



**TOPRAĞIN STRÜKTÜREL GELİŞİMİ  
ÜZERİNE HÜMİK ASİT VE LEONARDİT  
UYGULAMALARININ ETKİLERİ**

**Elif Hande SARAÇ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**

**Toprak Bilimi Bilim Dalı**

**Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ**

**2018**

**Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TOPRAĞIN STRÜKTÜREL GELİŞİMİ ÜZERİNE HÜMİK ASİT  
VE LEONARDİT UYGULAMALARININ ETKİLERİ**

**Elif Hande SARAÇ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI  
Toprak Bilimi Bilim Dalı**

**ERZURUM  
2018**

**Her hakkı saklıdır**



TEZ ONAY FORMU

TOPRAĞIN STRÜKTÜREL GELİŞİMİ ÜZERİNE HÜMİK ASİT VE LEONARDİT  
UYGULAMALARININ ETKİLERİ

Prof.Dr. Taşkın ÖZTAŞ danışmanlığında, Elif Hande SARAÇ tarafından hazırlanan bu çalışma, 07/05/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Toprak Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Sonay SÖZÜDOĞRU OK

İmza :

Üye : Prof. Dr. Mustafa Yıldırım CANBOLAT

İmza :

Üye : Prof.Dr. Taşkın ÖZTAŞ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun **10.05/2018** tarih ve **...19.../...15.....** nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ  
Enstitü Müdürü

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

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### TOPRAĞIN STRÜKTÜREL GELİŞİMİ ÜZERİNE HÜMİK ASİT VE LEONARDİT UYGULAMALARININ ETKİLERİ

Elif Hande SARAÇ

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı  
Toprak Bilimi Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Toprakların strüktürel gelişimleri birçok iç ve dış faktörün etkisi altındadır. Toprakta agregat oluşumunu ve toprak stabilitesini olumlu yönde etkileyen uygulamaların başında toprağa organik kaynaklı girdi uygulanması gelmektedir. Bu çalışmada strüktürel özellikleri bakımından zayıf bir toprağa farklı dozlarda ilave edilen hümik asit ve leonarditin toprağın strüktürel gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Rüzgar erozyonuna maruz Konya Karapınar ilçesi Çukurca mevkiinden alınan kompoze toprak örneğine ağırlık esasına göre iki farklı dozda ilave edilen hümik asit ve leonarditin 45 günlük inkübasyon periyodunun 15. 30. ve 45. günlerinde toprağın bazı strüktürel ölçütleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Hümik asit ve leonardit uygulamasına bağlı olarak toprakta 0.42 mm'den küçük parça fraksiyonunun önemli derecede azaldığı buna karşılık 0.84 mm'den büyük parça fraksiyonlarında ise önemli düzeylerde artış sağlandığı belirlenmiştir. Ayrıca, hümik asit ve leonardit uygulamasının toprakta mekaniksel stabilite, agregat stabilitesi ve organik madde içeriğini de istatistiksel anlamda önemli düzeylerde ( $p<0.05$ ) arttırdığı saptanmıştır.

**2018, 30 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** strüktür, mekaniksel stabilite, agregat stabilitesi, hümik asit, leonardit

## **ABSTRACT**

Master Thesis

### **EFFECTS OF HUMIC ACID AND LEONARDIT APPLICATIONS ON STRUCTURAL IMPROVEMENT OF SOIL**

Elif Hande SARAÇ

Atatürk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Soil Science and Plant Nutrition  
Department of Earth

Advisor: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Soil structural development is under the influence of many internal and external factors. One of the most important factors positively affecting on aggregate formation and stability is to apply organic-sourced materials. The objective of this study was to determine the effects of humic acid and leonardit applications at different doses on structural developments of soil initially poor-structured. A composite soil sample taken from Çukurca region of Konya Karapınar district under severe wind erosion problem was treated with 2 different doses of humic acid and leonardite on w/w basis and incubated for 45 days. Changes in structured parameters were determined on the samples taken at 15<sup>th</sup>, 30<sup>th</sup> and 45<sup>th</sup> days of incubation period. The results indicated that humic acid and leonardite applications reduced the proportion of soil particles <0.42 mm in diameter but increased the proportion of soil particles >0.84 mm. In addition, humic acid and leonardite applications increased mechanical stability, aggregate stability and organic matter content significantly (p <0.05).

**2018, 30 pages**

**Keywords:** structure, mechanical stability, aggregate stability, humic acid, leonardite

## TEŞEKKÜR

Atatürk Üniversitesi'nde eğitim hayatıma başladığım andan itibaren başarılı akademik kimliği ile, geniş vizyonu ile bizlere her yönden örnek olan, emeğini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ'a, toprak bölümündeki tüm hocalarıma ve çalışanlarımıza, tez çalışmalarım da yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sonay SÖZÜDOĞRU OK'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi), laboratuvar çalışmalarım da yardımları ve desteği için Sayın Arş. Gör. Çağla TEMİZ'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi), bu süreçte ve her daim hiçbir fedakarlıktan kaçınmayarak maddi manevi her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

**Elif Hande SARAÇ**

**Mayıs, 2018**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>4</b>
2.1. Toprak Strüktürü ve Agregat Oluşumu .....	4
2.2. Hümik Asit Uygulamaları .....	7
2.3. Leonardit Uygulamaları .....	9
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>13</b>
3.1. Materyal.....	13
3.2. Yöntemler .....	15
3.2.1. Laboratuvar analiz yöntemleri.....	15
3.2.1.a. Toprak tekstürü (Mekanik analiz) .....	15
3.2.1.b. Toprak reaksiyonu (pH) .....	15
3.2.1.c. Kireç .....	15
3.2.1.d. Organik madde (OM) .....	15
3.2.1.e. Elektriksel iletkenlik (EC) .....	16
3.2.1.f. Agregat Analizi .....	16
3.2.2. İstatistiksel değerlendirme.....	17
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>18</b>
4.1. Genel Toprak Özellikleri.....	18
4.2. Hümik Asit ve Leonardit Uygulamasının Mekaniksel Stabilite (MS) Üzerine Etkileri .....	18
4.3. Hümik Asit ve Leonardit Uygulamasının Agregat Stabilitesi Üzerine Etkileri.....	20

4.4. Hümik Asit ve Leonardit Uygulamasının Toprak Organik Madde İçeriği	
Üzerine Etkileri .....	22
4.5. Hümik Asit ve Leonardit Uygulamasının Toprak Reaksiyonu (pH)	
Üzerine Etkileri .....	23
4.6. Hümik Asit ve Leonardit Uygulamasının Toprak Elektriksel İletkenliği	
(EC) Üzerine Etkileri .....	24
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>26</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>27</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>31</b>



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AS	Agregat stabilitesi
EC	Elektriksel İletkenlik
HA	Hümik Asit
MS	Mekaniksel Stabilitite
OM	Organik Madde
SL	Kumlu Tın



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Leonarditten hümik ve fulvik asit elde edilmesi.....	11
Şekil 3.1. Toprak örneğinin alındığı Konya-Karapınar bölgesi arazi durumu .....	14
Şekil 4.1. Hümik asit ve leonardit uygulamalarının inkübasyon periyodu uzunluğuna bağlı olarak agregat stabilitesi üzerine etkileri .....	22
Şekil 4.2. Hümik asit ve leonardit uygulamasının organik madde içeriği üzerine etkisi .....	23
Şekil 4.3. Hümik asit ve leonardit uygulamasının pH üzerine etkisi.....	24
Şekil 4.4. Hümik asit ve leonardit uygulamasının EC üzerine etkisi.....	25

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Bazı doğal kaynakların hümik ve fulvik asit miktarları .....	8
Çizelge 4.1. Deneme toprağının genel özellikleri.....	18
Çizelge 4.2. Deneme toprağının mekaniksel stabilite oranları .....	20
Çizelge 4.3. 45 günlük inkübasyon sonunda Hümik asit ve Leonardit uygulamasının agregat stabilitesi üzerine etkisi.....	21
Çizelge 4.4. Hümik asit ve leonardit uygulamasının organik madde içeriği üzerine etkisi .....	22
Çizelge 4.5. Hümik asit ve leonardit uygulamasının pH üzerine etkisi.....	23
Çizelge 4.6. Hümik asit ve leonardit uygulamasının EC üzerine etkisi .....	24

## 1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze gelişen bilgi ve teknoloji düzeyine bağlı olarak tarımsal üretimde de önemli gelişmeler yaşanmış, yeni teknik ve alternatif üretim araçları ortaya konulmuştur. Ancak bugün bile tarımın temeli hiç şüphesiz toprağa dayanmaktadır. Toprağın iyi bir üretim ortamı olabilmesi her şeyden önce toprağın yapısal özelliklerinin gelişme derecesi ile yakından ilgilidir. Bitki besin elementleri bakımından yeterlilik gösteren bir toprağın fiziksel ortam özellikleri bakımından da bitki gelişmesini teşvik etmesi üretkenliğin temelini oluşturmaktadır.

Strüktür agronomik açıdan toprağın en temel fiziksel özelliklerinden biridir. Toprak strüktürü bir bitki büyüme faktörü değildir, ancak bitki büyümesi ile ilgili birçok olay, süreç ve faktörle doğrudan ve dolaylı olarak ilgilidir. Suyun toprak yüzeyinden toprak içerisine infiltrasyonu, toprak profili boyunca hareketi ve perkolasyonu, toprakta depolanan suyun miktarı, toprağın havalanma kapasitesi, toprak sıcaklığı ve toprakta ısı transferi, kaymak tabakası oluşumu, bitki kök gelişimi, organik maddenin mineralizasyonu, bitki besin maddelerinin bitkilere elverişlilik durumu, mikrobiyal aktivite, toprak işleme uygunluğu ve toprağın erozyona karşı duyarlılığı gibi birçok özellik ve süreç toprağın strüktürel gelişim derecesinin birer fonksiyonudur. Sonuç olarak, yukarıda bahsedilen fiziksel ortam özellikleri ve değişkenleri dikkate alındığında, toprağın strüktürü (yapısı) ile toprağın üretim kapasitesi ve verim düzeyi arasında çok önemli bir korelasyonun olduğu açıktır (Öztaş 2012).

Toprakların yapısal özellikleri gerek doğal faktörlerin elverişsizliği (iklim değişikliği, topoğrafik yapı ve hidroloji) gerekse insan kaynaklı yoğun tarımsal uygulamalar altında (ağır tarımsal alet ve makinelerinin kullanılması, aşırı kimyasal gübre ve ilaç kullanımı, aşırı ve kalitesiz sulama vb) bozulmaktadır. Kontrol edilemeyen su ve rüzgar erozyonu, toprak sıkışması, organik maddenin kaybı, tuzlulaşma ve alkalileşme gibi toprak bozucu süreç ve faktörler toprak strüktürünün degradasyonuna yol açmaktadır.

Sürdürülebilir toprak yönetimi kapsamında toprak strüktürünün geliştirilmesi temel hedefdir. Toprakta strüktürel oluşum büyük oranda doğal olaylar sonucu ortaya çıkmaktadır. Ancak, strüktürel oluşumun teşvik edilmesi ve yapısal stabilitenin sağlanmasında etkin toprak-bitki amenajman tekniklerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır (Öztaş 2015).

Toprakların fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi ürün verimini olumlu yönde etkileyebilmektedir. Fiziksel özelliklerin geliştirilmesinde, toprağa organik materyal uygulaması başvurulan bir yoldur. Organik maddenin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediği uzun süredir bilinmektedir (Shirani *et al.* 2002). Organik materyallerin toprakta mikroorganizma faaliyetleri sonucu parçalanma ve ayrışma sürecinde ortaya çıkan mikroorganizmaların metabolizma ürünleri agregasyonda gelişmeyi teşvik etmektedir (Demiralay 1977).

Toprağa organik materyal uygulaması toprağın mevcut organik madde miktarını artırmakta, buna bağlı olarak da toprağın agregat stabilitesini, hava-su dengesini, erozyona karşı direncini ve topraktaki bitki besin elementlerinin alımı üzerine olumlu etki yapmaktadır. Toprakta organik maddeyi yüksek düzeyde tutmaya çalışmak hem pratik değildir, hem de çok pahalıdır. Organik gübreler toprağın verimliliğinin artırılmasında ve sürdürülebilirliğinde önemli rol oynamaktadır. Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan araştırmalar organik gübrelerin toprak özelliklerini iyileştirdiği, ürünlerin verimini attırdığını göstermiştir (Olsen *et al.* 1970; Sommerfieldth and Change 1985). Topraktaki organik madde miktarını belli bir seviyede tutmak için çiftlik gübresi, torf, kompost, organik yapay gübreler gibi çeşitli organik materyaller uygulanmaktadır (Stratton *et al.* 1995).

Ülkemiz topraklarının uzun yıllardır işlemeli tarım altında oluşu, iklim özellikleri ve hatalı insan uygulamaları sonucunda organik madde kapsamı oldukça azalmıştır. Bunun yanında sahip olduğumuz doğal leonardit yataklarının değerlendirilmesi sonucunda elde edilecek hümik asit içeriği topraklarımızın erozyondan korunması, verimliliğinin

arttırılması ve sürdürülebilir yönetimi için katkı sağlayabilir. Hümik asit toprakta uzun süre kalmakta ve zaman içinde yavaş yavaş parçalanmaktadır.

Bu çalışmada strüktürel özellikleri bakımından oldukça zayıf bir toprağa farklı dozlarda ilave edilen hümik asit ve leonarditin toprağın strüktürel gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Toprak Strüktürü ve Agregat Oluşumu

Toprak strüktürü, kum, silt ve kil gibi teksel tanelerin toprak sistemi içerisinde çeşitli bağlayıcı ve birleştirici maddeler yardımıyla oluşturdukları sekonder ünitelerin büyüklük, şekil, diziliş ve dayanıklılıklarının bir ölçüsüdür (Öztaş 2015). Agregat olarak adlandırılan bu sekonder üniteler, sistem içerisinde sıkı bir şekilde yan yana dizilmiş çok sayıda teksel taneciklerden meydana gelmiştir. Yani, teksel tanelerin kümeleşmesi sonucunda agregat oluşmaktadır. Toprak strüktürü yönünden agregat oluşumu için, kümeleşen tanelerin birbirleri ile çimentolaşmaları veya bağlanmaları gerekir (Akalan 1973).

Toprak strüktürü; bitki ve hayvan yaşamının desteklenmesini, toprak fonksiyonunu ve toprağın kalitesini etkileyen anahtar faktördür. Toprak strüktürü, toprak özellikleri ve çevre üzerinde önemli etkiler ortaya koymaktadır. Agregat stabilitesinin derecesi olarak açıklanan toprak strüktürü; toprakta suyun hareketine ve tutulmasına, erozyona, kaymak tabakası oluşumuna, besin döngüsüne, kök gelişimine ve ürün yetiştiriciliğine etki eder. Uygun toprak strüktürü ve yüksek agregat stabilitesi; toprak verimliliği, ergonomik üretkenliğin yükselmesi, porozitenin artması ve erodibilitenin azalması açısından önemlidir. Toprak strüktürü; yüksek biomas ve yüksek karbon içeren bitkilerin kullanımı ile agregasyonu arttıran bitki kullanımı ve bitki yönetim pratikleri sayesinde gelişir. Toprak flora ve faunasının kalitesi ile artan çeşitlilik toprak strüktürünün gelişimi için çok önemlidir (Bronick and Lal 2005).

Agregat stabilitesi, agregatların mekaniksel dış kuvvetlere karşı (su, rüzgar, toprak işleme vb) direncinin bir ölçüsüdür. Agregat stabilitesi toprakların erozyona karşı hassasiyetinin belirlenmesi ve toprak strüktürünün bozulmasına yol açan olay, faktör ve süreçlerini değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir strüktürel parametredir. Toprakta

stabil agregat oluşumunu toprağın organik madde içeriği, tekstürü ve Fe+Al oksit içeriği başta olmak üzere birçok faktöre etkilemektedir (Zhang and Horn 2001).

Agregat stabilitesi toprak strüktürünün göstergesi olarak kullanılan bir kavramdır (Six *et al.* 2000). Agregatlar, mineral parçacıkların organik ve inorganik maddelerle bir araya gelmesi sayesinde şekil alan sekonder parçacıklardır. Agregasyonun kompleks dinamiği; çevresel faktörler, toprak bitki yönetimi, kullanılabilir nem, besin rezervi, değişebilir iyon, mikrobiyal aktivite, pedolojik süreç, organik-C ve tekstür gibi birçok toprak özelliği tarafından etkilenmektedir (Kay 1998).

Toprakların fiziksel ve kimyasal degradasyona uğramaları sonucu üretkenlik kapasiteleri önemli düzeyde sınırlanmaktadır. Özellikle toprakta organik maddenin kaybı veya yetersizliği, toprak verimliliği ve strüktürel gelişimi olumsuz yönde etkilemektedir. Degrade olmuş topraklarda bozulan düzen ve dengenin yeniden tesis edilebilmesi kapsamında toprağa organik kaynaklı materyal ilave edilmesi veya bitki artıklarının toprağa karıştırılması en etkin yöntemdir. Toprak organik maddesi tüm tekstür sınıflarında toprakların fiziksel özelliklerini önem düzeyleri farklı olmakla birlikte etkilemektedir (Haynes *et al.* 1991).

Toprağın agregat stabilitesi üzerine etki eden en önemli faktörlerin başında toprağın kil içeriği ve organik madde miktarı gelmektedir. Toprağa organik materyal uygulamasının agregat stabilitesini olumlu yönde etkilediği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmektedir (Vigerust 1984; Glauser *et al.* 1988). Caravaca *et al.* (2001) toprağa taze organik atık ilavesinin toprakta suya dayanıklı agregat stabilitesini %17, kompostlaşmış organik atık ilavesinin ise kil içeriği yüksek olan topraklarda agregat stabilitesinin %13 oranında artırdığını bildirmektedirler. Araştırmacılar ayrıca her iki toprakta ince silt fraksiyonu içerisindeki organik karbon ve hümin maddelerdeki artışın kompost ilavesi ile doğrudan ilişkili olduğuna dikkat çekmektedirler.

Organik maddece zengin topraklarda toprağın infiltrasyon hızı ve su tutma kapasitesi yüksektir. Organik madde ayrıca başta N, P ve S olmak üzere birçok bitki besin

elementinin kaynağıdır. Organik madde birçok bitki besin elementini negatif yük yüzeylerinde adsorbe ederek topraktan yıkanmasını engeller (Poole 2001). Toprağın agregasyon derecesi ve oluşan agregatların stabilitesi toprak organik madde içeriğinin bir fonksiyonudur. Buna bağlı olarak strüktürel açıdan gelişmiş topraklarda hava ve su kapasitesi de yüksektir. Sonuç itibariyle organik maddece zengin ve strüktürel açıdan gelişmiş topraklarda suyun toprak içerisine infiltrasyonu ve toprak profilindeki hareketi yüzey akışın kontrolü ve erozyon açısından da büyük önem taşımaktadır.

Toprağa ilave edilen organik materyalin toprağın organik madde içeriğinin arttırdığı ve buna bağlı olarak agregat stabilitesi ve geçirgenliğini arttığı birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Tiarks *et al.* 1974; Yalçuk ve Munsuz 1982; MacRae and Mehuys 1985; Pikul and Allmaras 1986). Bununla birlikte Chenu *et al.* (2000), Boix-Fayos *et al.* (2001), Six *et al.* (2004) ve Noellemeyer *et al.* (2008) organik maddenin agregat stabilitesi üzerine olan etkisini farklı şekillerde rapor etmektedirler. Bazı araştırmacılar (Chaney and Swift 1984; Christensen 1986) organik madde ile agregat stabilitesi arasında pozitif ilişkilerin bulunduğunu bildirirken, Hamblin and Greenland (1977), Dormaar (1983) ve Li *et al.* (2010) organik maddenin miktarından ziyade içeriğinin (polisakkaritler, hümik asit veya fulvik asit) agregat stabilitesi üzerinde etkili olduğuna dikkat çekmektedirler.

Mehta *et al.* (1960) ve Acton *et al.* (1963) polisakkaritlerin agregat stabilitesini olumlu yönde etkilediğini, Chaney and Swift (1984 ve 1986) ise bu durumun hümik asitle ilişkili olduğunu bildirmektedirler. Diğer yandan, Fortun *et al.* (1989) hümik asit ve fulvik asit kombinasyonunun agregat stabilitesini pozitif yönde etkilediğini rapor etmektedirler.

Toprak organik maddesi tüm tekstür sınıflarında toprağın fiziksel özelliklerini belirli bir düzeyde etkilemektedir (Haynes *et al.* 1991). Toprak organik karbonu (SOC), agregatlar ve kil arasındaki etkileşim; pH, kation değişim kapasitesi (CEC) ve iyonlar (Na, Ca ve Mg) tarafından etkilenir (Amezketta 1999). Aggelides and Londra (2000) toprakların kimyasal özelliklerinin kompost uygulamasından etkilendiğini, organik madde, toprak

reaksiyonu, elektiriksel iletkenlik ve değişebilir katyon miktarlarının organik madde uygulamasıyla doğru orantılı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Singh and Kansal (1985) ve Pikull and Allmaras (1986) ise toprağa organik atık uygulamasının toprak pH'sını azalttığını belirtmişlerdir.

McBride and Bobes (1989), organik madenin kıvam limitleri üzerinde etkili olduğunu ifade etmiştir. Sönmez (1981), toprağa organik madde ilavesi ile kıvam limitleri arasında önemli bir ilişkinin olduğunu vurgulamıştır. Smith *et al.* (1985) ile Canbolat ve Öztaş (1996) yapmış oldukları bazı çalışmalarda, toprağın organik madde içeriği ile likit limit (LL), plastik limit (PL) ve COLE değerleri arasında önemli pozitif ilişkiler saptamışlardır.

Benzer bir çalışma yapan Sönmez ve Öztaş (1988), toprakların kil içeriği, özgül yüzey alanı, KDK ve higroskopik su değerleri ile LL, PL, COLE, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme (HB), doğrusal büzülme ve serbest şişme indeksi (SSI) arasında önemli pozitif ve büzülme sınırı değerleri ile önemli negatif ilişkiler kaydetmişlerdir.

Canbolat ve Demiralay (1995), toprağa organik materyal ilave edilmesinin toprağın agregat stabilitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla Batı Iğdır ovasından alınan dört adet yüzey toprak örneğine (0-10 cm) organik materyal olarak çiftlik gübresi ve buğday samanını beş farklı düzeyde ilave ederek araştırmışlardır. Altı haftalık bir inkübasyonun sonunda ilave edilen organik madde miktarı arttıkça agregat stabilitesinde önemli derecede artış kaydedildiğini bildirmişlerdir. Deneme topraklarının agregat stabilitesinde sağlanan artışların, çiftlik gübresine nazaran, buğday samanı ilaveli topraklarda daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir.

## **2.2. Hümik Asit Uygulamaları**

Hümik asit; peat, ayrıışmış organik madde, kömür yatakları ve toprakta bulunan, özellikle demir gibi metal katyonlarla kleyt oluşturma özelliğinde olan polimerik

fenolik bileşikler içeren kompleks makro organik moleküller olarak tanımlanmaktadır (Nicolas 1968).

Hümik asit, Schnitzer and Khan (1978) tarafından alkali çözelti ile ekstrakte olup asit koşullarda çöken maddeler olarak tanımlanmaktadır. Fulvik asit ise hem alkali hem de asitte çözünen maddeleri içermektedir.

Hümik maddeler kolloidal özelliklere sahip topraklarda, göllerde, nehirlerde ve sularda oluşan ve doğada en yaygın dağılım gösteren doğal organik maddelerdir. Belli başlı ögeleri hümik asit, fulvik asit ve hüminlerdir (Andriessse 1988).

Ünal ve Başkaya (1981) topraktaki organik maddenin hümin maddeler ve hümin olmayan maddeler olmak üzere iki kısımdan meydana geldiğini; humin olmayan maddelerin bitkisel ve hayvansal artıklar ile bunların ayrışma ürünlerinden meydana geldiğini, hümin maddelerin ise sekonder yapılı dayanıklı polimer maddeleri içine aldığını bildirmektedirler.

Doğadaki çeşitli oranlarda hümik ve fulvik asit içeren bazı kaynaklar Çizelge 2.1'de verilmektedir (Anonymous 2006).

**Çizelge 2.1.** Bazı doğal kaynakların hümik ve fulvik asit miktarları

<b>Doğal kaynaklar</b>	<b>Hümik ve Fulvik Asit içeriği (%)</b>
Leonardit/Humat	40-85
Siyah Peat	10-40
Sapropel Peat	10-20
Kahverengi Kömür	10-30
Hayvan Gübresi	5-15
Kompost	2-5
Toprak	1-5
Atık Çamur	1-5
Sert Kömür	1-5

Humik asit uygulamasının bitki gelişimi ve besin maddelerinin alımı üzerine etkileri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Malik and Azam 1985; Wang *et al.* 1991; Feagbenro and Agboola 1993; Sözüdoğru vd 1996; Günaydın 1999; Kolsarıcı vd 2005).

Hümik asit uygulamasının toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine pozitif katkılar yaptığı uzun yıllardan beri bilinmektedir (Vaughan and Linehan 1976). Yılmaz ve Alagöz (2005) farklı tekstüre sahip topraklara hümik asit uygulamasıyla agregat oluşum ve stabilitesinde önemli düzeyde artış sağlandığını bildirmektedir. Baran vd (2002) hümik asit uygulamasının topraklarda potasyum fiksasyonunu önemli derecede azalttığını ve bu etkileşimin kil tipine bağlı olarak değiştiğini rapor etmektedir.

Usta vd (1996) hümik maddelerin iyi derecede şelat yapıcı maddeler olmaları ve geniş yüzey alanına sahip maddeler olmaları nedeniyle tarım dışında da önemli ölçüde kullanıldığını belirterek endüstride korozyon kirliliğini önleyici ve dispers edici madde olarak uygulandığını ifade etmişlerdir. Diğer yandan humik maddelerin atık su arıtma ve pestisit adsorbsiyonu amacıyla çevre kirliliğinin kontrolünde kullanıldığı da bilinmektedir.

Hümik asitler ucuz bir kaynak olması nedeniyle günümüzde tarım dahil birçok sektörde kullanım avantajı sağlamaktadır. Hümik madde uygulanmasının bitki gelişimini doğrudan veya dolaylı olarak etkilediği ve biyokütle miktarını önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir (Schnitzer and Khan 1978). Doğrudan etkinin bitkinin bünyesinde besin dağılımını değiştirebilecek olan hümik madde bileşenlerinin bitki tarafından alınması şeklinde olabileceğini; dolaylı etkinin ise sentetik iyon değiştiricilerinin yaptığı gibi bitki besin maddelerinin sağlanması ve düzenlenmesi şeklinde olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

### **2.3. Leonardit Uygulamaları**

Leonardit, çok uzun yıllar önce yoğun bitki topluluklarının ve karasal canlı organizmalarının tatlı su göllerinde çökmesi ve yüksek sıcaklık-basınç altında

yataklanmasıyla oluşmuştur. Leonarditin pH'sı 3-5 arasında olup, hümik asit içeriği %50 ile %80 ve nem içeriği %25 ile %40 arasında değişmektedir. Leonardit bitkiler tarafından ihtiyaç duyulan birçok besin elementini içermektedir. Leonardit hem toprak düzenleyici hem de bitki besin elementi kaynağı olarak tarım topraklarına uygulanmaktadır. Leonarditin bu özeliği nedeniyle "Tarımın Kara Altını" olarak adlandırılmaktadır.

Leonardit katı granül formdadır. Toprağa uygulandığında toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirerek biyolojik aktivitesini artırdığı gayet iyi bilinmektedir. Leonardit ayrıca hümik asit üretiminde önemli bir organik kaynak olarak ta kullanılmaktadır.

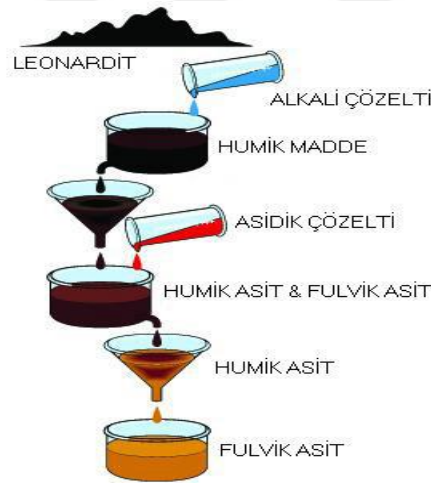
Leonardit; linyitin, kömürleşme sırasında yüksek oranda oksidasyona uğramış halidir. Leonardit bir bitki gelişim düzenleyicisidir ve bundan dolayı gübrelere kullanılması gerekir. Gübrelerin etkinliğini artırır ve toprakta yıkanıp yitmesini engeller. Leonardit organik madde olarak yavaş ayrıştığından hayvan gübresi ve kompost gibi toprakta parçalanıp gitmez (Savaşürk 2005).

Sıvı kullanımda, leonardit, potasyum hidroksit ile "Reaktör" adı verilen makinelerde kimyasal işleme sokularak, ham sıvı hümik asit elde edilir. Homojenizasyon ve filtrasyon işlemlerinden geçirilen sıvı hümik asit şişelenerek ya da konsantre hale getirilerek kurutulup toz halinde paketlenip satışa sunulur. Sıvı ya da toz hümik asitler (Toz humatlar suda tamamen eriyebilme özelliğine sahiptir.) sulama suyuna karıştırılarak kullanılabilceği gibi, yapraktan da uygulanabilirler. Leonardit; katı (granül ya da pelet) veya sıvı (ya da toz) olarak tarımda tek başına kullanılacağı gibi doğal ya da kimyasal gübreler ile (NPK) karıştırılarak da kullanılabilirler. Leonardit ve leonarditten elde edilen hümik asitler bütün dünya ülkelerince kabul edilmiş olan Organik (Ekolojik) tarıma tam uygunluk sertifikasına da sahiptir.

Gelişmiş ülkelerin tarımda kimyasal gübre ve ilaç kullanımına getirdikleri sınırlamalar ve yasakların yanı sıra organik tarım ürünlerine olan talep artışları da leonardit kullanımının hızla yaygınlaşmasında önemli bir etken olmaktadır (Anonim 2006).

Katı kullanımda, madenden çıkartılan leonardit, kırılması, öğütülmesi, elenmesi, içerisindeki yabancı maddelerin temizlenmesi ve kurutulup suyunun alınması için bir dizi tesislerde, çeşitli ve uzun süreli işlemlerden geçirilir. Homojenizasyon işleminden de geçirildikten sonra torbalanıp piyasaya sürülen leonardit (Toprağın, bitkinin ve leonarditin türü ve özelliklerine göre) değişen oranlarda toprakla karıştırılır (Anonim 2006).

Leonarditten hümik ve fulvik asitin hangi aşamalar gerçekleştikten sonra elde edildiği Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



**Şekil 2.1.** Leonarditten hümik ve fulvik asit elde edilmesi (Anonymous 2006)

Leonardit ve Leonardit'ten elde edilen hümik asitlerin tarımsal amaçlı kullanımı ile toprağın fiziksel özelliklerini düzenlemek, agregat stabilitesini arttırmak, hacim ağırlığını düşürerek su tutma kapasitesini ve havalanmayı arttırmak, topraktaki bazı kimyasalların ve kimyasal gübrelerin olumsuz etkilerini azaltmak, toprağa besin elementi sağlamak, organik madde sağlayarak topraktaki mikroorganizma faaliyetini hızlandırmak, bitki kök sisteminin gelişimini arttırmak, ürün verimini ve kalitesini

iyileştirmek gibi çok yönlü faydaların sağlanabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Lee and Bartlett 1976; Pal and Sengupta 1985; Chen and Aviad 1990; Yılmaz vd 2008).



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu araştırmada kullanılan topraklar Konya Karapınar Bölgesi Çukurca Mevkiinden alınmıştır. Konya Karapınar Türkiye'nin rüzgâr erozyonu açısından en riskli bölgeleri arasında yer almaktadır. Ülkemizde rüzgâr erozyonuna uğrayan sahaların yaklaşık ¼'i Karapınar ve çevresinde bulunmaktadır. Karapınar ve çevresinde rüzgâr erozyonunun bu kadar büyük bir oranda görülmesinde fiziki coğrafya faktörlerinin etkileri erozyonu hazırlayıcı olmakla birlikte, esas etken beşeri faktörler olmuştur. Bölgenin Türkiye'nin en az yağış alan yerlerinden biri olması ve Karapınar, Akgöl ve Hotamış Bataklığı ve çevresinde bitki örtüsünün insan kaynaklı olarak tahrip edilmesi rüzgar erozyonu tetikleyen en temel iki faktör olarak değerlendirmektedir.

Karapınar ve çevresi, bitki örtüsü bakımından fakirdir. Genellikle toprak yüzeyinde seyrek olarak geven, sığırkuyruğu ve tapır gibi bitki türleri yer almaktadır. Bozkır vejetasyonuna ait bitki bitkilerin yakacak ve hayvan olatmak maksadıyla ortadan kaldırılması erozyonunun yörede aktif hale geçmesinde en önemli unsur olmuştur.

Karapınar ve çevresinde rüzgâr erozyonu ile mücadele çalışmaları 1962 yılından günümüze kadar devam etmektedir. Erozyon bölgesinde önce kum, çakıl ve toz deposu olan yerler keşfedilmiş ve çalışmalara buralardan başlanmıştır. Daha sonra kamış perdeler ve bitki örtüsü teminine çalışılmıştır. Bugün meyve bahçeleri, su kanalları ile cazip bir mesire yeri haline getirilen erozyon sahası halen erozyon tehdidi ile karşı karşıya bulunmaktadır.



**Şekil 3.1.** Toprak örneğinin alındığı Konya-Karapınar bölgesi arazi durumu

Bu çalışmada kullanılan toprak örnekleri rüzgar erozyonuna maruz toprakların 20 cm lik üst toprak derinliğinden alınarak laboratuvar olarak havada kurutulmuş ve 2 mm lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprak örnekleri kaba bünyeli ve kumlu siltli tectüre sahiptir. Deneme amacına bağlı olarak toprak örnekleri kompoze edilmiş ve 1 adet toprak örneği muameleye alınmıştır.

Çalışmada, ticari olarak piyasada satılan ve üreticiler tarafından kullanılan granül haldeki işlenmiş Leonardit ve %15'lik (Hümik Asit+ Fülvik Asit) sıvı hümik asit kullanılmıştır. Kompoze toprak örneğinden her biri 100 gram olacak şekilde alt-toprak numuneleri alınarak 15 adet plastik kap içerisine konulmuştur. Hümik asit ve leonardit uygulama miktarları fırın kurusu toprak ağırlık esasına göre belirlenmiştir. Hem sıvı hümik asit (0.66 ppm ve 1.32 ppm) ve hem de granül leonardit (%10 ve %20) toprak ağırlık esasına göre 2 farklı dozda uygulanmış ve toprak örnekleri 45 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır.

## **3.2. Yöntemler**

### **3.2.1. Laboratuvar analiz yöntemleri**

Analize hazırlanan örneklerin fiziksel, kimyasal ve özellikleri aşağıdaki yöntemlerle belirlenmiştir.

#### **3.2.1.a. Toprak tekstürü (Mekanik analiz)**

Toprakların tekstürleri Bouyoucos hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Gee and Bauder 1986).

#### **3.2.1.b. Toprak reaksiyonu (pH)**

Toprakların pH'ları 1:2,5'lük toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (Mc Lean 1982).

#### **3.2.1.c. Kireç**

Toprakların kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Nelson 1982).

#### **3.2.1.d. Organik madde (OM)**

Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Nelson and Sommers 1982).

### 3.2.1.e. Elektriksel iletkenlik (EC)

Hazırlanan saturasyon macunlarından elde edilen ekstraksiyon süzüklerinde elektriki kondüktivite aleti ile  $\mu\text{hos/cm}$  olarak belirlenmiştir (Rhoades 1982).

### 3.2.1.f. Agregat Analizi

#### 1. Kuru agregat analizi ve mekaniksel stabilite

Birim kütle toprağın  $<0.42$ ,  $0.42-0.84$ ,  $0.84-2$ ,  $2-4$ ,  $>4$  mm'lik elek setinden 2 kez elenmesiyle belirlenmiştir. Mekaniksel stabilite Chepil (1952) ye göre aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$MS = \frac{W1}{W2} \times 100$$

Burada;

MS: Mekaniksel stabilite, %

W1: 1. eleme sonu 0.84 mm den büyük parçacıklar, %

W2: 2. eleme sonu 0.84 mm den büyük parçacıklar, %

#### 2. Agregat stabilitesi

Toprakların agregat stabilitesi değerleri hava kuru  $<0.5$ ,  $0.5-1.0$ ,  $1-2$ ,  $2-4$  büyüklüğündeki agregat fraksiyonlarında 0,25 mm. elek açıklığında, 12,7 mm. darbe uzunluğu ve 42 devir/dak. darbe frekansına sahip yoder tipi ıslak eleme aleti kullanılarak belirlenmiştir (Kemper and Rosenau 1986).

$$AS = \frac{P_1 - P_2}{P - P_2} \times 100$$

Burada;

AS: Agregat stabilitesi, %

P<sub>1</sub>: Stabil agregat + Kum miktarı, g

P<sub>2</sub>: Kum miktarı, g

P: Fırın kuru toprak miktarı, g

### 3.2.2. İstatistiksel değerlendirme

Çalışma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutularak önemli olan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma test yöntemi uygulanmıştır. Hesaplamalarda istatistik anlamlılık düzeyi %5 olarak alınmış ve hesaplamalar için SPSS (IBM SPSS for Windows, Ver.21) istatistik paket programı kullanılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Genel Toprak Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan kompoze toprak örneğinin ölçülen fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de görülmektedir. Deneme toprağı %10.7 kil, %18.5 silt ve %70.8 kum içermekte olup kumlu tın (SL) tekstüre sahiptir. Alkalin toprak reaksiyonuna sahip (pH:8.13) deneme toprağının organik madde içeriğı %1.22, elektriksel iletkenliğı 0.41 mmhos cm<sup>-1</sup> ve kireç içeriğı %37.5’tir.

**Çizelge 4.1.** Deneme toprağının genel özellikleri

Tane büyüklük dağılımı			Tekstür Sınıfı	pH 1:2.5	OM %	EC mmhos cm <sup>-1</sup>	CaCO <sub>3</sub> %
Kil	Silt	Kum					
10.7	18.5	70.8	SL	8.13	1.22	0.41	37.5

### 4.2. Hümik Asit ve Leonardit Uygulamasının Mekaniksel Stabilite (MS) Üzerine Etkileri

Deneme toprağının kuru agregat analizine göre 0.42 mm’den küçük ve 0.84 mm’den büyük parçacık büyüklük oranları Çizelge 4.2’de görülmektedir. Rüzgar erozyonu sahalarında 0.42 mm’den küçük parçacıkların oranı büyük önem taşımaktadır. Bu oranın stabil topraklarda %10’u aşması arzu edilmez. Oysa deneme öncesinde toprak örneğinin 0.42 mm’den küçük parçacıklar oranı ilk elemelerde %22 ve ikinci elemelerde %34 oranındadır. Bu durum deneme toprağının rüzgar erozyonuna karşı son derece hassas olduğunu ve rüzgarın mekanik etkisi altında dağılmaya karşı önemli düzeyde yatkınlık gösterdiğine işaret etmektedir. İnkübasyon sonrası (45 gün sonunda) hümik asit uygulanmış toprakların 0.42 mm’den küçük parçacıklar oranı 1 ve 2. elemeler için sırasıyla %12 ve %15 olmuştur.

Her ne kadar 0.42 mm'den küçük parçacıkların oranı %10'un altına düşmemiş olsa da hümik asit uygulaması ile bu oranın %22'den %12'ye düştüğü görülmektedir. Diğer bir ifade ile hümik asit uygulaması 0.42 mm'den küçük parçacıkların oranını ilk elemde %45 oranında azaltmıştır. Rüzgarın ufalama etkisinin bir göstergesi olarak 2. elemde 0.42 mm'den küçük parçacıkların oranının daha yüksek bir oranda (%56) azalmış olması, hümik asit uygulaması ile agregat oluşumunun ve oluşan agregatların stabilitesinin daha yüksek olduğuna işaret etmektedir. Benzer şekilde leonardit uygulamasına bağlı olarak da mekaniksel stabilitenin arttığı görülmektedir. Leonardit uygulaması ile 0.42 mm'den küçük parçacıkların oranı %32'lik bir azalma göstermiş ve %15 seviyelerine düşmüştür. İkinci elemde ise azalış oranı %44 oranında gerçekleşmiştir.

Diğer yandan, hem hümik asit hem de leonardit uygulamaları ile 0.84 mm'den büyük parçacıkların oranında önemli düzeylerde artışlar sağlanmıştır. Bu durum her iki organik materyal uygulaması ile deneme toprağında agregat oluşumunun arttığına ve daha büyük çaplı agregatların oluşmasının gerçekleştiğine işaret etmektedir. Deneme toprağının 0.84 mm'den büyük parçacık oranında hümik asit uygulaması ile %17, leonardit uygulaması ile %10'luk bir artış sağlanmıştır. Artış oranlarının nispeten düşük görülmelerinin sebebi, deneme toprağının muamele öncesinde sahip olduğu 0.84 mm'den büyük parçacıkların yüksek oransal değeri (%71) ile ilgili bir durumdur. Deneme toprağının mekaniksel stabilitesi deneme öncesinde oldukça yüksektir (%88.7). Bu değer deneme toprağının erozyona karşı dirençli olduğundan çok rüzgarın parçalama etkisine karşı nispeten dayanıklı olduğunu gösterir. Halbuki toprakta 0.42 mm'den küçük parçacıkların oranı oldukça yüksek ve toprak erozyona karşıda hassastır. Ortalama üzerinde deneme toprağının mekaniksel stabilite değeri hümik asit uygulaması ile %95.2, leonardit uygulaması ile de %92.3'e kadar yükselmektedir. Yani hemen hemen toprağın tamamına yakını rüzgarın parçalama etkisine karşı stabil duruma getirilebilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Deneme toprağının mekaniksel stabilite oranları

Kuru eleme		Parçacık dağılımı		Mekaniksel Stabilite	Parçacık dağılımı		Mekaniksel Stabilite	Parçacık dağılımı		Mekaniksel Stabilite
		%		%	%		%	%		%
		Deneme öncesi (Kontrol)		İnkübasyon sonrası (Hümkik Asit)		İnkübasyon sonrası (Leonardit)				
		<0.42 mm	>0.84 mm		<0.42 mm	>0.84 mm		<0.42 mm	>0.84 mm	
1.	Elem	22	71	88.7	12	83	95.2	15	78	92.3
2.	Elem	34	63		15	79		19	72	

### 4.3. Hümkik Asit ve Leonardit Uygulamasının Agregat Stabilitesi Üzerine Etkileri

Hümkik asit ve leonardit uygulamasının toprakta agregat oluşumu ve oluşan agregatların stabilitesine etkisinin ortaya konulmasında ıslak eleme yöntemine göre belirlenen suya dayanıklı agregat analizi daha belirleyici olmaktadır. Bu nedenle her ne kadar deneme toprağı rüzgar erozyon sahasından alınmış olsa da su erozyonuna karşı mukavemetinin belirlenmesi de bu çalışmada hedeflenmiştir. Bu kapsamda, inkübasyonun 15, 30 ve 45. günlerinde alınan alt-toprak örneklerinde ıslak agregat analizi yapılmıştır.

İki farklı dozda hümkik asit ve leonardit uygulanan toprakların agregat stabilitesi değerleri önemli düzeylerde farklılıklar göstermektedir (Çizelge 4.3). Her iki organik kaynaklı muamele uygulamasının agregat stabilitesi üzerine etkisi 15 günlük inkübasyon sonrası en yüksek değerlere ulaşmış, inkübasyon süresi ile birlikte azalmıştır.

İnkübasyon periyodunun 15. ve 30. günlerinde alınan alt-toprak örneklerinin agregat stabilite değerlerinin oldukça değişken, buna karşılık 45. gününde alınan alt-toprak örneklerinin çok daha stabil olduğu görülmektedir. Agregat stabilitesi ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre gruplar arası farkın “15.gün” ve “30.gün” lere istatistik olarak anlamlı çıkması ( $p<0,05$ ), buna karşılık 45. günde gruplar arası farkın istatistik olarak anlamlı bulunmaması da buna işaret etmektedir. Bu durum özellikle 15

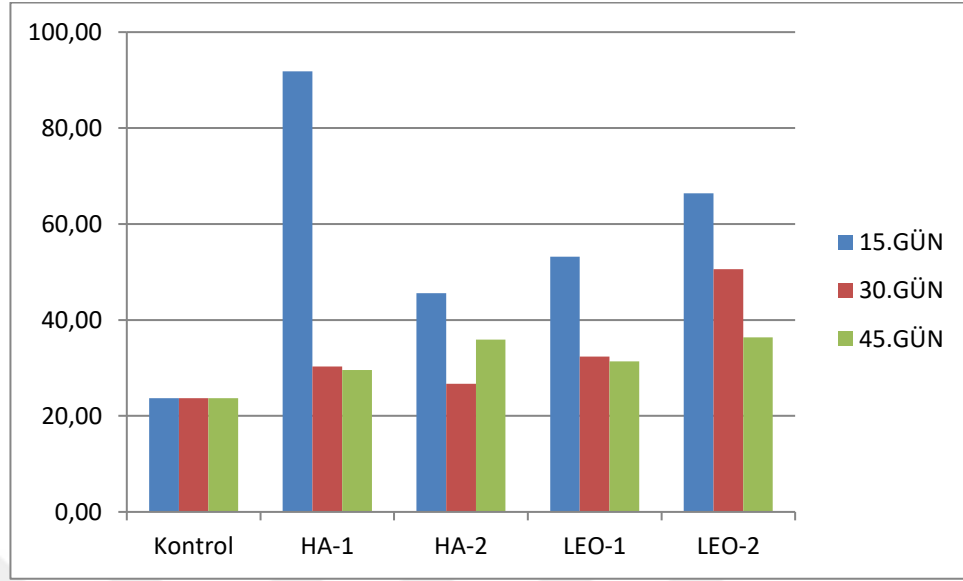
günlük bir inkübasyon döneminin hümik asit ve leonarditin etkisini belirleme bakımından yetersiz olduğu şeklinde değerlendirilmiş ve etkinlik karşılaştırmaları 45 günlük inkübasyon periyodu sonunda belirlenen agregat stabilite değerleri üzerinden yapılmıştır. Deneme toprağının başlangıç agregat stabilitesi ortalama üzerinde %23.7'dir. Hümik asit uygulaması ile 45 günlük inkübasyon periyodu sonunda doza bağlı olarak 1. doz uygulaması ile %29.6 ve 2. doz uygulaması ile %35.9'a yükselmiştir. Agregat stabilitesinin kontrole göre artış oranı sırasıyla %24.8 ve %51.5 olarak gerçekleşmiştir.

Benzer şekilde leonardit uygulaması ile 45 günlük inkübasyon periyodu sonunda deneme toprağının agregat stabilitesi değerleri doza bağlı olarak 1. doz uygulaması ile %31.4 ve 2. doz uygulaması ile %36.4'e yükselmiştir.

Agregat stabilitesinin kontrole göre artış oranı sırasıyla %32.5 ve %53.6 olarak gerçekleşmiştir. Buna göre her iki organik kaynaklı girdi uygulamasının toprağın agregat stabilitesinin önemli derecede arttırdığı ve leonardit uygulamasının hümik asit uygulamasına göre daha fazla etkili olduğu söylenebilir.

**Çizelge 4.3.** 45 günlük inkübasyon sonunda Hümik asit ve Leonardit uygulamasının agregat stabilitesi üzerine etkisi

Uygulamalar	@45.GÜN				*.p.
	Min.	Maks.	Ort.	Std.	
Kontrol	22.2	26.4	23.7	3.7	
HA-1	24.0	37.1	29.6	4.8	.011
HA-2	24.0	57.5	35.9	14.0	.031
Leonardit-1	26.1	40.5	31.4	5.3	.009
Leonardit-2	30.3	43.0	36.4	4.6	.016



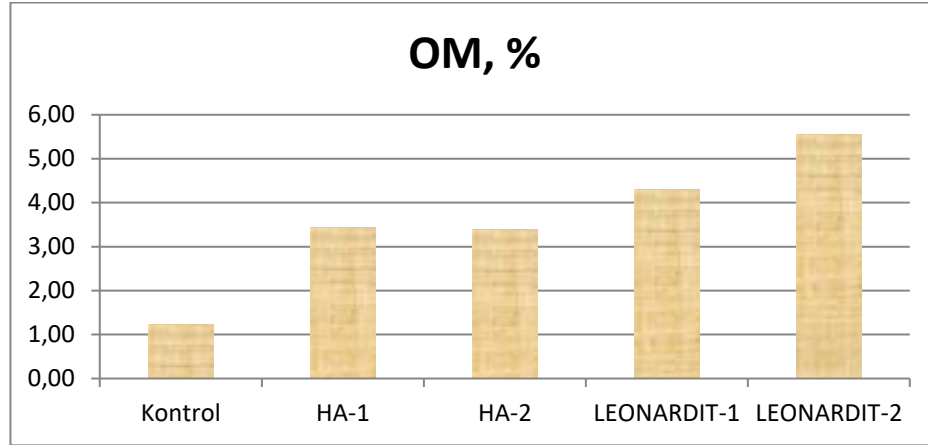
**Şekil 4.1.** Hümik asit ve leonardit uygulamalarının inkübasyon periyodu uzunluğuna bağlı olarak agregat stabilitesi üzerine etkileri

#### 4.4. Hümik Asit ve Leonardit Uygulamasının Toprak Organik Madde İçeriği Üzerine Etkileri

Deneme toprağının başlangıç organik madde içeriği %1.22'dir. Hem hümik asit hem de leonardit uygulamaları ile toprağın organik madde içeriğinde çok önemli düzeylerde ( $p < 0,01$ ) artışlar sağlanmıştır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.2). Deneme toprağının organik madde içeriği hümik asit uygulaması ile yaklaşık %180 ve leonardit uygulaması ile de %350'ye kadar bir artış sağlanmıştır. En yüksek organik madde içeriğine (%5.55) leonardit-2 uygulaması ile ulaşılmıştır.

**Çizelge 4.4.** Hümik asit ve leonardit uygulamasının organik madde içeriği üzerine etkisi

Uygulamalar	Minimum	Maksimum	Ortalama	*p.
Kontrol	0.89	1.27	1.22D	
HA-1	2.60	5.46	3.44C	
HA-2	2.63	4.39	3.39C	.001
Leonardit-1	3.49	5.60	4.31B	
Leonardit-2	4.70	7.29	5.55A	



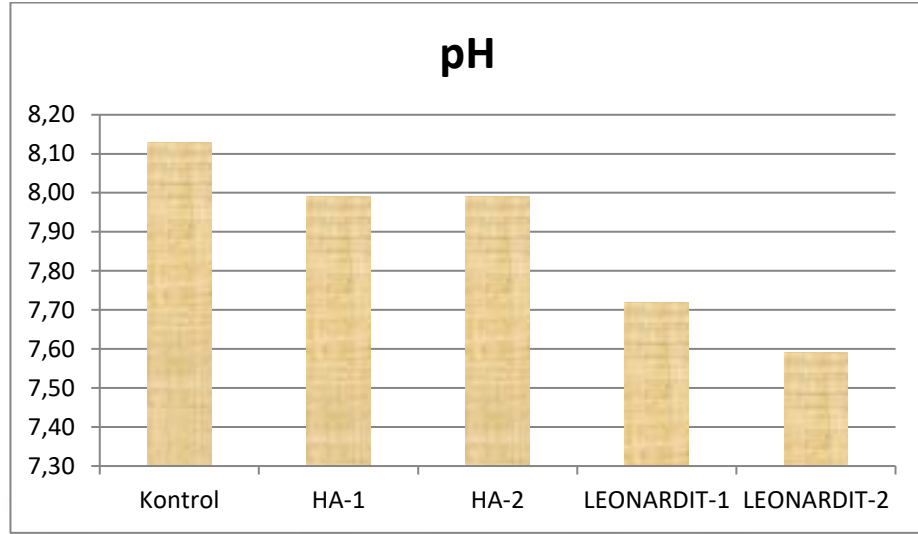
**Şekil 4.2.** Hümik asit ve leonardit uygulamasının organik madde içeriği üzerine etkisi

#### 4.5. Hümik Asit ve Leonardit Uygulamasının Toprak Reaksiyonu (pH) Üzerine Etkileri

Deneme toprağının başlangıç pH'sı 8.13'tür. Hümik asit uygulaması ile toprak pH'sında azalmalar meydana gelmekle birlikte ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Buna karşılık leonardit uygulaması ile toprak reaksiyonunda çok önemli düzeylerde ( $p < 0,01$ ) değişimler meydana gelmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3). Toprak reaksiyonu bakımından gruplar arası fark istatistik olarak anlamlı ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur. Deneme toprağının pH'sı uygulamalar sonrası 7.59'a kadar düşmüştür. Hümik asit uygulaması ile toprak reaksiyonundaki azalış yalnızca %1.7 iken, leonardit uygulaması ile %6.6'dır. En düşük pH değerine (%7.59) leonardit-2 uygulaması ile ulaşılmıştır. Leonarditin pH yerine daha yüksek düzeyde etkinlik göstermesinin leonarditin pH'sı ile (3,5) ilgili olduğu düşünülmüştür.

**Çizelge 4.5.** Hümik asit ve leonardit uygulamasının pH üzerine etkisi

Uygulamalar	Minimum	Maksimum	Ortalama	*p.
Kontrol	8.11	8.29	8.13A	
HA-1	7.97	8.15	7.99AB	
HA-2	7.95	8.10	7.99AB	.016
Leonardit-1	7.68	7.82	7.72B	
Leonardit-2	7.55	7.61	7.59C	



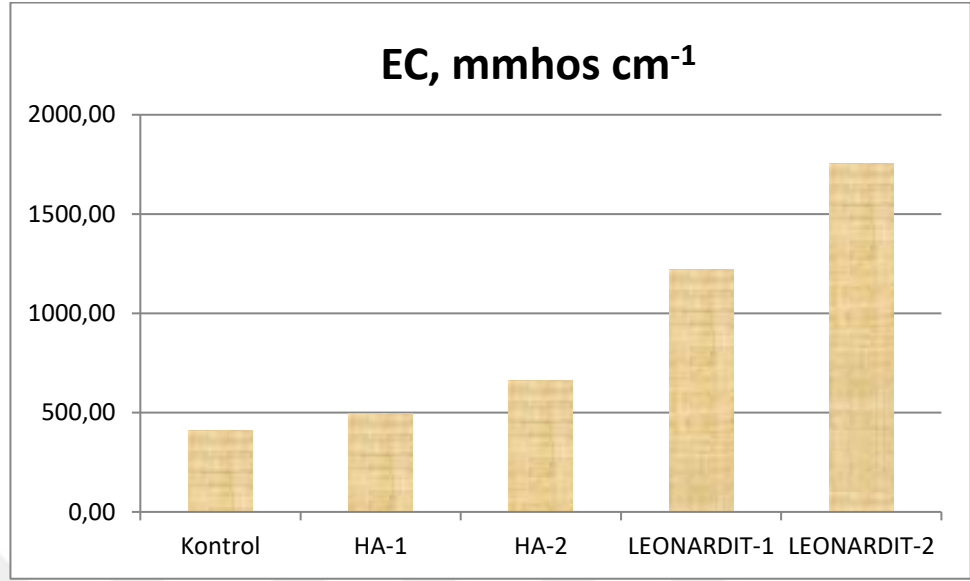
**Şekil 4.3.** Hümik asit ve leonardit uygulamasının pH üzerine etkisi

#### 4.6. Hümik Asit ve Leonardit Uygulamasının Toprak Elektriksel İletkenliği (EC) Üzerine Etkileri

Deneme toprağının başlangıç elektriksel iletkenlik (EC) değeri 0,410 mmhos  $\text{cm}^{-1}$ 'dir. Hümik asit uygulaması ile toprak elektriksel iletkenliği önemli miktarlarda artmıştır. Ancak her iki dozda da hümik asit uygulamalarının EC üzerindeki artışı kontrole göre istatistiksel anlamda önemli bir fark yaratmamıştır. Buna karşılık leonardit uygulaması ile toprak elektriksel iletkenliği çok önemli düzeylerde ( $p < 0,01$ ) yükselmiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.4). Deneme toprağının EC'si hümik asit uygulaması ile doza bağlı olarak sırasıyla %20,7 ve %61,4, leonardit uygulaması ile de 2,97 ve 4,28 kat artmıştır. En düşük EC değerine (1755  $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ ) leonardit-2 uygulaması ile ulaşılmıştır.

**Çizelge 4.6.** Hümik asit ve leonardit uygulamasının EC üzerine etkisi

Uygulamalar	Minimum	Maksimum	Ortalama	*p.
mmhos $\text{cm}^{-1}$				
Kontrol	0,378	0,423	0,410C	
HA-1	0,489	0,585	0,495C	
HA-2	0,610	0,711	0,662C	.009
Leonardit-1	0,725	1,246	1,220B	
Leonardit-2	1,290	1,900	1,755A	



**Şekil 4.4.** Hümik asit ve leonardit uygulamasının EC üzerine etkisi

## 5. SONUÇ

Toprakta strüktürel yapının oluşumunda ve toprakta agregatlaşmayı teşvik etmede organik maddelerin ve minerallerin önemi büyüktür. Ülkemiz topraklarının uzun yıllardır işlemeli tarım altında oluşu, iklim özellikleri ve hatalı insan uygulamaları sonucunda organik madde kapsamı oldukça azalmıştır. Bunun yanında sahip olduğumuz doğal leonardit yataklarının değerlendirilmesi sonucunda elde edilecek hümik asit içeriği topraklarımızın erozyondan korunması, verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilir yönetimi için katkı sağlayabilir.

Bu çalışmada, rüzgar erozyonuna maruz Konya Karapınar ilçesi Çukurca mevkiinden alınan kompoze toprak örneğine ağırlık esasına göre iki farklı dozda ilave edilen hümik asit ve leonarditin 45 günlük inkübasyon periyodunun 15. 30. ve 45. günlerinde toprağın bazı strüktürel ölçütleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Hümik asit ve leonardit uygulamasına bağlı olarak toprakta 0.42 mm'den küçük parçacık fraksiyonunun önemli derecede azaldığı buna karşılık 0.84 mm'den büyük parçacık fraksiyonlarında ise önemli düzeylerde artış sağlandığı belirlenmiştir. Ayrıca, hümik asit ve leonardit uygulamasının toprakta mekaniksel stabilite, agregat stabilitesi ve organik madde içeriğini de istatistiksel anlamda önemli düzeylerde ( $p<0.05$ ) arttırdığı saptanmıştır.

Bu bilimsel araştırmanın sonucunda elde edilen veriler dikkate alınarak, toprakta hava, su ve mineral dengesinin oluşmasında temel faktör olan toprak strüktürünün geliştirilebilmesi, toprakta strüktürel yapıyı geliştiren hümik asit ve leonardit gibi organik materyallerin gerekli düzeyde topraklara uygulanması ile toprağın yapısal özelliklerinin geliştirilmesi önemli bulunmuştur.

**KAYNAKLAR**

- Aggelides, S.M. and Londra, P.A. 2000. Effects of Compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource Technology*, 71: 253-259.
- Akalan, İ. 1973. Toprak Fiziki, AÜZF Ders kitabı, No:172, Ankara.
- Amezket E. 1999. Soil aggregate stability: a review. *J. Sustain. Agric.* 14, 83– 151.
- Andriess, J.P. 1988. Nature and management of tropical peat soils. *FAO Soils Bulletin* 59, Rome.
- Anonim, 2006. Humik asitlerin yararları. Web sitesi.
- Anonim, 2017. <http://www.izotar.com/teknik10.htm>. Erişim Tarihi: 18.03.2017
- Anonymous, 2003. *Managing Soil Organic Matter, Soil Quality. Technical Note No:5. USDA, USA.*
- Anonymous, 2006. Humic acids and their sources. Image Brochure.01. Web adresi.
- Anonymous, 2017. <http://www.humintech.com/> Erişim Tarihi: 10.04.2017
- Boix-Fayos, C., Calvo-Cases, A., Imeson, A. C. Sorianosoto, M. D. 2001. Influence of soil properties on the aggregation of some Mediterranean soils and the use of aggregate size and stability as land degradation indicators. *Catena*, 44:47-67.
- Bronick C.J. and R. Lal. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma* 124: 3–22.
- Canbolat M.Y. Öztaş T. 1996. Toprağın kıvam limitleri üzerine etki eden faktörler ve kıvam limitlerinin tarımsal yönden değerlendirilmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ziraat Derg.*
- Canbolat, M., Demiralay, İ. 1995. Organik materyal ilave edilmiş toprakların agregat stabilitesi, briket hacim ağırlığı ve kırılma değeri arasındaki ilişkiler. *Türkiye Toprak İlmi Derneği Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt II. Yayın No: 7, ss:A-116 A-124, Ankara*
- Caravaca, F., Lax, A. and Albaladejo, J., 2001. Soil aggregate stability and organic matter in clay and fine silt fraction in urban refuse-amended semiarid soils. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 1235,1238.
- Chaney, K. and Swift, R.S., 1984. The influence of organic matter on the stability of some British Soils. *Journal of Soil Science*, 35:223-230.
- Chaney, K. and Swift, R.S. 1986. Studies on aggregate stability. (2) The effect of humic substances on the stability of re-formed aggregates. *Journal of Soil Science*, 37: 331-343.
- Chen, Y. and Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth . In: *Humic Substances in Soil and Crop Science. Selected Readings, ASA-SSSA*, 161-186 , Madison.
- Chenu, C., Le Bissonnais, Y. and D. Arrouays 2000. Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1479-1486.
- Chepil, W.S. 1952. Improved rotary sieve for measuring state and stability of dry soil structure. *Soil Sci.Soc. Am. Proc.*16:113.117.
- Christensen, B. 1986. Straw incorporation and soil organic matter in macroaggregates and particle size separates. *Soil Sci.* 37:125-135.

- Demiralay, İ. 1977. Toprak Fiziki Ders Notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Erzurum, 232.
- Doormar, J. F. 1983. Chemical properties of soil and water –stable aggregate after sixty –seven years of cropping to spring wheat. *Plant and Soil*, 75:51-61.
- Fortun, C, Fortun, A. and Almendros, G., 1989. The effect of organic materials and their humified fractions on the formation and stabilization of soil aggregates. *The Science of the Total Environment*, 81/82: 561-568.
- Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd edition. Agronomy No: 9. 383-411, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Glauser, R., Doner, H. E. and Paul, E. A. 1988. Soil aggregate stability as a function of particle size in sludge-treated soils. *Soil Sci.* 146(1):37-42.
- Hamblin, A. R. and Greenland, D. J. 1977. Effect of organic constituents and complexing memlions on aggregate stability of some East Anglian Soils. *Journal of Soil Science*, 31: 203-215.
- Haynes, R.J., Swift, R.S. and Stephen, R.C. 1991. Influence of mixed cropping rotations pasture-arable on organic matter content water stable aggregation and clod porosity in a group of soils. *Soil & Tillage Research* 19: 77-87.
- Kay, B.D., 1998. Soil structure and organic carbon: a review. In: Lal, R., Kimble, J.M., Follett, R.F., Stewart, B.A. (Eds.), *Soil processes and the carbon cycle*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 169– 197.
- Kemper, W.D. and Rosenau, R.C. 1986. Aggregate stability and size distribution. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 425-442, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Lee, Y. S. and Bartlett, R. J. 1976. Stimulation of plant growth by humic substances. *Soil Science Society of America Journal*, 40 : 876-879.
- Macrae, R. J. and G. R. Mehuys. 1985. The effect of green manuring on the physical properties of temperate-area soils. *Advances in Soil Science*, 3: 71-94.
- McBride, R.A. and Bobes M.L. 1989. A Re-examination of alternative test procedures for soil consistency limit determination. I. A compression based procedure. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:178-183.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 199-224, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 539-579, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and gypsum. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 181-197, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Nicolas, R.E. 1968. Hermann, Paris. pp, 147-153
- Noellemeyer, E., Frank, F., Alvarez, C, Morazzo, G. and Quiroga, A. 2008. Carbon contents and aggregation related to soil physical and biological properties under a land-use sequence in the semiarid region of central Argentina. *Soil & Tillage Research*, 99: 179-190.

- Öztaş, T. 2012. Toprak Strüktürü. Sürdürülebilir Toprak Verimliliği. Güncellenmiş 3. Baskı. ISSN: 978-605-86684-0-9. s.15-36.
- Pal, S. and Sengupta, M. B. 1985. Nature and properties of humic acid prepared from different sources and its effects on nutrient availability. *Plant and Soil*, 88:91-95.
- Pikull, J.L. and Allmaras, R.R. 1986. Physical and chemical properties of a Haploxeroll after fifty years of residue management. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50 (1): 214-219.
- Poole, E. T. 2001. Soil Organic Matter Fact Sheet 783. University of Maryland, USA.
- Rhoades, J.D. 1982. Soluble salts. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 167-179. Madison, Wisconsin USA.*
- Savaştürk, Ö. 2005. Türkiye’de organik gübre üretimi ve tüketimi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Lisans Tezi. Ankara.
- Schnitzer, M. and Khan, S. U. 1978. *Soil Organic Matter. Academic Pres., New York.*
- Shirani, H., Hajabbasi, M. A., Afyuni, M. and Hemmat, A. 2002. Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in Central Iran. *Soil and Tillage Research* 68, 101-108.
- Singh, J. and Kansal, B.D. 1985. Effects of long-term application of municipal waste water on some chemical properties of soils. *J.of Res. Punjab Agr. Uni.*, 22: 235-242.
- Six, J., Bossuyt, H., De Greyze , S. and Deneff, K. 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil & Tillage Research*, 79: 7-31.
- Six, J., Elliott, E.T. and Paustian, K. 2000. Soil structure and soil organic matter: II. A normalized stability index and the effect of mineralogy. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64, 1042– 1049.
- Smith, C.W., Hadas A, Dan J. and Koyumjisky H. 1985. Shrinkage Atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in Israel. *Geoderma* 35: 47–65.
- Sönmez K, 1981. Ahır gübresinin killi toprağın büzülme özelliği üzerine etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ziraat Der. Cilt: 12, Sayı 2-3, S: 31-37. Erzurum.
- Sönmez K. Öztaş T. 1988. Iğdır yöresi yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkiler. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ziraat Derg. Cilt:19 Sayı: 1-4.
- Stratton, M. L., Barker, A. U. and Rechcigl, J. E. 1995. *Soil Amendments and Enviromental Quality . CRC Press. USA. pp. 249-309.*
- Tiarks, A. E., A. P. Mazurak and L. Chesnin. 1974 . Physical properties of soil associated with heavy application of manure from cattle, feedlots. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 38 (5): 826-830.
- Ünal, H., Başkaya, H. 1981. *Toprak Kimyası. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 759, Ankara.*
- Usta, S., Sözüdoğru S. Çaycı, G. 1996. Ülkemizdeki bazı peat ve peat benzeri materyallerin kimyasal özellikler ile humik ve fulvik asit kapsamları üzerine bir araştırma. *Tr. J of Agriculture and Forestry* 20: 27–33. TÜBİTAK, Ankara.
- Vigerust, E. 1984. Use of sewage sludge on green area utilization of sewage sludge on land, rates of application and long-term effects of metals (Ed; Berlung, R.D. davis) Reidel Pub. Com.

- Yalçuk, H., N. Munsuz, 1984 . İzmir ili çöplerinin işlenmesiyle elde edilen gübrenin toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi, Ankara Üni., Ziraat Fak. Yıllığı, Ankara, 32: 66-73.
- Yılmaz, E., Alagöz, Z., Öktüren, F. 2008. Farklı organik materyal uygulamalarının toprak agregatları üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (2): 213-222.
- Zhang, B. and Horn, R., 2001. Mechanisms of aggregate stabilization in Ultisols from subtropical China. Geoderma, 99: 123-145.



## ÖZGEÇMİŞ

09.09.1990 tarihinde Sinop'ta doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara'da, lise öğrenimini ise Sinop, Ankara ve Erzurum'da tamamladı. 2009 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümünden 2013 yılında mezun oldu. 2014 Eylül ayında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

