

## LEONARDİT: ÖZELLİKLERİ, ÖNEMİ VE EKONOMİK DEĞERİ

Dr. İlker ŞENGÜLER, MTA Enstitüsü

### 1. LEONARDİTİN TANIMI VE SINIFLANDIRMA

**Leonardit**, linyitin kömürleşme esnasında yüksek oranda oksidasyona uğramış hali olup, %35-85 arasında değişen miktarlarda hümik asit içeriğine sahiptir. Leonardit, yüksek oranda hümik asitler dışında; karbon, makro ve mikro besin elementleri içeren, kömür düzeyine ulaşmamış tamamen doğal organik madde olarak da tanımlanır. İçerdiği yüksek orandaki hümik asitlerden dolayı önemli ekonomik değere sahiptir (İstanbuluoğlu, 2012).

Leonarditin, metamorfizma ve hümifikasyon şiddetine bağlı olarak hümik asit içeriği %35–85 arasında, nem oranı da %25–40 arasında değişmektedir (Çizelge 1). Siyah-kahverengi, pekişmiş toprak görünümünde, elle kolaylıkla ufalanabilecek sertliktedir (Şekil 1). Kaliteli leonarditin yoğunluğu 0,75–0,85 gr/ cm<sup>3</sup>, pH değeri ise 3–5 arasında değişmektedir. %1'lik KOH, NaOH solüsyonlarında çözünürlüğü yüksek, suda çözünürlüğü ise düşüktür. Çözeltisi siyah parlak renkte, köpüksü, koloidal ve yağsı görünümündedir. pH değeri 8–9 olan toprakla hazırlanan satürasyon çamurunda kolay çözünmektedir (Olivella vd., 2002). **Çizelge 1- Leonardit kalite sınıflandırması.**

Kompozisyon	Orta Nitelik	Yüksek Nitelik	Mükemmel Nitelik
Hümik asit içeriği (%)	35–50	50–65	65–85
Organik madde miktarı (%)	Minimum 35	Minimum 50	Minimum 65
pH değeri	6,5±1	5,5±1	4±1
C/N	21±1	19±1	17±1

Leonardit, bitki besin elementleri bakımından toprakla karşılaştırıldığında, fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) yönünden yüksek, potasyum (K) bakımından fakirdir. Kalsiyum karbonat içerikleri çok yüksek olup, toprak reaksiyonları (pH) nötr düzeyindedir (Olivella vd., 2002).

### 2. LEONARDİTTEN ELDE EDİLEN ÜRÜNLER VE ÖZELLİKLERİ

İlk defa ABD - Kuzey Dakota Eyaletinde, Dr. Leonard tarafından bulunmuş olmasından dolayı bu adı almıştır. Leonardit, potasyum hidroksit ile reaktörlerde kimyasal işleme sokularak ham sıvı hümik asit elde edilir. Homojenizasyon ve filtrasyon işlemlerinden geçirilen sıvı hümik asit şişelenerek, konsantre işlemine tabi tutularak veya kurutulup toz haline getirilerek kullanıma hazır hale getirilir.

Leonarditten elde edilen humik maddeler; humin, humik asit, fulvik asit ve ulmik asittir. Toprak; canlı, cansız ya da çürümüş olan organik maddeleri içerir ve tamamen çürümüş olan organik bileşenler humus olarak adlandırılır. En iyi humus kaynağı çürümüş bitki ya da kompost materyallerdir. Yüksek hümik asit içeriğine sahip humatlar da iyi bir humus kaynağı olarak bilinmektedir (Engin ve Cöcen, 2013).

Hümin, hümik maddelerin asit ya da alkali herhangi bir pH değerinde suda çözünemeyen bir bölümdür. Moleküler yapıları çok büyük olup, hümik maddeler içinde parçalanmaya en dayanıklı olanıdır.

Özgül ağırlık( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1,4±0,1	1,2±0,1	0,8±0,1
Bazik solüsyonda çözünürlük	Düşük	Orta	Yüksek

\*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara.



Şekil 1- Ülkemizdeki leonardit yataklarından ve çalışmalarından görünüm.

Hümkik asitler; topraktan elde edilen ana bileşiklerdir. Koyu kahve, siyah renklidirler. Hümkik asitler vasıtasıyla bitkilere ve toprağa gerekli olan besinler iletilir. Hümkik asitler koloidal yapıda olup, iyi bir tutucudur.

Fulvik asitler; tüm pH koşulları altında suda çözünür haldeki hümkik maddelerden oluşur. Fulvik asitlerin renkleri açık sarı - sarı kahverengidir. Fulvik asitler, reaksiyon yetenekleri en fazla olan yüksek fonksiyonel grup içerikleri nedeniyle kimyasal bozunmada katalizör görevi görürler.

Ülmik asitler ise, hümkik asitin alkolde çözünebilen fakat suda çözünmeyen kısmı olup, rengi sarımtırak yeşilden griye doğru değişim gösterir (Stevenson, 1982).

Ülkemizdeki bazı leonardit yataklarından ve yapılan çalışmalardan görüntüler şekil 1’de ve sahalardan alınan numunelerin toplam hümik asit, serbest hümik asit analiz sonuçları çizelge 2’de verilmiştir. Numuneler farklı noktalardan alınmış olup, bölgeyi temsil edecek şekilde homojenleştirildikten sonra analizler yapılmıştır.

\* Çevreye zarar vermediği gibi topraktaki mevcut kirlenmeleri giderir,

\*Toprağın sıkışmasını önleyerek daha iyi havalanmasını sağlar,

\*Toprağın su geçirgenliğini artırır,

**Çizelge 2- Türkiye’nin çeşitli bölgelerinden alınmış numunelerin hümik asit analiz sonuçları (Engin vd., 2012).**

Bölge	Toplam Hümik Asit (%)	Serbest Hümik Asit (%)
Uşak/İlyaslı	26,72	24,18
Manisa/Soma	24,16	23,07
Denizli/Kale	38,42	35,52
Muğla/Milas	31,94	28,60
Niğde/Ulukışla	20,65	15,86
Trakya/Meriç	48,39	45,73
Çanakkale/Çan	34,36	32,33
Adıyaman/Gölbaşı	59,55	27,75

### 3. LEONARDİT KULLANIMI VE YARARLARI

**Leonardit faydaları** nı fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç grupta toplamak mümkündür. Organik tarımda leonardit kullanımının önemi her geçen gün artmaktadır. Bitki verimi ve kalitesi dikkate alındığında, leonardit kullanımının avantajları genel olarak şöyledir (İstanbuluoğlu, 2012);

- \* Verim artışı sağlanır,
- \* Daha kaliteli, canlı, sağlıklı, besleyici ve standart ürün elde edilir,
- \* Önemli ölçüde erkencilik sağlanır,
- \* Gübre kullanılması durumunda, kullanılan gübre miktarı çok azaltılır,
- \* Leonardit (veya hümik asit) toprağın yapısını mükemmel bir şekilde düzenler ve ıslah eder,

\* Kumlu toprakların organik madde miktarını artırır,

\* Toprağın su tutma kapasitesini artırır,

\*Kuraklığa karşı su kayıplarını azaltarak toprak nemini korur,

\*Toprak rengini koyulaştırdığı için güneş enerjisinden daha iyi yararlanmayı sağlar,

\*Topraktaki yararlı mikroorganizma faaliyetlerinin artmasını sağlar,

\*Toprağın pH yapısını düzenler ve toprağı nötralize eder,

\*Hümik asit yüksek tuzlanma sonucu ortaya çıkan toksitlenmeleri düşürür.

### 4. LİNYİT, TURBA, GİTYA VE LEONARDİT

Linyit, turba, gitya ve leonardit arasındaki en önemli fark içerdikleri hümik asit oranıdır. Kuru

bazda; linyit, turba ve gitya en fazla %30 oranında hümik asit içermekte olup, hümik asit oranları genellikle %5-20 arasındadır. Bir materyalin leonardit olarak tanımlanabilmesi için içerisinde en az %50 oranında hümik asit bulunması gerektiği uluslararası literatürde yer almaktadır. Ancak, Tarım Bakanlığının ilgili yönetmeliğinde bu alt sınır %40 olarak belirtildiğinden, leonardit tanımında alt sınır %40 olarak alınmalıdır. Üst sınır ise bütün yayınlarda %90 olarak belirtilmektedir. Bu durumda leonarditin hümik asit oranının %40-90 aralığında kabul edilmesi gerekmektedir (İstanbulluoğlu, 2012).

Oran olarak yüksekliğinin yanı sıra, leonarditin içerisindeki hümik asitlerin çözünürlüğü de diğerlerine göre çok daha fazla ve hızlıdır. pH oranları; leonarditte %3-5 arasında, linyitte %6-8 arasında, turbada % 5,5-6,5 arasında ve gityada %6,5-8 arasında değişmektedir.

Karbon içerikleri farklılıklar göstermekte olup, ortalama olarak; linyit için %70, turba için %60, leonardit için %50 olarak kabul edilir. Gitya (organik maddece zengin çamur/organik çamur) karbon oranı daha düşük olup, Afşin-Elbistan sahasında yer alan gitya için karbon oranı %25,25 olarak ölçülmüştür (Turgay vd., 2009).

İçerdikleri oksijenin oranları, her birisi için, yine farklı yerlerdeki maden ocaklarına göre farklılıklar göstermektedir. Ortalama olarak; leonardit %30-50 arası, linyit %20 ve turba %25-30 arasında değişen oranlarda oksijen içerir. Oluşum süreçlerinde oksitlenme özelliğinden dolayı leonarditin oksijen oranı göreceli olarak diğerlerinden daha yüksektir.

Sertlik dereceleri; leonarditin 1, linyitin 2-2,5 arasında olup, turba pekişmemiş bir materyal olduğundan sertliği yoktur. Gitya ise orijinal haldeyken (tüvenan) plastik yapıdadır, sertliği yoktur ancak kurutulunca küp şeklinde parçalara ayrılacak şekilde çamur çatlakları oluşur.

Leonarditin yoğunluğu 0,70 gr/cm<sup>3</sup> ile 0,90 gr/cm<sup>3</sup> arasında, linyitin yoğunluğu 1,30 gr/cm<sup>3</sup> ile 1,50 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişim gösterir. Turbanın

yoğunluğu ise nemi alınmadan önce 0,801,00 gr/cm<sup>3</sup> civarındayken kurutulduktan sonra 0,10–0,40 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişen değerlere düşmektedir. Gityanın ortalama yoğunluğu ise literatürde 0,46 gr/cm<sup>3</sup> olarak verilmektedir. Nem oranı orijinal turba ve gitya numunesinde %5075 arasında, linyit ve leonardit numunesinde ise en fazla %35-40 düzeyindedir.

## 5. LEONARDİTİN TOPRAK DÜZENLEYİCİ VE GÜBRE ÖZELLİĞİ

Topraktaki organik madde yetersizliğini en yaygın giderme yolu toprağa ahır ve işletme gübrelerini ilave etmektir. Ahır gübreleri bazı yörelerde tezek olarak ısınma amaçlı kullanıldığı için miktarları yetersiz olup her zaman bulunamamaktadır, işletme gübreleri de pahalıdır. Bu nedenle, bu açığı giderecek çeşitli organik kökenli materyallere ihtiyaç vardır. Kömür gübresi, azotun yanı sıra bitki için azot kadar önemli olan karbonu da sağlar, toprağın nem tutma kapasitesini düzenler, hızlı pH değişmelerini önler, tanelerin agregasyonunu kolaylaştırır ve en önemlisi toprağı yavaş yavaş besleyerek, daha fazla azotun bitkiye geçmesini sağlar (Özkan, 2007).

Düşük ısı değere sahip linyitleri kullanarak azotlu gübre hazırlanması amacıyla yapılan sera denemelerinde, buğdayın özel gübreler, kömür türevli gübreler ve bu gübrelerin karışımları halinde gelişmesi izlenmiş, gerekli kıyaslamalar yapıldığında kömür kökenli gübrelerin teşvik edici olduğu ortaya çıkmıştır (Peker, 1980).

Yapılan bir başka çalışmada, Türkiye'nin genç linyitlerinden olan Konya çevresindeki düşük kalorili Beyşehir, Iğın ve Ermenek linyitlerinin hümik asit ve azot içerikleri belirlenmiştir. Linyitlerden maksimum azot içerikli organomineral gübre elde edilmesi için optimum deney şartları belirlenmiştir. Linyit ve hümik asitlerden elde edilen organomineral gübrelerin sera şartlarında uygulanabilirliği araştırılmış ve tarımda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Deveci ve Kurbanlı 2008).

MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi ile Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü arasında yürütülen ortak proje kapsamında bitümlü şeylin tarımda kullanılabilirliği ve mısır bitkisinin gelişimi üzerine etkileri araştırılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Seyitömer (Kütahya) bitümlü marnları ile Himmetoğlu (Göynük, Bolu) bitümlü şeylerinde bitkilerin N içeriğinde kontrol bitkilerine göre istatistiksel olarak önemli artış belirlenmiştir. Proje sonunda, mısır bitkisinin P ve K içeriğindeki artışa dayanarak, çalışmaların diğer bitkilerle de sürdürülmesinin yararlı olacağı belirtilmiştir (Şengüler vd., 2004).

MTA Genel Müdürlüğü ile Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü arasında yürütülen ortak proje ile ülkemizdeki linyit ve turba yataklarının organik gübre hammaddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu çalışmada sera denemeleri Ilgın (Konya), Himmetoğlu-Göynük (Bolu), Saray (Tekirdağ), Dodurga (Çorum) ve Elbistan (Kahramanmaraş) linyitleri ile gerçekleştirilmiş ve ülkemiz düşük kaliteli linyitlerinin bir iyileştirme işleminden sonra organik gübre hammaddesi olarak kullanılabilmesi ortaya konmuştur (Çöteli vd., 2008). Materyallerin asit özütleme ile bazı içeriklerinin temizlenmesi sonucu nihai ürünler anlamlı bulunmuş, devamında yapılacak projeler ile optimize çalışmaları yapılmasının önemi vurgulanmıştır.

Bu materyallerden üretilen amonyum humat, potasyum humat, sodyum humat, sülfolanmış humat ve organik bazlı ürünlerin mısır bitkisi üzerinde yapılan saha denemelerinde gübre değeri yüksek olan ürünler öne çıkmıştır. Bitki kök aksamında farklı ürünlerin bitki kök ağırlığını ve kök gelişimini farklı şekilde artırdığı tespit edilmiş ve sonuçta toprak düzenleyici olarak, gübre değerleri ile ilgili saha denemelerine devam edilmesinin yararlı olacağı belirtilmiştir.

GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (GAPTAEM), GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı ve Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü işbirliğiyle GAP Tarımsal Eğitim Merkezinde 26/12/2014 tarihinde "Topraklarımızda Hümik Asit ve Leonardit Kullanımı" adlı panel düzenlenmiş olup, bu konuda yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Panelde GAPTAEM ile TKİ tarafından ortak olarak yürütülen proje sonunda pamuk, mercimek ve buğday üretiminde hümik asit ve leonardit kullanımı ile verim ve kalite artışı sağlandığının altı çizilmiştir.

Panelde, konuşmacılar tarafından, yapılan çeşitli çalışmalarda uygun mineral besin maddeleriyle birlikte hümik asit uygulamalarının bitkilerin verim artışına neden olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca dolaylı etkiler olarak, suyun tutulmasında, drenaj ve havalanma gibi toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesinde ve topraktaki besin elementlerinin yayılabilirliğini değiştirerek, kökler tarafından besinlerin absorpsiyonunu kuvvetlendirdiği üzerinde önemle durulmuştur.

## 6. SONUÇ

Yapılan araştırmalar ülkemizdeki düşük kalorili linyitlerin organomineral gübre eldesi için bir hammadde kaynağı olabileceğini göstermektedir. Linyitlerden gübre üretimi amacıyla yapılacak çalışmalar ve atılacak adımlar, gübre hammaddesi bakımından dışa bağımlılığı azaltacaktır. Öz kaynaklarımız ile gübre daha ucuza elde edileceğinden ülkemizde gübre tüketimi artacak ve buna bağlı olarak topraklarımız organik madde yönünden zenginleşerek tarım ürünlerinde verimlilik artacaktır.

Dünyanın birçok ülkesinde toprak düzenleyici olarak kullanılan bitümlü şeyl kaynakları da ülkemiz tarımında değerlendirilebilecek özelliklere sahip bir hammadde. Seyitömer (Kütahya) ve Himmetoğlu (Göynük, Bolu) bitümlü kayaçları üzerinde yapılan saha denemeleri ile bu kayaçların tarımda kullanılabilirliği ve mısır bitkisi gelişimi üzerine

etkileri araştırılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Doğal hammaddelerden üretilecek toprak düzenleyiciler ve gübreler ülkemizde organik tarımın gelişmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Çöteli, M., Usul, M.,Dereköy, N. 2008. Türkiye Turba ve Linyitlerinin Hümk Bileşikler, Organomineral Gübreler Üretilebilirliği ve Bitki Büyümesindeki Etkisi. *Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Yayın No. 242, Rapor No. R-154*, Ankara (yayımlanmamış).
- Deveci, H.,Kurbanlı, R. 2008. Düşük Kalorili Konya Linyitlerinin Azotlu Gübre Olarak Kullanılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*,12-2,135-140, İsparta.
- Engin, V.T. , Cöcen, E.İ., İnci, U. 2012. Türkiye’de Leonardit. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 435-443.
- Engin, V.T. , Cöcen, E.İ. 2013. Leonardit ve Hümk Maddeler. *Madencilik ve Türkiye Dergisi*, 15.Ocak.2013, 86-92, Ankara.
- İstanbuluoğlu, S. 2012. Leonardit nedir? <http://www.siamad.com.tr/leonard304t-ned304r.html>
- Olivella, M.A., del Rio. J. C, J, Palacios, M. A. 2002. Vairavamurthy, de las Heras, Characterization of Humic Acid From Leonardite Coal: An Integrated Study of PY – GC – MS – XPS and XANES Techniques, *Journal of Analytical and Applied Prolyses*, 63, 59 – 68.
- Özkan, S. 2007. Türk Linyitlerinden Hümk Asit ve Gübre Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen-Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 90s.
- Peker, İ. 1980. Düşük Değerli Linyitlerden Azotlu Gübreler Hazırlanması. TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi, Mühendislik Araştırma Grubu (Kimya Seksiyonu) sayfa: 557–568.
- Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry Genesis, Composition, Reactions, A. Wiley – Interscience Publication John Wiley&Sons.
- Şengüler, İ., Çatalı, Y., Çevik, N., Taban, N., Taban, S. 2004. *Bitümlü Şeylin Tarımda Kullanılabilirliği ve Mısır Bitkisi Gelişimi Üzerine Etkisi. Gübre ve Gübre Hammaddeleri Çalıştay Kitabı*, 55-59, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını No: 89, Ankara.
- 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/ s10661-0091213-1*.