

KARASAL VEYA KARASAL KÖKENLİ HUMİK MADDE ELDESİNDE YENİ BİR KAYNAK ARAŞTIRMASI

Elif ŞAHİN

elifgediklisahin@hotmail.com

ÖZET

Humik maddeler, hem karada hem de sulu ortamlarda bulunan en önemli organik karbon kaynaklarıdır. Humik maddelerin uygulama alanlarını; tarım, endüstri, çevre ve biyotıp olmak üzere dört ana kategoriye ayırmak mümkündür. Uygulama alanlarının bu kadar fazla oluşu ve kaynağının doğadan oluşu humik maddelerin günümüz endüstrisinde büyük bir öneminin olduğunu ve daha birçok yeni alanda kullanılabileceklerini göstermektedir. Doğadaki bu mükemmel maddenin buldukları bölgelere göre farklılıklar arz etmesinden dolayı keşfedilmeyi bekleyen birçok bilinmeyi bulunmaktadır.

Çernezyom (kara toprak), dünyanın en verimli yerli toprağıdır. Coğrafi olarak yarı nemli step bölgelerinde yağışın artış gösterdiği yüksek platolarda, dağ çayırlarının altında görülen; üzerindeki gür bitki örtüsünün düşük sıcaklığa bağlı olarak ayrışmaması nedeniyle humusça zengin olan koyu renkli topraklardır. Türkiye’de Erzurum-Kars platosunda yaygındır. Bu bilgiden yola çıkarak bu topraklardaki humik madde oranının oldukça yüksek olabileceği tahmin edilmektedir.

Doğu Anadolu Bölgesi Erzurum-Kars platosu toprakları iklim şartları ve yükselti nedeniyle tarımda ve hayvancılıkta sınırlı bir kullanıma sahiptir. Bu çalışma; bu toprakların humik madde kaynağı olarak kullanımı ve sürdürülebilirliği üzerine daha fazla araştırma yapılmasını teşvik etmek amacıyla sunulmuştur. Böylece dünya toprak literatürüne girmiş toprak alanlarımızdan elde edilen humik maddelerin değerlendirilebilen materyaller olarak ekonomiye kazandırılabilmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışmada, Erzurum ilimizin çayır alanlarından temin edilen toprak örneğinden humik madde ekstrakte edildi. Analizler Perkin Elmer Spektrum 100 ATR - FTIR cihazı ile gerçekleştirildi. Elde edilen spektrumlar ile literatür de verilenler karşılaştırıldı. Literatür ile uyumlu sonuçların varlığı bu toprak kaynağı üzerinde araştırma yapılması adına yeterli bir neden olarak görülmektedir.

Anahtar kelimeler: *Humik asit, fulvik asit, humin, kara toprak, çernezyom*

RESEARCH OF A NEW SOURCE TO OBTAIN HUMIC SUBSTANCES ORIGINATING FROM TERRESTRIAL

ABSTACT

Humic substances, both on land and in aqueous environments, are the most important sources of organic carbon. Applications of humic substances can be divided into four main categories, including in agriculture, industry, environment and biomedicine. Much of the application fields and the source of humic substances in nature is a major new area of importance in the industry today. Differ according to regions where the supply of excellent material in nature, since they are acknowledged with many more waiting to be discovered.

Chernozem (black earth), is the native land of the world's most efficient, geographically, is seen semi-humid regions of steppe, in the high plateaus, mountain meadows. Due to undecomposed abundant plant at low temperatures consists of a dark humus-rich soil. It is common in Turkey, Erzurum-Kars Plateau. Based on this information, these lands are estimated to be rather high rate of humic substances.

Erzurum-Kars Plateau lands of East Anatolia Region in agriculture and animal husbandry, is very limited due to the altitude and climate conditions. This study is the use of these lands as a source of humic substances and is presented in order to encourage more research on sustainability. Thus, of humic substances derived from these soil sources is targeted to be integrated to the economy.

In this study, soil samples obtained from the grass lands of our province of Erzurum was extracted humic substances. Perkin Elmer Spectrum Analysis 100 ATR - FTIR was performed with the device. The spectra obtained were compared with the given literature. Consistent results with the literature on the existence of this land supply is seen as a sufficient reason in the name of research.

Key words: *humic acid, fulvic acid, humin, black earth, chernozem*

1. Giriş

Organik maddeler; farklı ayrışma basamaklarındaki bitkisel ve hayvansal artıkların karışımlarından, bunların ayrışma ürünlerinden kimyasal ya da biyolojik olarak sentezlenen ikincil ürünlerinden, mikroorganizmalardan ve küçük canlılardan ve bunların ayrışmaları sonucu açığa çıkan kalıntılardan oluşmaktadır. Bu çok

karmaşık sistemi basit olarak ifade etmek için organik madde genel olarak iki gruba ayrılır: Humik olmayan maddeler ve humik maddeler (Özkan, A., 2008).

• **Humik olmayan maddeler:** Değişime uğramış olmalarına rağmen kimyasal özellikleri tanımlanabilen; karbonhidratlar, proteinler, peptitler, aminoasitler, yağlar, mumlar, reçineler, pigmentler ile diğer düşük molekül ağırlıklı organik maddelerdir (Özkan, A., 2008).

• **Humik maddeler:** Topraklarda, göllerde, nehirlerde ve sularda oluşan ve doğada en yaygın dağılım gösteren kolloidal özelliklere sahip doğal organik maddelerdir. Bu maddeler başlıca dekompoze amino asit artıkları içeren azotlu bileşikler ile aromatik komplekslerden oluşmaktadır (Özkan, A., 2008). Humik maddeler bitkilerin büyümesinden, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden ve yapısından sorumludurlar. Humik maddelerin yapısında humik asit, fulvik asit ve humin olmak üzere üç bileşen bulunmaktadır. Humik maddelerin yaklaşık olarak %50 humin, %40 humik asit, %10 fulvik asit şeklinde dağıldığı tahmin edilmektedir (Karakaya, S., 2010).

a) Humik Asitler: Klasik terminolojide humik asit, alkali çözelti ile ekstrakte olup asit koşullarda çöken maddeler olarak tanımlanır. Humik asitler topraktan elde edilen ana bileşiklerdir. Koyu kahve-siyah renklidirler (Karakaya, S., 2010).

b) Fulvik asitler: Fulvik asit ise hem alkalide hem de asitte çözünen maddelerdir. Humik maddelerin tüm ph seviyelerinde suda çözünebilen parçasıdır. Fulvik asitler açık sarı ile sarı-kahverengi arasında bir renktedirler.

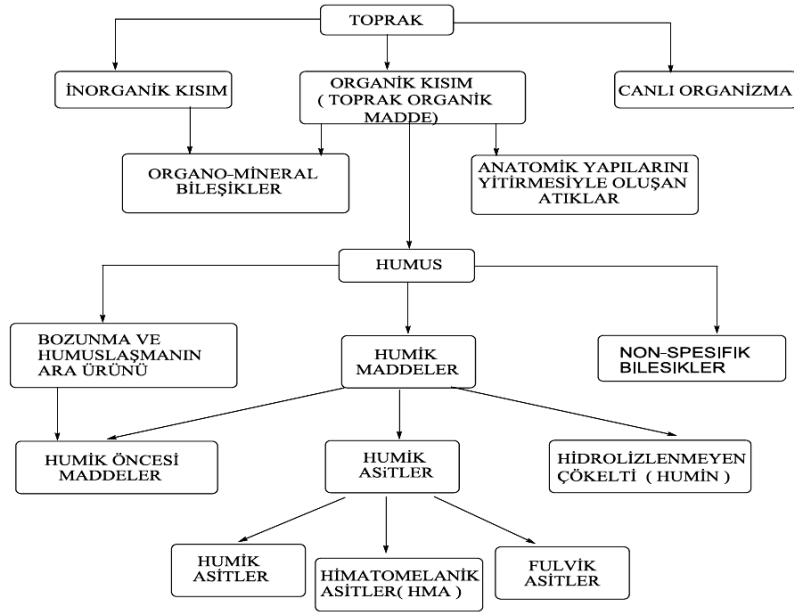
Humik asitten daha küçük bir molekül yapısına sahiptir ve toprakta yarılanma ömrü 10-50 yıl arasında değişmektedir. Fulvik aside göre daha büyük bir moleküler yapıya sahip olan humik asit ise toprakta uzun süre kalır ve zaman içerisinde yavaş parçalanır. Her iki asitte toprak ve topraktaki mikro organizmalar için yararlıdır. Genel olarak toprak organik madde miktarını arttırmada uzun süreli etkilerinden dolayı humik asitlerden faydalanılır (Karakaya, S., 2010).

c) Humin: Humin, toprak veya sedimentlerden seyreltik asit veya baz çözeltileri ile ekstrakte edilemeyen humik parçalardır. Diğer bir deyişle herhangi bir ph değerinde suda çözünmezler. Moleküler yapıları çok büyüktür. Humik maddeler içinde parçalanmaya en dayanıklı olanıdır (Karakaya, S., 2010).

Humik maddeleri kaynaklarına göre; topraktaki (karasal veya karasal kökenli) humik maddeler, sudaki humik maddeler, sulak alanlardaki humik maddeler, jeolojik humik maddeler ve antropojenik (zirai) humik maddeler olmak üzere beş genel gruba ayırmak da mümkündür (Karakaya, S., 2010).

Aynı kaynaktan elde edilen humik maddeler arasında farklılıklar bulunurken onların bazı özelliklerinin benzerlikleri, farklılıklarından daha da etkileyicidir. Buna ek olarak, farklı coğrafya ve iklim tiplerinden elde edilen humik maddeler arasında benzerlikler bulunabilmektedir. Dünyanın her yerindeki humik maddelerin elementsel yapıları fark edilir bir şekilde benzerdir. Bütün humik maddeler aynı genel fonksiyonel gruplara sahiptirler. Eski ve yeni humik materyaller arasında önemli bileşimsel farklılıklar bulunmamaktadır ve aynı tip reaksiyonları ve etkileşimleri göstermektedirler (Akıncı, Ş., 2011).

Bütün toprakların humik madde içerdiği umulmaktadır. Buna karşın, bu dağılım topraktan toprağa değişmektedir. Örneğin, orman topraklarının humusu yüksek miktarda fulvik asit içerirken, turbalar ve çayır alanları ise yüksek miktarda humik asit ihtiva etmektedir. Bununla birlikte orman topraklarının humik asidi kahverengi humik asit çeşidi iken, çayırıkların toprakları gri humik asit çeşidini bulundurmaktadır (Akıncı, Ş.; 2011). Toprakta organik madde fraksiyonları ve toprak kaynaklı humik maddelerin şematik olarak gösterilmesi Şekil 1'de verilmektedir (Karakaya, S., 2010).



Şekil 1. Toprakta organik madde fraksiyonları ve toprak kaynaklı humik maddelerin şematik olarak gösterilmesi (Karakaya, S., 2010).

Çernezyom (Kara Toprak), dünyanın en verimli yerli toprağıdır. Coğrafi olarak yarı nemli step bölgelerinde yağışın artış gösterdiği yüksek platolarda görülen;

üzerindeki gür bitki örtüsünün düşük sıcaklığa bağlı olarak ayrışmaması nedeniyle humusça zengin olan koyu renkli topraklardır. Bu nedenle 'kara topraklar' olarak da bilinir. Tarım için çok elverişlidir. Çok yüksek oranda (%3 - %15) humus, yine yüksek oranlarda fosforik asit, fosfor ve amonyak içerir. Orta kuşakta yarı nemli bölgelerde dağ çayırının altında görülen çernezyom ülkemizde Erzurum-Kars platosunda yaygındır. Karadenizin kuzeyinde, Romanya, Arjantin, Kanada ve ABD'de rastlanır. Dünyada iki adet "Çernezyom Kuşağı" vardır: Ukrayna'nın kuzeydoğusunda bulunan Black Earth Region (Siyah Toprak Bölgesi) ile Sibirya'nın içlerine doğru Rusya'nın güneyi, ve Kanada'nın batısında bulunan Canadian Prairies (Kanada Çayırıkları) bölgesi. Benzer özelliklerde bir toprak çeşidi ise Amerikan'ın Texas eyaletinde görülür. Ukrayna'daki örneklerinde derinliği 1m'den 6m'ye kadar değişebilmektedir. Bu toprak çeşidi küçük miktarlarda başka yerlerde de bulunabilmektedir (Türkiye, Polonya, Hollanda, Çin'in kuzeydoğusu). 'Çernezyomsu Topraklar' Kanada'nın toprak sınıflandırma sisteminde ve Birleşmiş Milletler bünyesindeki Gıda ve Tarım Örgütü'nün toprak sınıflandırmasında bulunan bir toprak türüdür

2. Materyal ve Metot

2.1. Kullanılan Kimyasallar

- Sodyum hidroksit; toprak örneğinden humik maddeleri ekstrakte etmek amacıyla Balmumcu Kimya Boncuk Kostik % 97 teknik kalite NaOH kullanıldı.
- Hidroklorik asit; humik ve fulvik asit karışımından humik asidi çöktürmek amacıyla Balmumcu Kimya % 37 teknik kalite HCl kullanıldı.
- Distile su; Balmumcu Kimya % 99.9 teknik kalite distile su kullanıldı.
- Nitrik asit; kullanılan malzemelerin temizliğinde Balmumcu Kimya % 37 teknik kalite nitrik asit kullanıldı.

2.2. Kullanılan Alet ve Cihazlar

• Santrifüj Cihazı

Humik madde ve humin içeren çözelti karışımından huminin çökmesini sağlamak amacıyla, humik ve fulvik asit içeren çözelti karışımından humik asidi çöktürmek amacıyla ve humik asidin yıkanması aşamalarında Hettich Eba III 60000 rpm gücünde santrifüj cihazı kullanıldı.

- **Manyetik Karıştırıcı**

Toprak humusundan humik maddeyi çekmek amacıyla humusun NaOH çözeltisi ile karıştırılması aşamasında, humik asidin çöktürülmesi ve yıkanması aşamalarında IKAMAG RH Janke&Kunkel 20 - 2000 min⁻¹ gücünde karıştırıcı kullanıldı.

- **pH Metre**

pH ölçümlerinde Hanna Instruments HI 8314 Membrane pH Meter marka pH metre kullanıldı.

- **Etüv**

Laboratuvar malzemelerinin kurutulması için Heraeus Thermo (Electron Corporation) marka etüv kullanıldı.

- **Hassas Terazı**

Tartım işlemlerinde OHAUS Scout Pro SPU 402 marka max:400 g, d=0,01 g özelliklere sahip hassas terazi kullanıldı.

- **Elek**

İstenilen tanecik boyutunda humus numunelerinin elde edilebilmesi ve gereksiz materyallerden ayrılması için 2 mm çapındaki (10 mesh) elek kullanıldı.

- **Havan**

Toprağın dövülmesi amacıyla yüzey alanı geniş havan kullanıldı.

- **Fourier Transform Infrared Spectrometer (ATR-FTIR)**

Literatürlerde elde edilen humik ve fulvik asidin yapısında bulunan fonksiyonel grupların belirlenebilmesi ve yapı karakterizasyonu amacıyla çeşitli spektroskopik yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada Perkin Elmer Spektrum 100 ATR-FTIR cihazı ile analizler gerçekleştirildi.

2.3. Toprak Numunelerinin Alınması ve Hazırlanması

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü - Erzurum ile irtibata geçilerek toprak örneği isteminde bulunuldu. Kargo ile gönderilen çayır alan toprak örneği, bir hafta oda sıcaklığında laboratuvar bençlerinin üzerine serilerek kurutuldu. Kurutulan toprak daha sonra dövülerek büyük kesekleri parçalandı,

belirli tanecik boyutunda numunelerin elde edilebilmesi ve yabancı materyallerin uzaklaştırılabilmesi amacıyla 2 mm çapında (10 mesh) elekten geçirildi. Elekten geçirilen toprak tekrar bir hafta kurutulmaya bırakıldı. Kurutulmuş toprak örnekleri deneysel çalışmalar için kullanılmaya kadar plastik, şeffaf poşetlerde kuru ve karanlık bir ortamda saklandı.

2.4. Humik Madde Ekstraksiyonu

Yazıcı, G., (2010) bildirdiğine göre toprak örneğinden humik maddeler ekstrakte edildi.

- Elenmiş ve kurutulmuş toprak örneğinden 10'ar gram tartılarak bir kaba koyuldu. Üzerine 1 molar NaOH çözeltisinden 50'şer ml eklendi ve bir gece boyunca manyetik karıştırıcıda 200 devirde (rpm) hava almayacak şekilde karıştırıldı.

- Ertesi gün numune 10 ml'lik santrifüj tüplerine alınarak 30 dakika 6000 devirde santrifüj edildi. Bu birinci süzüntüler koruyucu bir kap içerisinde birleştirilerek saklandı.

- Çökeltiler ise birleştirildi ve numuneye tekrar 1 molar NaOH çözeltisinden 50'şer ml eklendi ve bir gece boyunca manyetik karıştırıcıda 200 devirde hava almayacak şekilde karıştırıldı.

- Ertesi gün karışım 10 ml'lik santrifüj tüplerine alınarak 30 dakika 6000 devirde santrifüj edildi. Böylece ikinci süzüntü ve çökeltiler birbirinden ayrıldı. Ayrılan ikinci süzüntüler birinci süzüntülerin bulunduğu toplama kabına alındı.

- Çökeltiler birleştirildi ve numuneye tekrar 1 molar NaOH çözeltisinden 50'şer ml eklendi. Bir gece boyunca manyetik karıştırıcıda 200 devirde hava almayacak şekilde karıştırıldı.

- Ertesi gün numune 10 ml'lik santrifüj tüplerine alınarak 30 dakika 6000 devirde santrifüj edildi. Elde edilen süzüntü ve çökeltiler birbirinden ayrıldı. Üçüncü süzüntüler de daha öncekilerle birleştirildi.

Bu süzüntüler humik ve fulvik asitlerin karışımını içerirken çökelti kısmı humini ifade etmektedir.

2.5. Humik ve Fulvik Asit Karışımından Humik Asidin Çöktürülerek Ayrılması

• Humik ve fulvik asitlerin karışımına 25'er ml %37'lik konsantre HCl katılarak pH 2'ye ayarlandı.

• Çökeltme gözlemlendi ve karışım 6 saat boyunca 200 devirde karıştırıldı.

• Daha sonra numune 10 ml'lik santrifüj tüplerine alınarak 6000 devirde 20 dakika santrifüj edildi.

Çöken kısım humik asit, süzüntü ise fulvik asittir. Humik asit yıkama işlemi için ayrıldı.

2.6. Humik Asidin Yıkaması

• Çöktürülerek fulvik asitten ayrılan humik asit 1 molar NaOH çözeltisinin 20 ml'si ile çözüldü ve saf su ile 200 ml'ye tamamlandı. Karışıma, humik asidi çöktürmek amacıyla 3 ml %37'lik konsantre HCl eklendi ve pH 2'ye ayarlandı. Çökeltmenin başladığı gözlemlendi ve 30 dakika 200 devirde karıştırıldı. Sonra 10 ml lik santrifüj tüplerine alınarak 30 dakika 6000 devirde santrifüj edildi. Süzüntüler atılırken, çökelttiler birleştirilerek ikinci yıkama işlemine geçildi.

• İkinci yıkamada humik asit çökeltisi 1 molar NaOH çözeltisinin 10 ml'si ile çözülerek saf su ile 200 ml'ye tamamlandı. Humik asidi çöktürmek amacıyla 1,5 ml %37'lik konsantre HCl çözeltisi eklendi. Çöken humik asidi ayırmak amacıyla her bir numune santrifüj tüplerine alınarak 30 dakika 6000 devirde santrifüj edildi. Süzüntüler atılırken çökelttiler birleştirilerek üçüncü yıkamaya geçildi.

• Çökeltilere bu defa 80'er ml saf su eklendi ve humik asidi çöktürmek için 10 damla %37'lik konsantre HCl eklendi. Çöken humik asit 30 dakika 6000 devirde santrifüj edildi. Süzüntüler atıldı, elde edilen humik asit kurutuldu.

3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

3.1. Toprakta pH Ölçümü

Kurutulmuş toprak numunesi dövüldü ve 2 mm (10 mesh) elekten elendi. Beher içerisine 10 g tartım alındı, üzerine 30 ml saf su eklendi, 20 dakika karıştırıldı, 3 saat bekletildikten sonra pH ölçümü yapıldı. Toprağın pH değeri 7.05 bulunmuştur.

3.2. Humin Miktarı

Başlangıçta 10 g toprak örneği kullanılmıştır. Santrifüj tüpünde kalan çökelti (humin) darası alınarak bir behere koyuldu ve etüvde kurumaya bırakıldı.

$$\text{Humin} = 4.98 \text{ g}$$

$$\text{Humin Yüzdesi} = (4.98 * 100) / 10 = \% 49.8$$

3.3. Toplam Humik Asitlerin Miktarı

Başlangıçta 10 g toprak örneği kullanılmıştır.

$$(\text{Humik asit} + \text{Fulvik asit}) = \text{Humus} - \text{humin}$$

$$(\text{Humik asit} + \text{Fulvik asit}) = 10 - 4.98 = 5.02 \text{ g}$$

$$(\text{Humik asit} + \text{Fulvik asit}) \text{ yüzdesi} = (5.02 * 100) / 10 = \% 50.2$$

3.4. Humik Asitin Miktarı

Başlangıçta 10 g toprak örneği kullanılmıştır.

$$\text{Humik asit miktarı} = 2.93 \text{ g}$$

$$\text{Humik asit yüzdesi} = (2.93 * 100) / 10 = \% 29.3$$

3.5. Humik Asit Fulvik Asit Oranı

$$\text{Humik Asit} \setminus \text{Fulvik Asit} = 2.93 \setminus 2.09 = 1.40$$

3.6. FTIR Spektroskopisi İle Yapılan Çalışmalar Ve Elde Edilen Sonuçlar

FTIR spektroskopisi ölçümleri, Perkin Elmer Spektrum 100 ATR - FTIR cihazı ile MID IR bölgesinde 650 ile 4000 cm^{-1} aralığında ve her numune için 4 tarama yapılarak gerçekleştirildi.

Elde edilen spektrumlar ile literatür de verilenler karşılaştırıldı. Fulvik asit için literatürde elde edilen spektrum ile bu çalışmadan elde edilen spektrum sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3'dedir. Elde edilen fulvik asit için, literatürde belirtilen saflaştırma ve freeze dryer kurutma işlemi gerçekleştirilemedi, bu haliyle analiz edildi. Humik asit için literatürde elde edilen spektrum ile bu çalışmadan elde edilen spektrum sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'dedir. Ekstrakte edilen humik asit için vakum altında kurutma işlemi gerçekleştirilemedi, oda sıcaklığında kurutulduktan sonra herhangi bir işleme tabi tutulmadan spektrumu alındı.

Humik asit FTIR spektrumunda gözlenen pikler ve grupları Tablo 1’de verilmiştir (Yazıcı, G., 2010). Fulvik asit FTIR spektrumunda gözlenen pikler ve grupları ise Tablo 2’de verilmiştir (Karakaya, S., 2010).

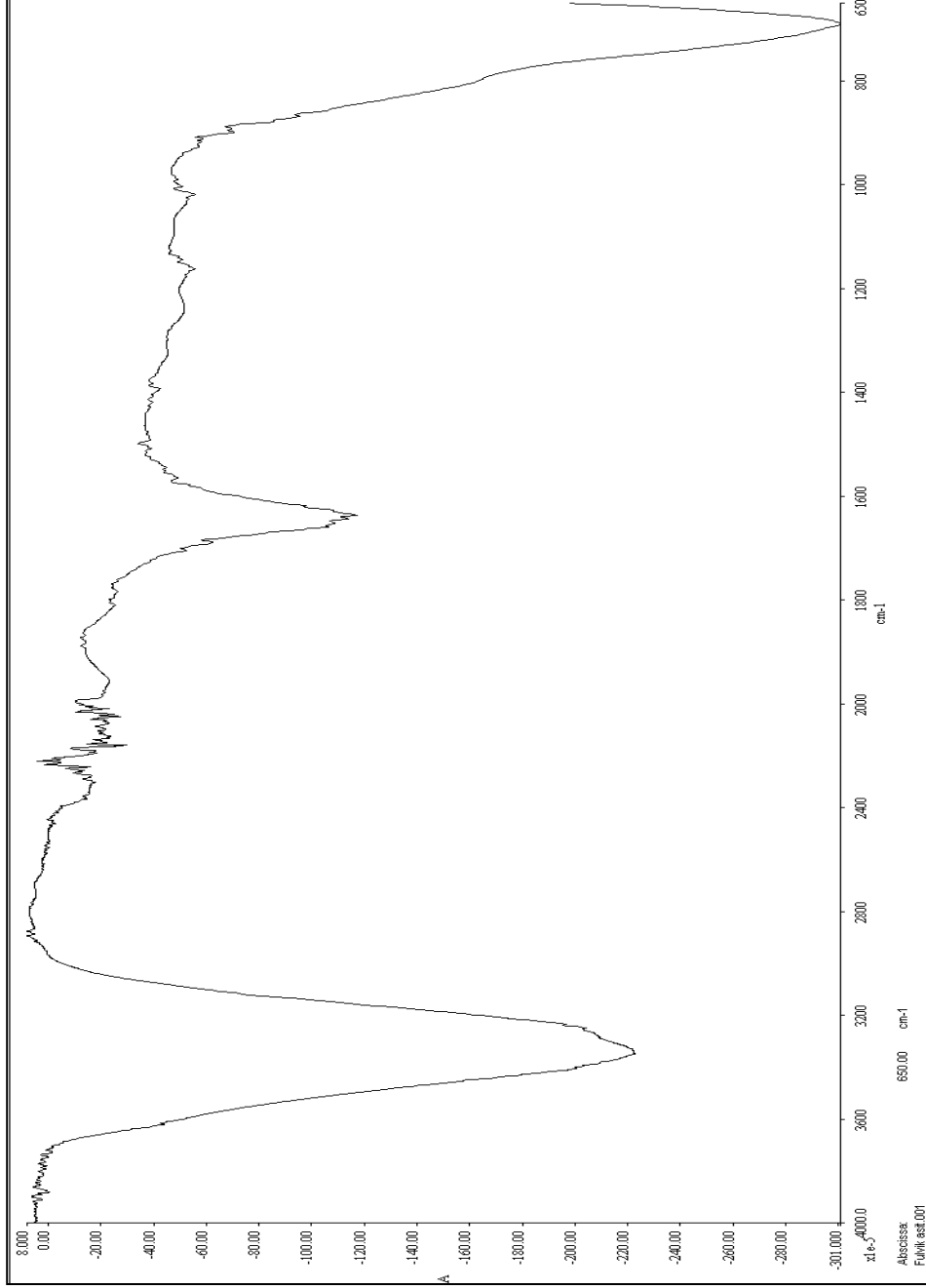
Dalga Sayısı	Piklere ait titreşim grupları
3700-2200	OH, bu pike katkısı olan diğer gruplar m-NH ₃ ⁺ , -NH ₂ ⁺ , -CO-NH ₂ , -CO-NH-, S-H
3050	Aromatik gruplar
2920, 2850	Alifatik gruplar, bazı metoksi gruplar
1700	Karboksil grupları karbonil titreşimleri, aldehit ve ketonlar, esterlerin karbonil gruplarındanda katkılar gelebilir
1620	amid gruplarına ait karbonil grupları ve kinon gruplarının katkılar. Nitratlar (R-O-NO ₂), nitritler
1550 (omuz)	COO-, -C-, -NO ₂ , ve C=C
1515	N-H, C=N, amid II bandı ve C=C
1450	Alifatik C-H
1420	C=N bandı (Amid III bandı) COO- grubundan katkılar olabilir.
1360	CO-CH ₃ ve nitrat gruplarındanda katkılar olabilir
1310	Sulfon grupları (SO ₂), Bu aynı zamanda 1330-1050 cm-1 bölgesinde ester gruplarından ortaya çıkan iki bant
1270 (omuz)	Nitratlar (R-O-NO ₂), C-O-C grupları, ve büyük olasılık P=O grupları. C-O fendik grupları.
1220	COOH grubundaki C-O ve OH, C-O aromatik esterleri ve fennoller. Aynı zamanda aril P-O titreşimleri
1120	alifatik C-OH grupları -OH titreşimleri ve sülfonlar
1080 (omuz)	alkollerden gelen C-O ve alifatik esterlerin C-O titreşimleri
1028	Polisakkarit ve benzer maddeler ve silikatlara ait Si-O ve mümkün olan diğer katkılar S=O
910	R ₂ C=CH ₂ grupları
873-728	Aromatik C-H, daha az dallanmış halkalar
766	CH ₂ ve komşusunda 4 veya 5 H bulunan benzen halkaları

Tablo 1. Humik asit FTIR spektrumunda gözlenen pikler ve grupları,(Yazıcı, G., 2010)

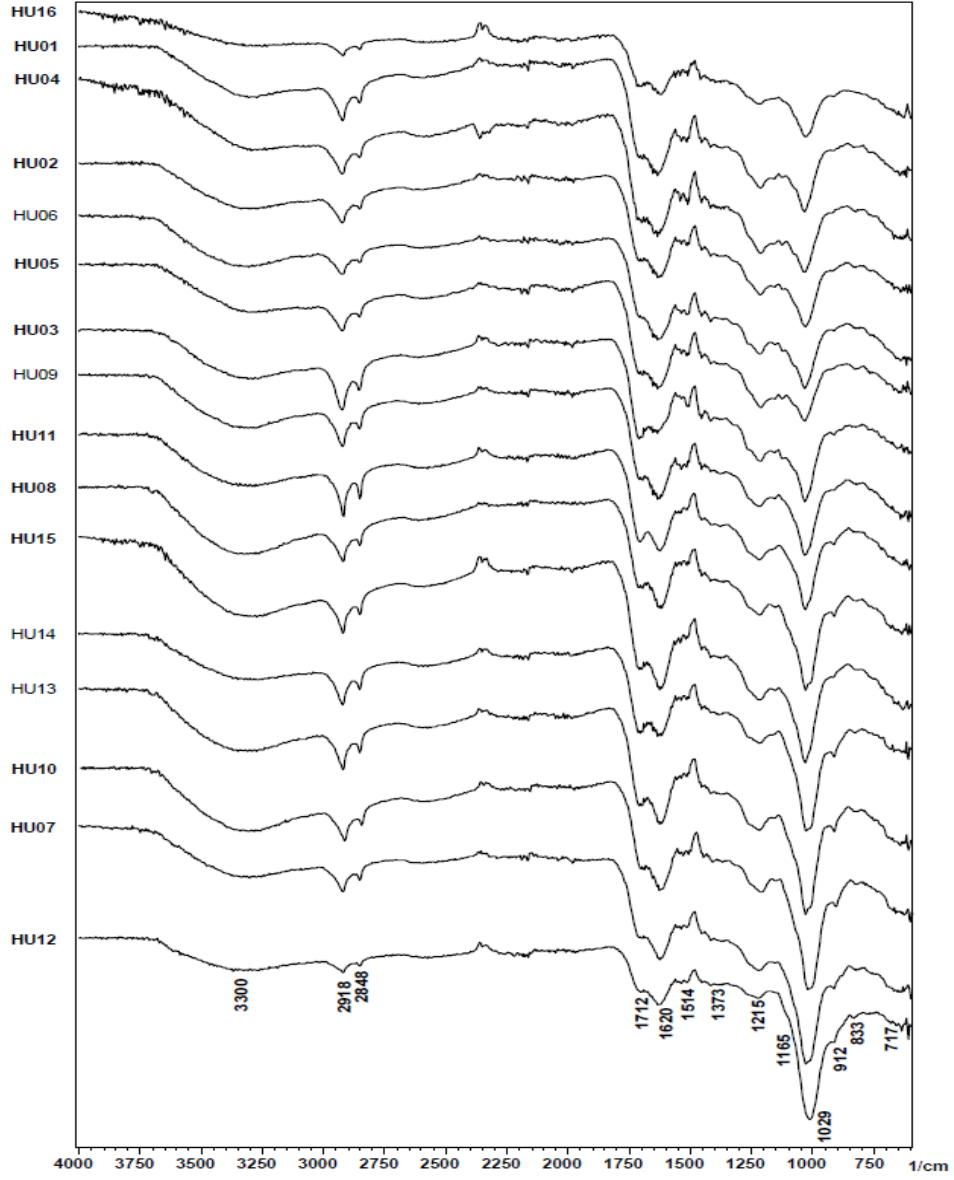
Dalga Sayısı	Piklere ait titreşim grupları
3500-3200(yüksek derecede ve çok geniş)	Hidrojen bağı içeren karboksilik asitler, fenoller, alkoller ve kısmen amidlerin ve aminlerin N-H gerilmesi.
3100-3000	Aromatik ve doymamış C-H gerilmesi (genellikle OH/NH gerilme bölgesinin geniş ve şiddetli pikleri)
3000-2800	CH ₃ ve CH ₂ 'nin alifatik C-H gerilim titreşimleri. CH ₃ 'ün 2960 cm ⁻¹ ve 2890 cm ⁻¹ 'de asimetrik ve simetrik gerilimi. CH ₂ 'nin 2921 cm ⁻¹ ve 2850 cm ⁻¹ 'de asimetrik ve simetrik gerilimi. (OH/NH gerilim bölgesi geniş ve yüksek şiddetli pikleri)
2650-2400 (omuz)	Karboksilik asidin OH'a bağlı gerilimi.
1790-1775	Karboksilik asit anhidritin asimetrik C=O gerilimi.
1730-1700	COOH ve ketonların C=O gerilimi.
1630-1590	Aromatik ve doymamış yapıların C=N ve C=C ile asimetrik COO- ve amidlerin C=O örtüşmesi.
1515-1490	Aromatik halka C-H gerilimi.
1450-1380	Karboksilik asitlerin C-O-H ile düz durumda bükülmesiyle, simetrik COO- 'nun C=O örtüşmesine alifatik C-H gerilmesi.
1378	CH ₃ 'ün simetrik bozunumu.
1230-1200	Karboksil gruplarının C-O gerilimi ve O-H bozunumu.
1200-1100	Esterler, eterler, fenoller ve alkollerin C-O ve C-O-H gerilimi. Aminler ve amidlerden C-N gerilimi.
1100-1000	Silikat kirliliğinin Si-O ve polisakaritlerden dolayı C-O gerilimi.
900-600	Çeşitli substituentler içeren aromatik halkaların C-H bozunum pikleri.

Tablo 2. Fulvik asit FTIR spektrumunda gözlenen pikler ve grupları

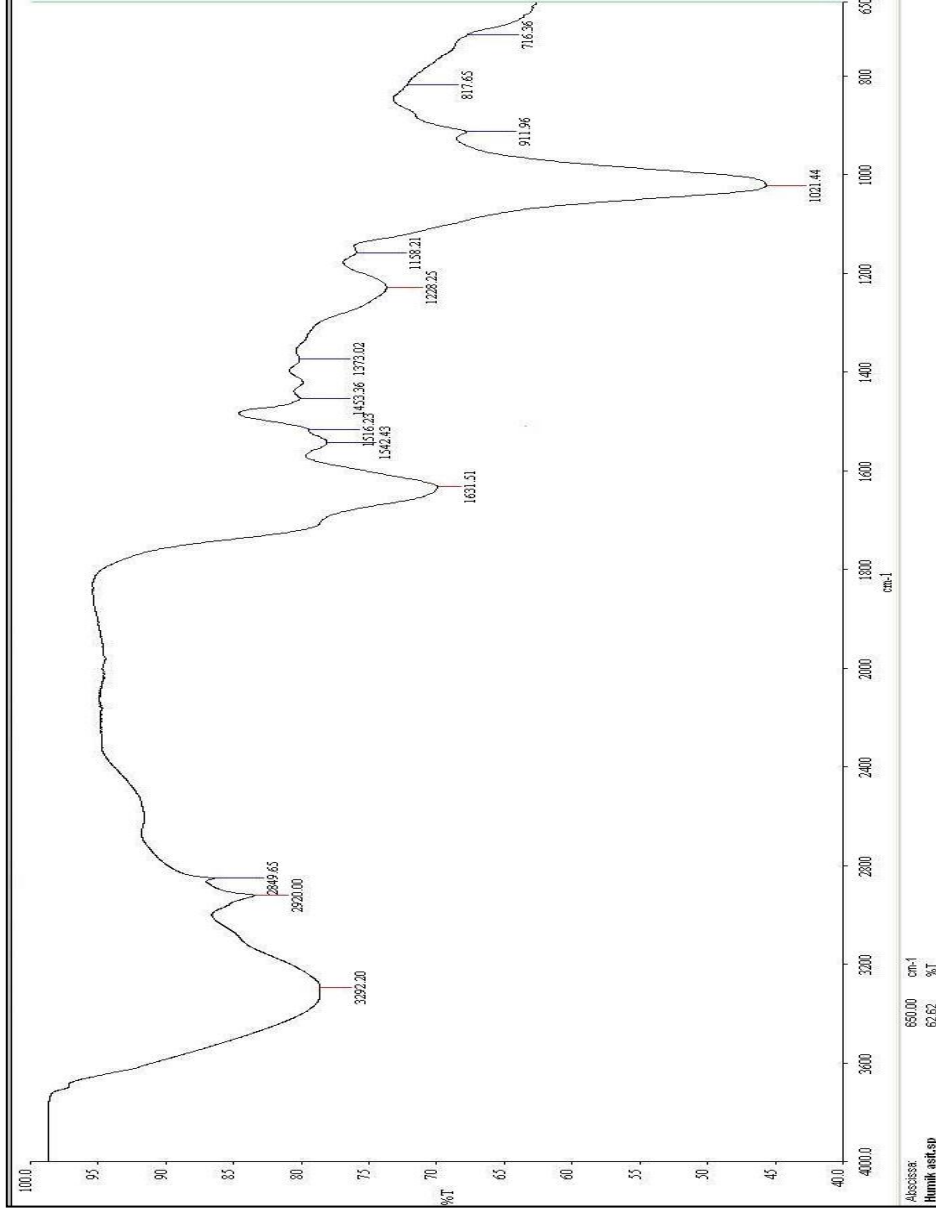
(Karakaya, S., 2010)



Şekil 3. Elde ettiğimiz fulvik asitlerin FTIR spektrumları



Şekil 4. Literatürde karasal kaynaklı elde edilen humik asit FTIR spektrumları (Yazıcı, G., 2010)



Şekil 5. Elde ettiğimiz humik asitlerin FTIR spektrumları

4. Sonuç

Humik maddelerin yapısını aydınlatmak ve endüstri, tarım, çevre, tıp gibi alanlarda etkisini araştırmak amacıyla başta ABD olmak üzere birçok gelişmiş ülkede humik madde dernekleri ve araştırma merkezleri kurulmuştur. Humik maddelerle ilgili çalışmalar tüm alanlarda hızla devam etmektedir. Doğadaki bu mükemmel maddenin buldukları bölgelere göre farklılıklar arz etmesinden dolayı keşfedilmeyi bekleyen birçok bilinmeyi bulunmaktadır.

Doğu Anadolu Bölgesi Erzurum-Kars platosu toprakları iklim şartları ve yükselti nedeniyle tarımda ve hayvancılıkta sınırlı bir kullanıma sahiptir. Fakat çernezyom (kara toprak) açısında uygun alanlara sahiptir. Bu bilgiden yola çıkarak bu topraklardaki humik madde oranının oldukça yüksek olabileceği tahmin edilmektedir.

Bu çalışma; bu toprakların humik madde kaynağı olarak kullanımı ve sürdürülebilirliği üzerine daha fazla araştırma yapılmasını teşvik etmek amacıyla sunulmuştur. Böylece dünya toprak literatürüne girmiş toprak alanlarımızdan elde edilen humik maddelerin değerlendirilebilen materyaller olarak ekonomiye kazandırılabilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın eksik yanları mevcuttur fakat bir toprak numunesi üzerinden elde edilen humik maddeler ve literatür ile uyumlu sonuçların varlığı bu toprak kaynağı üzerinde araştırma yapılması adına yeterli bir neden olarak görülmektedir.

Erzurum - Kars Platosu oldukça geniş bir alandır. Tüm bölgeden ayrı ayrı toprak örneği temin ederek bu bölge toprakları homojen bir şekilde incelenmeli ve humik madde içerikleri tespit edilmelidir. Humik madde kaynağı açısında sürdürülebilirlik sağlanabilmesi amacıyla uygun bitki türleri tespit edilerek bunların humusundan yararlanılmalıdır.

Kaynaklar

- Akıncı, Ş., 2011. Humik Asitler, Bitki Büyümesi ve Besleyici Alımı. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 23(1):46-56.
- Karakaya, S., 2010. Ormangülü Humusundaki Fulvik Asit Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Özkan, A., 2008. Humik Asit İçeren Toprak Düzenleyicilerinin Humik Asit Kapsamlarının Uygun Yöntemlerle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Yazıcı, G., 2010. Ormangülü Humusundaki Humik Asit Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
<http://tr.wikipedia.org/wiki/Çernezyom> (son erişim 24.01.2012)