67 ^{fg}	49.17± 0.7 ^{ab}	23.28± 1.15 ^f	Kumlu Killi Tın	SCL
	6	7.14± 0.01 ^c	0.33± 0.02 ^{de}	18.97± 0.54 ^{bcde}	26.21± 0.67 ^g	50.51±0.7 ^a	23.28± 0.00 ^f	Kumlu Killi Tın	SCL
	7	7.12± 0.00 ^c	0.37± 0.00 ^{de}	17.31± 0.43 ^{de}	28.21± 0.67 ^{fg}	47.17±1.8 ^{ab}	24.61± 1.76 ^{ef}	Kumlu Killi Tın	SCL
	8	7.16± 0.04 ^c	0.41± 0.03 ^{cde}	16.86± 1.39 ^{de}	38.21± 0.67 ^c	27.84±1.2 ^g	33.95± 0.67 ^a	Killi Tın	CL
	9	7.02± 0.01 ^d	0.56± 0.12 ^{abc}	17.95± 0.77 ^{cde}	29.55± 0.67 ^f	45.84± 1.2 ^{bc}	24.61± 1.33 ^{ef}	Killi Tın	CL
	10	6.88± 0.00 ^e	0.55± 0.01 ^{abc}	18.17± 0.44 ^{cde}	27.55± 0.67 ^{fg}	43.17± 0.7 ^{cd}	29.28± 0.00 ^{bcd}	Killi Tın	CL
	11	6.76± 0.01 ^f	0.57± 0.02 ^{abc}	16.55± 1.64 ^e	22.88± 0.00 ^h	49.17± 1.3 ^{ab}	27.95± 1.33 ^{cde}	Tın	L
	12	6.94± 0.03 ^e	0.67± 0.11 ^a	19.38± 0.55 ^{bcde}	34.88± 0.00 ^{de}	38.51± 0.7 ^e	26.61± 0.67 ^{cdef}	Killi Tın	CL
	13	7.15± 0.02 ^c	0.49± 0.01 ^{bcd}	18.04± 0.93 ^{cde}	35.55± 0.67 ^d	41.17± 1.8 ^{de}	23.28± 1.15 ^f	Killi Tın	CL
	14	6.89± 0.03 ^e	0.55± 0.02 ^{abc}	18.09± 0.44 ^{cde}	32.88± 1.15 ^e	37.84± 1.2 ^e	29.28± 1.15 ^{bcd}	Killi Tın	CL
	15	6.91± 0.04 ^e	0.7± 0.09 ^a	22.67± 0.64 ^a	42.88± 0.00 ^b	31.17± 1.8 ^f	25.95± 1.76 ^{def}	Kil	C
	16	6.93± 0.01 ^e	0.63± 0.02 ^{ab}	22.1± 0.63 ^{ab}	45.55± 0.67 ^a	27.17± 0.7 ^g	27.28± 0.00 ^{cde}	Kil	C
	17	6.91± 0.01 ^e	0.66± 0.03 ^a	20.04± 0.24 ^{abcd}	43.55± 1.76 ^{ab}	29.84± 1.2 ^{fg}	26.61± 1.33 ^{cdef}	Kil	C
	18	6.79± 0.01 ^f	0.68± 0.01 ^a	21± 0.24 ^{abc}	29.55± 1.33 ^f	40.51± 0.7 ^{de}	29.95± 0.67 ^{bc}	Tın	L
<i>P</i> <0.0001		<i>P</i> <0.0001	<i>P</i> <0.005	<i>P</i> <0.0001	<i>P</i> <0.0001	<i>P</i> <0.002			

Değerler 3 tekerrür ortalamadır.

* A: Linyit birikimi olmayan topraklar. 1-3. B: Linyit birikimi olan topraklar: 4-18.

Çizelge 4.2. Araştırma Topraklarının Humik Asit, Fulvik Asit, Humik+Fulvik Asit ve Karbon Sonuçları

Örnek No	Humik Asit (%) ± Std. Hata	Humik asit Maksimum (%)	Humik Asit Minimum (%)	Fulvik Asit (%) ± Std. Hata	Fulvik Asit Maksimum (%)	Fulvik Asit Minimum (%)	Humik Asit + Fulvik Asit (%)	Karbon (C) (%) ± Std. Hata
A *	1	0.61±0.07 ^j	0.72	0.49	0±0.00 ^h	0	0.61	4.58±0.62 ^g
	2	0.49±0.05 ^j	0.56	0.39	0±0.00 ^h	0	0.49	4.87±0.20 ^g
	3	0.31±0.04 ^j	0.36	0.23	0±0.00 ^h	0	0.31	4.5±0.08 ^g
B *	4	2.08±0.32 ^{ij}	2.71	1.69	0.32±0.06 ^{defg}	0.42	2.4	5.64±0.01 ^{fg}
	5	2.85±0.31 ^{hi}	3.47	2.46	0.25±0.09 ^{fg}	0.42	3.1	7.16±0.10 ^{fg}
	6	3.45±0.17 ^{gh}	3.78	3.21	0.22±0.00 ^{gh}	0.22	3.67	7.27±0.15 ^{fg}
	7	8.12±0.92 ^b	9.49	6.37	0.55±0.16 ^{bcd}	0.8	8.67	11.05±0.16 ^e
	8	6.88±0.28 ^c	7.44	6.54	0.47±0.07 ^{bcd}	0.6	7.35	12.15±0.61 ^e
	9	5±0.56 ^{ef}	6.03	4.12	0.34±0.02 ^{defg}	0.36	5.34	8.97±0.02 ^{ef}
	10	5.5±0.25 ^{def}	5.99	5.15	0.27±0.04 ^{fg}	0.35	5.77	18.17±1.06 ^{cd}
	11	5.28±0.07 ^{def}	5.43	5.19	0.3±0.01 ^{efg}	0.31	5.58	19.09±0.95 ^{bcd}
	12	8.96±0.06 ^{ab}	9.08	8.89	0.68±0.05 ^{ab}	0.74	9.64	20.35±0.83 ^{bc}
	13	9.76±0.09 ^a	9.88	9.57	0.88±0.12 ^a	1.02	10.64	15.7±0.69 ^d
	14	8.27±0.42 ^b	9.11	7.8	0.61±0.07 ^{bc}	0.72	8.88	21.94±0.40 ^a
	15	6.89±0.87 ^c	8.62	6	0.52±0.14 ^{bcde}	0.8	7.41	20.91±1.76 ^{bc}
	16	6.39±0.12 ^{cd}	6.52	6.15	0.39±0.01 ^{cdefg}	0.41	6.78	19.96±0.35 ^{bc}
	17	6.13±0.31 ^{cde}	6.67	5.6	0.43±0.03 ^{cdefg}	0.46	6.56	21.77±1.21 ^{bc}
	18	4.39±0.15 ^{fg}	4.57	4.1	0.32±0.10 ^{defg}	0.51	4.71	26.45±2.05 ^a
$P<0.0001$				$P<0.0001$			$P<0.0001$	

Değerler 3 tekerrür ortalamadır.

* A: Linyit birikimi olmayan topraklar.1-3. B: Linyit birikimi olan topraklar: 4-18.

Araştırma topraklarının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 0.27-0.70 dS m⁻¹ arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 4.1.). Toprakların EC analiz sonuçları Soil Survey Staff'a (1951) göre sınıflandırıldığında linyit birikimi olmayan (A) topraklarda 0.27-0.33 dS m⁻¹ ile hafif tuzsuz sınıfta olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, linyit birikimi olan (B) topraklarda ise EC değerinin 0.31- 0.70 dS m⁻¹ arasında değiştiği ve hafif tuzsuz ile orta tuzlu sınıfları arasında yer aldığı belirlenmiştir. Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi 12, 15, 17 ve 18 numaralı linyit birikimi olan araştırma topraklarının diğer topraklara göre en yüksek EC değerine sahiptir ($P<0.0001$).

Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi araştırma topraklarında ölçülen pH değerleri 6.76 ile 7.53 arasında değişmektedir. Ortalama pH değerlerine bakıldığında linyit birikimi olmayan topraklarda (A), linyit birikimi olan topraklara (B) göre daha yüksek değerler saptanmıştır. Linyit birikimi olan toprak örneklerinin pH analiz sonuçları 6.76 ile 7.30 arasında değişen değerler olarak belirlenirken Kellog'a (1952) göre yapılan sınıflandırmada bu topraklar nötr özellik göstermektedir. pH sınır değerleri 7.46 ile 7.53 arasında değişen linyit birikimi olmayan toprak örneklerinin ise hafif alkali özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının pH analiz sonuçları tarımsal açıdan yüksek pH'ya sahip olan ve Bakırçay'ı taşkınları veya Bakırçay'ından yapılan tarımsal sulamalar neticesinde meydana gelen linyit birikimlerinin toprak pH sınır değerlerini hafif alkali konumdan nötr hale getirdiği görülmektedir. Nitekim 11 ve 18 numaralı toprak örneklerinde pH değerleri diğer toprak örneklerine göre en düşük bulunmuştur. Linyit birikimi olmayan topraklarda pH değerleri, linyit birikimi olan topraklara göre en yüksek bulunmuştur. Linyit birikimi olmayan topraklarda pH değerleri kendileri arasında istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($P<0.0001$) (Çizelge 4.1).

Senn ve Kingman (1973) yapmış oldukları incelemede humik asidin bitki kök bölgesinde bulunan makro ve mikro elementlerinin (N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe, Cu, Mn, B vb.) kök bölgesinden uzaklaşmasını engellediği ve toprağa uygulanan bitki besin maddelerinin alınabilir forma dönüştürerek, alınımını artırdığını belirtmişlerdir. Dahası humik asidin kimyasal etkilerinden birinin de toprağın pH'sını düzenleyerek asidik ve bazik toprakları nötr seviyesine getirebileceğini açıklamışlardır.

Depel (2000), linyitin tarımda kullanım olanaklarını saptamak amacıyla Afşin-Elbistan yataklarından alınan düşük değerli (ham) linyit materyalini sekiz farklı oranda yıkama işlemine tabii tutarak biber (*Capsicum annum L.*) bitkisinin yetiştirildiği toprağa uygulamışlardır. Çalışmada, bitki gelişimi için geçen üç ayın sonunda hasat sonrası toprağa artan dozlarda uygulanan ham linyit materyalinin bitkinin kök ve yaprak gelişimini artırdığını ancak meyve verimi üzerine önemli bir etkisinin olmadığını belirttilmiştir. Bunun yanı sıra artan materyal dozlarına bağlı olarak biber yapraklarındaki N, P, K ve Ca kapsamında genelde artış gözlemlendiği belirtilmiştir.

Araştırma topraklarının kireç (CaCO₃) kapsamını gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiş ve sonuçlar Evliya (1960) göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada da görüleceği gibi tüm topraklar çok kireçli ya da aşırı kireçli olarak saptanmıştır. Araştırma topraklarının CaCO₃ kapsamı %11.83-22.67 arasında değişim göstermektedir ($P<0.005$). Araştırma topraklarının, toprakların ortalama %CaCO₃

kapsamları incelendiğinde en düşük değer %11.83 değeriyle 2 numaralı toprak örneğinde elde edilirken, en yüksek %CaCO₃ değerinin ise %22.67 değeriyle 15 numaralı toprak örneğinde elde edilmiştir (Çizelge 4.1.).

Manisa ili Soma ilçesinde yapılan çalışmada kömür yıkama sularının deşarj edildiği Bakırçayı’ndan yapılan sulama ile topraklarda mevcut haldeki su tutma özellikleri incelenmiştir. Çalışma arazilerinden alınan toprak örnekleri sonuçlarına göre toprakların organik karbon (OC) değerlerinin %1.10-19.90 arasında değiştiği ve pF0, pF1.0, pF1.5, pF1.8, pF2.0 tansiyon değerlerindeki % nem kapsamalarının sırasıyla % 18.14-37.54, % 17.58-34.10, % 16.99-32.54, % 16.56-28.04 ve % 15.66-25.47 arasında değiştiği belirlenmiştir. Tarla kapasitesi (pF2.54) ve solma noktasındaki (pF4.2) % nem kapsamalarının ise sırasıyla %14.01-24.25, %12.13-22.11 aralıklarında oldukları saptanmıştır. Tekstür sınıflarının killi, tınlı, kumlu killi tın ve killi tın olarak gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmada regresyon analizi sonucunda % nem kapsamaları ile % organik karbon içerikleri arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu ($P<0.01$) belirlenmiştir (Dağ 2018).

Humik maddelerin 1980 yılından bu yana bitki büyümesine olan yararlı etkileri iyi bilinmektedir. Humik maddeler hasat artıkları, atık su, arıtma çamuru ve gübre gibi farklı yenilenebilir organik madde kaynaklarından elde edilmesiyle döngüsel bir ekonomiyi destekleyebilirler. Humik maddelerin kimyasal yapısı, uygulama yöntemi, optimal oran ve saha koşulları gibi temel faktörler, humik maddelerin arıtılmasıyla bitki büyümesinin arttırılmasında çok önemli bir rol oynar. Humik maddelerin döngüsel tarımın bir parçası olma potansiyeli bu faktörlerin daha iyi kavranmasıyla anlaşılacaktır (Jindo vd. 2020).

Araştırma topraklarında karbon değerlerine bakıldığında en yüksek düzeyde karbonun 14 ve 18 numaralı toprak örneklerinde bulunduğu gözlenmiştir. 1,2 ve 3 numaralı linyit birikimi olmayan topraklarda karbon miktarı, linyit birikimi olan topraklara göre en düşük bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan karbon değerlerinin %4.5-26.45 arasında değiştiği gözlemlenmektedir. Linyit birikimi olmayan topraklarda karbon değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark ($P<0.0001$) bulunmamıştır. Çizelge 4.2.’de görüldüğü gibi 13 numaralı toprak örneğinde humik asit değeri diğer toprak örneklerine göre en yüksek düzeyde bulunmuştur. 1,2 ve 3 numaralı linyit birikimi olmayan topraklarda humik asit miktarları, linyit birikimi olan topraklara göre en düşük olarak belirlenmiştir. Linyit birikimi olmayan topraklarda humik asit değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark ($P<0.0001$) bulunmamıştır. Çizelge 4.2.’de görüldüğü gibi 13 numaralı toprak örneklerinde fulvik asit değerleri diğer toprak örneklerine göre en yüksek bulunmuştur. Linyit birikimi olmayan ilk üç toprakta fulvik asit miktarları, linyit birikimli topraklara göre en düşük bulunmuştur. Linyit birikimi olmayan topraklarda (A) fulvik asit eldesi sağlanamadığından istatistiki olarak önemli bir fark ($P<0.0001$) bulunmamıştır (Çizelge 4.2).

Aslan ve Sarıhan (2021)’ın yaptıkları bir çalışmada, lavanta (*L. angustifolia* Mill.) bitkisinde humik asit ve azotlu gübre dozlarının bazı bitkisel özellikleri ve verimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Uşak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında yapılan bu çalışmada 100 kg ha⁻¹ düzeyinde humik asit uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; birinci yıl, humik asit uygulanan

parsellerde drog çiçek verimi 343 kg ha⁻¹ iken, humik asit uygulanmayan parsellerde 274 kg ha⁻¹; ikinci yılda ise bu değerlerin sırasıyla 3101 ile 1426 kg ha⁻¹ olarak saptandığını belirtmişlerdir. Ayrıca humik asit uygulanan parsellerde ilk yılda 27.7 L ha⁻¹; ikinci yılda 123 L ha⁻¹ uçucu yağ verimi belirlemişlerdir. Humik asit uygulanmayan parsellerde ise uçucu yağ verimi sırasıyla 21.4 ile 55.1 L ha⁻¹ olmuştur. Bununla birlikte bu çalışmada humik asit uygulamasının lavanta bitkisinin gelişmesinde olumlu katkısının olduğu saptanmıştır.

Yılmaz (2015), linyit kömürünün yakılmasıyla oluşan külün 0- %5- %15- %20 gibi farklı dozlarda iki farklı tekstür sınıfında olan tarım topraklarına uygulayarak toprak düzenleyicisi olarak kullanılabilirliğini araştırmıştır. Uygulama sonucu düşük pH'lı toprağın pH'sını yükseltirken; yüksek pH'lı topraklarda sıkıntı oluşturmadığı belirlenmiştir.

Türkiye'de organik karbon kapsamı iyi ve yüksek olarak değerlendirilebilecek topraklar neredeyse yok denebilecek kadar azdır. Organik karbon kapsamı çok az olan toprakların oransal ve miktar olarak en fazla bulunduğu (%38.13 ve 1 245 020 ha) tarım bölgesi Ege Bölgesi'dir (Sönmez vd. 2018).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada üç ayrı bölgede latosol toprakların hâkim olduğu çay yetiştiriciliği gerçekleşen alanlarda humik ve fulvik asit ekstrakte edilerek, toprakların fizikokimyasal özellikleriyle değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmada yürütülen Munnar, Gudalur ve Annamallais asidik topraklarında, humik asit içerikleri sırasıyla % 61, %56 ve %55 şeklindedir. Fulvik asitte ise aynı sıralama ile %19, %20 ve %24 olarak bulunmaktadır. Sonuçta, toprak organik maddesi ile humik asit arasında pozitif bir ilişki gözlenmiştir. Dahası fulvik asitte bulunan toplam magnezyum içeriği ile potasyum içeriği arasında negatif ilişki vardır (Jayaganesh ve Senthurpandian 2010).

Moskalenko vd. (2020), yaptıkları çalışma kapsamında, Kharanorsk yatağından ve Kangalas yatağından alınan linyit numuneleri incelenmiştir. Kharanorsk yatağından alınan linyitteki humik asit verimi %6 ile %17 arasında oldukça düşük elde edilmiştir. Kangalas yatağının linyitinden saptanan humik asit verimi %15-%28 arasında belirlenmiştir. Humik asit verimindeki en büyük artış, linyitin %10'luk konsantrasyonda hidrojen peroksit ile oksidasyonunda gözlemlenmiştir. Bu nedenle, Kharanorsk linyiti için araştırılan indeks, Kangalas linyiti için ilk indeks olan 2.6 ile karşılaştırıldığında 4.9 kat arttığı belirlenmiştir. Ön linyit oksidasyonunun etkisine yönelik deneysel çalışmaların sonuçları, linyitin humik maddelere dönüştürülmesine yönelik yeni bir yöntemin geliştirilmesi için bir temel olarak kullanılabilir.

Ghani vd. (2021), Pakistan'ın Thar linyitinden elli beş mantar suşu izole etmiş ve linyit çözme etkinlikleri açısından araştırmışlardır. Linyitten HA %67.4±4.3 (ağırlıkça yüzde) verimle ekstrakte etmişlerdir. Element analizinde kimyasal olarak ekstrakte edilen humik asitin biyolojik olarak ekstrakte edilen HA'te göre içeriklerinde %0.72–1.39 nitrojen ve % 41.7–48 oksijen artışı; ayrıca %51.8–46.1 karbon ve %1.18–0.73 kükürt azalış göstermiştir. Linyit makro moleküllerinin lignini parçalayan mantarlar tarafından parçalanmasının, alkali maddelere, şelatlayıcılara, yüzey aktif maddelere ve hücre dışı mantar enzimlerine bağlı karmaşık bir süreç olduğunu söylemişlerdir.

Humik maddelerin bitki büyümesi için sahip olacağı biyolojik aktivasyonu, kimyasal bileşimi (örneğin fonksiyonel gruplar), hidrofobikliği ve esnek yapısı ile güçlü bir şekilde ilişkilidir (Muscolo vd. 2013; Canellas ve Olivares 2017). Bununla birlikte humik maddeler demir ve mikro besin elementlerinin alınımını sadece şelatlama ile değil, ayrıca kök yeteneğiyle de toprak solüsyonundan sağlar (Jindo vd. 2020). Toprakların kuraklık ve tuzluluk stresi gibi faktörlerden korunması için, köklerin düzenlenmesinde bitki hormonlarından oksin, jasmonik asit ve absisik asitin yanı sıra humik maddeler de etkilidir (De Hita vd. 2019; Ali vd. 2020).

Çizelge 4.3. Linyit Birikimi Olmayan Araştırma Topraklarının Analiz Edilen Toprak Parametreleri Arasındaki Korelasyon Sonuçları

	Humik Asit (%)	Fulvik Asit (%)	Karbon (%)	pH	CaCO ₃ (%)	EC (dS m ⁻¹)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)
Linyit Birikimi Bulunmayan Tarım Toprakları									
Hümkik Asit (%)	1								
Fülvik Asit (%)	a	a							
Karbon (%)	0.248	a	1						
pH	0.175	a	-0.133	1					
CaCO ₃ (%)	-0.129	a	-.769*	-0.203	1				
EC (dS m ⁻¹)	-0.142	a	0.235	-.943**	0.177	1			
Kil (%)	0.391	a	-0.304	0.458	0.139	-0.634	1		
Silt (%)	0.393	a	0.092	0.242	0.255	0.02	-0.259	1	
Kum (%)	-0.596	a	0.065	-0.48	-0.327	0.309	-0.259	-.866**	1

*: Korelasyon 0.05 düzeyinde önemlidir.

**: Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir.

a: Fulvik asit elde edilememiştir.

Araştırma alanında bulunan linyit birikimli tarım topraklarında kil % ve humik asit miktarları arasında orta r: 0.40 korelasyon katsayısına sahip, pozitif yönde, $P<0.01$ düzeyinde anlamlı bir ilişki saptanırken; kil (%) ve fulvik asit miktarları arasında zayıf ($r:0.34$ korelasyon katsayısına sahip, $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır).

Yüksek oranda kil ve silt içeren ince dokulu topraklar, kaba dokulu kumlara veya kumlu tınlara göre doğal olarak daha yüksek miktarda toprak organik maddesine sahip olma eğilimindedir. Kumların organik madde içeriği %1'den az olabilir; tınlılarda %2-3 ve killerde %4-5'in üzerinde olabilir. Organik madde ile kil ve ince silt arasında gelişen güçlü kimyasal bağlar, organik molekülleri mikroorganizmaların ve onların enzimlerinin saldırısına ve ayrışmasına karşı korur. Ayrıca kil ve ince silt, organik madde ile birleşerek çok küçük agregatlar oluşturur ve bu da içerideki organik maddeyi organizmalardan ve onların enzimlerinden korur. Ek olarak, ince dokulu topraklar, kaba topraklara göre daha küçük gözeneklere ve daha az oksijene sahip olma eğilimindedirler. Bu aynı zamanda ayrışma oranlarını da sınırlar (Magdoff ve Es 2021).

Çalışma topraklarında karbon ile CaCO_3 kapsamaları arasındaki korelasyon analizi sonuçlarına bakıldığında linyit birikimli alanlarda ($r:0.39$) $P<0.01$ pozitif yönde bir ilişki görülürken, linyit birikimi olmayan topraklarda ise ($r:0.77$) $P<0.05$ negatif yönde bir ilişki gözlemlenmiştir (Çizelge 4.4). Ayrıca linyit birikimi olan topraklarda korelasyon analizine bakıldığında CaCO_3 , EC ($r: 0,42$) ve kil ($r:0.52$) arasında pozitif yönde $P<0.01$ önemlilik düzeyinde bir ilişki varken, kum ile negatif yönde $P<0.01$ önemlilik düzeyinde bir ilişki olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.5).

İlay vd. (2021)'nin yaptıkları bir çalışmada kumlu tın tekstür sınıfına ait topraklara, iki farklı bölgeden alınan beş farklı dozda leonardit karıştırılarak inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon süresi sonunda toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik, organik madde ve kireç içeriği analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda leonardit uygulamasının dozları göz ardı edilerek incelendiğinde, kontrol topraklara göre, EC (%236) ve OM (%213) düzeyini arttırdığı ve istatistiksel olarak $P\leq 0.05$ düzeyinde anlamlı olduğu belirtilmiştir. pH, CaCO_3 değerleri açısından incelendiğinde ise leonardit uygulamasının istatistiksel olarak önemli ($P\geq 0.05$) bulunmadığı belirlenmiştir. Leonardit çeşidinin ise söz konusu parametreler üzerinde önemsiz ($P\geq 0.05$) olduğu belirtilmiştir.

Afşin-Elbistan yöresindeki linyit kömürü yataklarından çıkartılan gidyalardan en iyi kalite parametrelerine sahip olan humik ve fulvik asitlerin kömürlü gidyalardan sağlandığı, en düşük kalite parametrelerine sahip olan humik ve fulvik asitlerin ise kireç miktarı çok yoğun olan gidyalardan elde edildiği belirlenmiştir (Namlı vd. 2017).

Linyit birikimi olan araştırma topraklarında, korelasyon sonuçlarını içeren çizelge (Çizelge 4.5) incelendiğinde kireç kapsamaları ile, humik fulvik asit kapsamaları arasında negatif yönde bir ilişki olduğu gözlemlenebilirken, bu durum istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Linyit birikimi olan tarım topraklarında negatif yönde; kum % ve humik asit miktarları arasında zayıf ($r:0.38$), $P<0.05$; kum ve fulvik asit miktarları arasında zayıf ($r: 0.31$), $P<0.05$; kum ile karbon arasında orta ($r:0.49$), $P<0.01$; istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

Çizelge 4.14'ün incelenmesinden görüleceği gibi kum ile hem humik hem de fulvik asit değerlerinin arasında %5 düzeyinde negatif yönde bir önemlilik varken, kil ile humik asit miktarı arasında %1 düzeyinde; kil ile fulvik asit miktarı arasında %5 düzeyinde pozitif yönde önemlilik gözlenmiştir.

Linyit birikimi olan tarım topraklarında; humik asit ile fulvik asit miktarları arasında güçlü bir korelasyon katsayısı ($r:0.81$) gözlenirken, karbon ve humik asit miktarları arasında orta düzeyde bir korelasyon katsayısı ($r:0.45$) görülmüştür ve $P<0.01$ olacak şekilde pozitif yönde bir önemlilik gözlemlenmiştir.

Afşin-Elbistan Linyit Havzası'ndan çıkartılan gidyaların toprağa etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, gidyaların topraktaki karbon kapsamını arttırdığı ve buna bağlı olarak toprağın organik madde miktarını yükselttiği belirlenmekle birlikte, kök

gelişimi ve mikrobiyal aktivite gibi toprağın fiziksel ve biyolojik parametrelerinde de iyileşme sağladığı belirlenmiştir (Yörük 1981).

Çizelge 4.4. Linyit Birikimli Toprak Örneklerinin Tüm Parametrelerinin Korelasyon Sonuçları

	Humik Asit (%)	Fulvik Asit (%)	Karbon (%)	pH	CaCO ₃ (%)	EC (dS m ⁻¹)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)
	<u>Linyit Birikimi Bulunan Tarım Toprakları</u>								
Humik Asit (%)	1								
Fulvik Asit (%)	.811**	1							
Karbon (%)	.449**	0.246	1						
pH	-0.236	0.04	-.852**	1					
CaCO ₃ (%)	-0.044	-0.025	.385**	-0.232	1				
EC (dS m ⁻¹)	.393**	0.213	.775**	-.776**	.416**	1			
Kil (%)	.395**	.336*	.400**	-0.096	.517**	.432**	1		
Silt (%)	0.084	0.042	.354*	-0.287	-0.133	0.216	0.114	1	
Kum (%)	-.376*	-.308*	-.492**	0.202	-.392**	-.463**	-.911**	-.513**	1

*: Korelasyon 0.05 düzeyinde önemlidir.

** : Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir.

Linyit birikimi olan tarım topraklarında, EC ve humik asit miktarları arasında pozitif yönde zayıf ($r:0.39$) bir ilişki gözlenirken, EC ile karbon arasında güçlü ($r:0.78$), kil ile EC arasında ise orta ($r:0.43$) seviyede bir ilişki gözlemlenmiş ve tüm bu parametreler arasında, $P<0.01$ düzeylerinde bir önemlilik belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının her ikisinde de, EC ve pH kapsamı ele alındığında önemlilik düzeyleri arasında bir farklılık bulunmamış ($P<0.01$) olup, linyit birikimi olan topraklarda güçlü düzeyde ($r:0.78$) bir korelasyon görülürken, linyit birikimi olmayan topraklarda çok güçlü ($r:0.94$) bir korelasyon ilişkisi gözlemlenmiştir.

Linyit birikimi olan topraklarda kum ile EC arasındaki korelasyon ilişkisi incelendiğinde, negatif yönde, orta ($r:0.46$) düzeyde ve $P<0.01$ seviyesinde bir önemlilik düzeyi bulunmuştur.

Araştırma topraklarında gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonuçlarına göre linyit birikimi olmayan topraklarda toprak tekstüründeki tıksal taneciklerden silt ve kum arasında korelasyon katsayısı $r:0.87$ iken linyit birikimi olan topraklarda $r:0.51$ korelasyon katsayısı belirlenmiştir. Her iki toprakta da negatif yönde anlamlı ($P<0.01$) bir ilişki bulunmuştur. Toprak tekstüründeki tıksal taneciklerden kil ile kum arasında linyit birikimi olan topraklarda korelasyon katsayısı $r:0.91$ olarak belirlenmiş ve istatistiki olarak negatif yönde anlamlı ($P<0.01$) olduğu saptanmıştır.

Araştırma topraklarında, linyit birikimi olan toprak örneklerinde en düşük %2.4, en yüksek %10.6 oranında humik ve fulvik asit olduğu belirlenmiştir. Linyit birikimi olmayan topraklarda ise humik asit+ fulvik asit miktarı en düşük %0.3, en yüksek %0.6

olarak bulunmuştur. Şekil 2.2.'de görüldüğü üzere doğal kaynak olan linyitte %10-30 arasında humik ve fulvik asit bulunmaktadır. Toprakta ise humik ve fulvik asit dağılımının %1-5 olduğu söylenirken (Ay 2015), yıllar boyunca Bakırçay suları ile sulanan çalışma topraklarında bu oranın bazı topraklarda doğal kaynak olan linyitteki miktara oldukça yakın olduğu belirlenmiştir (13. Toprak Örneği: humik+ fulvik asit miktarı: %10.6).

Linyit birikimi olan tarım topraklarında; pH değerleri ile karbon arasında korelasyon katsayısı $r:0.85$ olarak belirlenen istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.01$) negatif yönde bir ilişki saptanmıştır.

Araştırma topraklarında linyit birikimi gözlenen alanlarda organik karbon ile kil arasında korelasyon katsayısı $r:0.40$ olan pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.01$) bir ilişki bulunmuştur. Karbonun silt ile arasındaki ilişki incelendiğinde ise korelasyon katsayısı $r:0.35$ olan $P<0.05$ düzeyinde anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuştur. Son olarak karbonun kum ile ilişkisi ele alındığında korelasyon katsayısı $r:0.49$ olan $P<0.01$ düzeyinde negatif bir ilişki belirlenmiştir.

Eryiğit (2006) yaptığı çalışmada, uygulama olarak Afşin-Elbistan ve Sivas-Kangal linyitlerinden elde edilen katı humik asit ve kontrol grubu olarak ticari Agrohum katı humik asit kullanmıştır. Çalışmada bazı toprak özellikleri incelenmiş ve humik asit uygulama dozunun topraktaki alınabilir fosfor ($P<0.05$) düzeyinde artışa neden olduğu saptanmıştır. Dahası humik asit uygulama dozlarına bağlı olarak humik asitin toprakta azot ($P<0.05$) içeriğini de artırdığı da belirlenmiştir. Linyitlerden elde edilen humik asitlerin tarımsal üretimde kullanılmasının tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada kömür yıkama suları ile sulanmış arazilerin neredeyse 60 yıla dayanan inert karbon birikimi sonucu toprakların humik ve fulvik asit miktarları belirlenmiştir. Çalışma kapsamında linyit birikimi olan topraklarla, linyit birikimi olmayan topraklar arasındaki humik ve fulvik asit miktarları dikkate alınarak toprakların tarımsal üretim anlamında ne ifade edebilecekleri kıyaslanmıştır.

Araştırma alanı toprakları nötr ve hafif alkali reaksiyonda olup toprakların kireç içerikleri çok yüksek ve aşırı düzeydedir. Bu durum araştırma alanlarında özellikle mikro element noksanlığına sebep olabilir. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak için üretim yapan arazi sahiplerine gerekli toprak ve bitki analizleri önerilerek yapraklardan mikro element uygulaması tavsiyesi yapılabilir. Çalışma yapılan alanların karbon değerleri, orta ve ağır bünyeli topraklarda oldukça yüksektir. Linyit birikimi olan ve linyit birikimi olmayan toprakların tamamı tuzsuz sınıfta yer almıştır.

Linyit birikimi olan topraklarda karbon miktarı, linyit birikimi olmayan topraklara göre en yüksek değerlerde bulunmuştur. Ayrıca, linyit birikimli topraklarda humik ve fulvik asit yüksek oranda belirlenirken, linyit birikimi olmayan topraklarda humik asit göreceli olarak daha az tespit edilmiş fulvik asit ise belirlenmemiştir. Bununla birlikte linyit birikimi olan kil bünyeye sahip topraklardaki humik ve fulvik asit miktarının kumlu killi tın bünyeye sahip topraklara göre genel olarak daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, linyit birikimi olan tarım topraklarında % kil ve humik asit miktarları arasında $P<0.01$ düzeyinde, kil % ve fulvik asit miktarları arasında $P<0.05$ düzeyinde pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca linyit birikimli topraklarda %kil ve karbon arasında; %kil ve CaCO_3 arasında ve %kil ile EC arasında $P<0.01$ düzeyinde anlamlı ilişkilerin varlığı gözlemlenmiştir.

Gerçekleştirilen korelasyon sonuçlarına göre humik asit ve fulvik asit arasında, karbon ve humik asit arasında, CaCO_3 ve karbon arasında, EC ile karbon arasında $P<0.01$ düzeyinde; silt ile karbon arasında $P<0.05$ düzeyinde pozitif yönde anlamlı ilişki saptanmıştır. Çalışmanın bir diğer sonucu olarak linyit birikimli toprakların kum % ile humik asit ve kum ile fulvik asit miktarları arasında $P<0.05$ düzeyinde negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bununla birlikte pH değerleri ile karbon arasında ve kum ile karbon arasında $P<0.01$ düzeyinde negatif yönde bir anlamlılık tespit edilmiştir.

Tarımsal üretimde toprak pH'sının besin elementlerinin bitkiler tarafından alınımında çok önemli bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Yetiştiriciliği yapılacak olan bitkinin pH isteğine göre kimi zaman yüksek pH değerine sahip toprakların pH'sını düşürmek istenmektedir. Bu amaçla piyasada bunu sağlamak adına birçok ürün bulunmaktadır. Humik ve fulvik asit varlığının belirlendiği linyit birikimi olan toprakların linyit birikimi olmayan topraklara göre pH değerinde düşüş meydana geldiği belirlenmiştir. Araştırma bulguları göz önüne alındığında humik ve fulvik asidin iyi birer pH düzenleyici olarak kullanılabileceği sonucuna da varılabilir.

Araştırmanın gerçekleştirildiği Soma'da elektrik üretimine katkı sağlamak amacıyla kömür havzalarından çıkarılan kömürleri değerlendirmek üzere tesis edilen işletmeler son 15-20 yıldır herhangi atık sularını Bakırçayına deşarj etmemektedirler. Bununla birlikte geçmişten son 15-20 yıla kadar topraklarda meydana gelen linyit birikiminin zaman içerisinde oksidasyona uğrayacak olması araştırma alanlarındaki tarım topraklarının humik ve fulvik asit miktarlarında artışa neden olabileceği ve bu sayede birçok toprak verimlilik parametrelerinin olumlu yönde etkilenebileceği varsayılmaktadır.



6. KAYNAKLAR

- Anonymous, 1978. Torf fur Gartenbau und Landwirtschaft (DIN 11542).
- Andriesse, J. P. 1988. Nature And Managment Of Tropical Peat Soils. *Fao Soils Bulletin*. 59. Rome.
- Ali, A. Y. A., Ibrahim, M. E. H., Zhou, G., Nimir, N. E. A., Jiao, X., Zhu, G., et al. 2020. Exogenous jasmonic acid and humic acid increased salinity tolerance of sorghum. *Agron. J* 1–16.
- Allard, B. 2006. A comparative study on the chemical composition of humic acids from forest soil, agricultural soil and lignite deposit, bound lipid, carbohydrate and amino acid distributions, *Geoderma*. 130, 77–96.
- Allard, B. and Derenne, S. 2007. Oxidation of humic acids from an agricultural soil and a lignite deposit: analysis of lipophilic and hydrophilic products, *Organic Geochemistry*. 38, 2036-2057.
- Aras, M. 2020. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı İklim Değişikliği Ve Uyum, Ankara, 188s.
- Aslan, S. ve Sarihan, E. O. 2021. Humik asit ve azotlu gübre uygulamalarının lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.) bitkisinin bazı verim ve kalite özelliklerine etkisi, Mustafa Kemal Üniversitesi *Tarım Bilimleri Dergisi*. 26 (1):29-40, 2021 e-ISSN: 2667-7733.
- Ay, F. 2015. Humik Asit ve Humik Asit Kaynaklarının Jeolojik ve Ekonomik Önemi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi (CFD)*, Ciltl 36, No. 1 (2015) ISSN: 1300-1949.
- Birinci, M., Şentürk, K., 2021. Arguvan (Malatya) Linyitinden Humik Asit Ekstraksiyonu ve Kömür Yıkamanın Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3): 2133-2141.
- Black, C.A. 1957. Soil-Plant Relationships. *John Wiley and Sons Inc*. New York, 332 p.
- Bouyoucos, G.J. 1955. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal*. 4 (9): 434.
- Bozkurt, M. 2005. Ayrısma dereceleri farklı peatlerin humik asit Kapsamlarının iki ayrı yöntemle karşılaştırılması. Yüksek Lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 39 s.
- Canellas, L. P., and Olivares, F. L. (2017). Production of border cells and colonization of maize root tips by *Herbaspirillum seropedicae* are modulated by humic acid.

Plant Soil. 417, 403–413.

Chapman, H.D., Pratt, P.F and Parker, F. 1961. Methods of Analysis for Soils, *Plants and Waters. Univ. of Calif. Div. of Agri. Sci., Riverside*, U.S.A. 309 p.

Çağlar, K.Ö. 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Sayı:10, 230 s.

Danacıoğlu, Ş. 2017. Bakırçay Havzası’nda Ekolojik Risk Karakterizasyonuna Dayalı Havza Yönetimi. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, 259 s.

Dağ, Z. 2018. Kömür Yıkama Sularının Deşarj Edildiği Bakırçayı’ndan Sulanan Tarım Topraklarının Su Tutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 54 s.

De Hita, D., Fuentes, M., García, A. C., Olaetxea, M., Baigorri, R., Zamarreño, A. M., et al. 2019. Humic substances: a valuable agronomic tool for improving crop adaptation to saline water irrigation. *Water Sci. Technol. Water Supply.* 19, 1735–1740.

Depel, G. 2000. Düşük değerli linyitin tarımda kullanılma olanağı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 54 s.

Dinç, U., Şenol S., vd.; 1993. Türkiye Toprakları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No.:51 Ders Kitapları Yayın No.: 12, 5 s.

Dinçer, İ. 2018. TÜBA-temiz kömür teknolojileri raporu. Ankara.

Dizman, M., Tutar A., Karaman M. R., vd. 2012. Humik Madde Kavramı ve Kısa Bir Tarihi Bakış. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi* (2012-1).

Engin T, Cöcen İ, 2012. Leonardit ve Humik Maddeler Leonardite and Humic Matters. *Journal of Underground Resources.* 1(2); 13-20.

Ertekin, E 2011. Soma-Kınık-Erdelli Arasındaki Sahanın Doğal Bitki Örtüsü ve Değişimi (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Eryiğit, N. 2006. İki Farklı Linyit Kömüründen Elde Edilen Katı Humik Asidin Bazı Toprak Özellikleri Ve Arpa (*Hordeum Vulgare L.*) Tarafından Fosforun Alımı Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, 55 s.

Evliya, H. 1960. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 36, Ders Kitabı: 17, Ankara, 656 s.

Ghani, M. J., Akhtar, K., Khaliq, S., Akhtar, N., Ghauri, M. A. 2021. Characterization

- of humic acids produced from fungal liquefaction of low-grade Thar coal. *Process Biochemistry*. 107 (2021) 1–12.
- Guimaraes, D.V., Gonzaga, M.I.S., Silva, T. O., Silva, T.L., Dias, N.S., Matias, M.I.S., 2012. Soil organic matter pools and carbon fractions in soil under different land uses. *Soil & Tillage Research*. 126 (2013) 177–182.
- Hartati, W. And Sudarmadji, T. 2016. Relationship between soil texture and soil organic matter content on mined-out lands in Berau, East Kalimantan, Indonesia. *Nusantara Bioscience*, 2087-3948 Vol. 8, No. 1, pp. 83-88.
- İlay, R., Aktaş, M., Aslantekin, N. B., Özcan, H. 2021. Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Organik Materyalin Kumlu Tın Bünyeli Toprağın Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, Çanakkale, 9(1):30 – 38.
- Jackson, M.L. 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi, 498 p.
- Jayaganesh, S. and Senthurpandian, V.K. 2010. Extraction and Characterization of Humic and Fulvic Acids from Latosols under Tea Cultivation in South India. *Asian Journal of Earth Sciences* 3 (3): 130-135, 2010.
- Jindo, K., Olivares, F. L., da Paixão Malcher, J. P., Sánchez-Monedero, M. A., Kempenaar, C., Canellas, L. P. 2020. From Lab to Field: Role of Humic Substances Under Open-Field and Greenhouse Conditions as Biostimulant and Biocontrol Agent. *Frontiers in Plant Science*. 11:426.
- Kadioğlu, B. 2017, Humik Maddelerin Tarımda Kullanımı, 5. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi-Kırklareli, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erzurum, Türkiye.
- Karadağ, A., 2003: 'Kömür çıkarım alanlarının rekreasyonel amaçlı kullanımı: Soma (Manisa) örneği', II. Ege Coğrafya Sempozyumları (Coğrafi Çevre– Koruma ve Turizm), 16-18 Nisan 2003, Bildiri Kitabı, s. 83-95, İzmir.
- Karadağ A., 2005. Coğrafi Değerlendirmelerle Soma 'da Değişen Çevre, Kent ve Kimlik, Ege Üniv. Yay. Edebiyat Fakültesi, İzmir.
- Kellog, C. E. 1952. Our Garden Soils. The Macmillan Company, Newyork.
- Kukul vd., 2007, Arıtılmış Atıksuların Tarımda Kullanılması ve İnsan Sağlığı Yönünden Riskler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(3), 101-116.
- Martin, J. A. Senn, J, T, L. Moore, M, A. E. 1962, Influence of humic acids on growth, yield and quality of certain horticulture crop. South Caroline Agricultural Experiment Station. *Clemson College*, Research series No.20.

- Mayhew, L., 2005. Humic Substances as Agronomic Inputs in Biological Agricultural Systems. Edited by Gary Zimmer Humic Substances in Biological Agricultural Systems. *Acres USA Magazine*, Midwestern Bio-Ag.
- Moskalenko, T., Mikheev, V. and Vorsina, E. 2020. Intensification of humic acid extraction from lignites. *E3S Web of Conferences*, 192: 02024. Russian Federation.
- Muscolo, A., Sidari, M., and Nardi, S. (2013). Humic substance: relationship between structure and activity. Deeper information suggests univocal findings. *J. Geochem. Explor.* 129, 57–63.
- Namlı, A., Akça, O., Akça, H., 2017. Eüaş Afşin-Elbistan Havzası Kışlaköy Linyit İşletmesinde Bulunan Organik Materyallerin Tarımda Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, Ankara Üniversitesi, Ankara, Özel Sayı: (46-54).
- Olçay, B. 1998. Manisa İli Arazi Varlıkları. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. İl Rapor No:45, Ankara, 11 s.
- Özkan, S. 2007. Türk linyitlerinden humik asit ve gübre üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 90 s.
- Özkan, A. 2008. Humik asit içeren toprak düzenleyicilerinin humik asit kapsamlarının uygun yöntemlerle belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 40 s.
- Senn, T.L. and Kingman, A.R. 1973. Agricultural experiment station A review of humus and humic acids, South Carolina.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manual. Agricultural Research Administration, U. S. Dept. Agriculture, Handbook No: 18.
- Sönmez, B., Özbahçe, A., Akgül, S., Keçeci M., 2018. T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Proje Sonuç Raporu. Türkiye Topraklarının Bazı Verimlilik ve Organik Karbon (TOK) içeriğinin Coğrafi Veritabanının Oluşturulması. TAGEM/TSKAD/11/A13/P03, Ankara.
- Srivastava, K., C. and Walia, D., S. 1997. Biological Production of Humic Acid and Clean Fuels From Coal, *United States Patent*, 5,670,345.
- Stevenson, F.J., 1982. Humus chemistry: genesis, composition, reactions., *Wiley-Interscience*, New York.
- Şen, Z. 2017. İklim Değişikliği ve Yeraltı Suyu- *Su Vakfı Yayınları*.
- Valdrihl, M.M., Pera A., Scatena S., Agnolucci M. And Vallinil G. 1995. Effects of

Humic Acids Extracted from Mined Lignite or Composted Vegetable Residues on Plant Growth and Soil Microbial Populations. *Compost Science & Utilization*, Vol 3, No.1, 30-38, Italy.

Turgay, O. C., Erdoğan, E. A., Karaca, A. 2009. Effect of humic deposit (leonardite) on degradation of semi-volatile and heavy hydrocarbons and soil quality in crudeoil contaminated soil. *Environ. Monit. Assess* DOI 10.1007/ s10661-009- 1213-1.

Williams, D. R., J. R. Ritter, T. M. Mastrilli, and T. Proch. 1995. Effects of Surface Mining on the Hydrology and Biology in the Stony Fork Basin, Fayette County, Pennsylvania, *Water Resources Investigatio*. 1978–85.

Yılmaz, S. 2015. Kömür külünün toprakların kimyasal özelliklerine ve bitki gelişimine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, 93 s.

Yörük, M. 1981. Afşin-Elbistan Linyit Kömürü Havzasından Elde Olunan Gidya'ların Tarımda Kullanılma Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara Üniversitesi, Ankara.

Anonim 1: <https://www.tuik.gov.tr/> [Son erişim tarihi: 25.08.2022].

Anonim2:<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MANISA>[Son erişim tarihi: 27.08.2022].

Anonim 3: <https://www.tki.gov.tr/istatistikler> [Son erişim tarihi: 26.09.2022].

ÖZGEÇMİŞ

Seda YAVUZ

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2018-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Antalya
Lisans 2011-2015	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya