

AFŞİN ELBİSTAN LEONARDİTLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE
TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA
Ömer CANIEREN
Yüksek Lisans Tezi
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı
Ağustos - 2015

AFŞIN ELBİSTAN LEONARDİTLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
ÜZERİNE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA

Ömer CANIEREN

Dumlupınar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği Uyarınca
Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Ahmet AYDIN
Ortak Danışman: Doç Dr. Cengiz KARAGÜZEL

Ağustos - 2015

KABUL VE ONAY SAYFASI

Ömer CANIEREN'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Afşin Elbistan Leonarditlerinin Değerlendirilmesi Üzerine Teknolojik Araştırma" başlıklı bu çalışma, jürimizce Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğın ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

28/08/2015

ÜYE: Prof. Dr. Ahmet AYDIN (Danışman)

ÜYE: Doç. Dr. Cengiz KARAGÜZEL (Ortak Danışman)

ÜYE: Doç.Dr. Mustafa ÇINAR

ÜYE: Doç.Dr. Oktay ŞAHBAZ

ÜYE: Yrd. Doç. Dr. Uğur DEMİR

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun/...../2015 gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hasan GÖÇMEZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tezin hazırlanmasında Akademik kurallara riayet ettiğimizi, özgün bir çalışma olduğunu ve yapılan tez çalışmasının bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olduğunu, çalışma kapsamında teze ait olmayan veriler için kaynak gösterildiğini ve kaynaklar dizininde belirtildiğini, Yüksek Öğretim Kurulu tarafından kullanılmak üzere önerilen ve Dumlupınar Üniversitesi tarafından kullanılan İntihal Programı ile tarandığını ve benzerlik oranının % 12 çıktığını beyan ederiz. Aykırı bir durum ortaya çıktığı takdirde tüm hukuki sonuçlara razı olduğumuzu taahhüt ederiz.

Danışman Adı Soyadı

Öğrenci Adı Soyadı

Prof. Dr. Ahmet AYDIN

Ömer CANIEREN

İmzası

İmza

AFŞİN ELBİSTAN LEONARDİTLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA

Ömer CANIEREN

Maden Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2015

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ahmet AYDIN

Ortak Danışman: Doç. Dr. Cengiz KARAGÜZEL

ÖZET

Son yıllarda toprak kondisyonlayıcı, sondaj çamuru, hayvan yemi katkı maddesi ve adsorban madde olarak sektörel kullanım alanı bulan leonarditlerin, değerlendirilmesine yönelik literatürde birçok çalışma izlenmektedir. Bu çalışmada, Kahramanmaraş ilimizde bulunan leonarditlerden kimyasal zenginleştirme (liç) ve fiziksel zenginleştirme + liç teknikleri ile üretilen fülvik ve hümik asitin organik toprak kondisyonlayıcı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Kimyasal zenginleştirme çalışmalarında organik toprağın ihtiyacı olan potasyum iyonu teminini de sağlamak amacıyla çözücü olarak KOH kullanılmıştır. Kimyasal zenginleştirme çalışmalarında; potasyum hidroksit miktarı, karıştırma süresi, sıcaklık, katı konsantrasyonu, karıştırma hızı ve tane boyutu değişken parametreler olarak araştırılmıştır. Kimyasal zenginleştirme çalışmalarında hümik ve fülvik maddenin çözünmesini engelleyen, reaktif tüketimini artıran ve kapasite artışına neden olan inorganik maddelerin varlığı yapılan mineralojik ve kimyasal analizler ile belirlenmiştir. Bu maddelerin uzaklaştırılmasına yönelik fiziksel ön zenginleştirme çalışmaları, su ve havanın akışkan yatak oluşturmada kullanıldığı kolonlarda ve üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcıda yapılarak, fiziksel ön çalışmaların liçe etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonunda, leonarditten kimyasal zenginleştirme sonunda % 47,03 içerik ve % 85,5 verim ile hümik ve fülvik elde edilirken, ön zenginleştirme sonrasında, sulu akışkan yatakta, leonarditten hümik madde % 62,74 içerik % 92,4 verimle, havalı akışkan yatakta, % 51,61 içerik ve % 87,25 verimle, üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcıda, % 59,29 içerik ve % 91 verimle hümik asit ve fülvik asit elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hümik maddeler, Fiziksel zenginleştirme, Kimyasal zenginleştirme, Leonardit.

TECHNOLOGICAL RESEARCH ON EVOLUTION OF AFSİN ELBİSTAN LEONARDITES

Ömer CANIEREN

Mining Engineering, M. S. Thesis, 2015

Thesis Supervisor: Prof. Ahmet AYDIN

Thesis Assistant Supervisor: Assoc. Prof. Cengiz KARAGÜZEL

SUMMARY

In recent years, many researchers are followed towards utilization of leonardites found in sectoral usage areas as soil conditioner, drilling mud, animal food additive and adsorbent material. In our study, it is studied whether fulvic acid humic acid produced by chemical and physical enrichment and leach techniques from leonardites in Kahramanmaraş province can be used as an organic soil conditioner.

KOH is used as a solvent reagent to provide potassium ion which organic soil needs in chemical enrichment studies. Potassium hydroxide amount, mixing time, temperature, solid concentration, mixing speed and grain size are studied as variable parameters in chemical enrichment studies. Existence of inorganic materials preventing humic and fulvic materials to be dissolved in chemical enrichment studies, increasing reactive consumption and causing capacity growth are determined by mineralogical and chemical analyses. For the removal of these materials, effect of pre-studies on leach is researched doing physical pre-enrichment efforts in columns in which water and air are used creating fluidized column and in three compartments hydraulic classifier. As a result of the studies, while humic and Fulvic acid are obtained with 47,03 % content and 85,5 % efficiency at the end of chemical enrichment from leonardite, at the end of leach process after pre-enrichment, via the aqueous enrichment with vertical fluidized column, humic and fulvic acid are obtained with 62,74% content and 92.4% efficiency, from leonardite containing humic and fulvic acid material, via the air enrichment, with vertical fluidized column, humic and fulvic acid are obtained with 51,61% content and 87,25% efficiency, and via the enrichment with three compartments hydraulic classifier, humic and fulvic acid are obtained with 59,15% content and 91% efficiency humic and fulvic acid material.

Keywords: Humic substances, Physical enrichment, Chemical enrichment, Leonardite.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın planlanıp yürütülmesindeki destek ve katkılarından dolayı danışman hocalarım, Prof. Dr. Ahmet AYDIN ve Doç. Dr. Cengiz KARAGÜZEL'e öncelikle teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım Yrd. Doç. Dr. Uğur DEMİR, Doç. Dr. Oktay ŞAHBAZ, Doç. Dr. Alper Tolga ÇOLAK'a çalışmanın laboratuvar aşamasında destek ve yardımlarından dolayı, Arş. Gör. Ahmet ÖZGÜR, Arş. Gör. Sevgi KARACA, Aykut CANTAŞ ve Adnan ÖZÇAM'a teşekkür ederim.

Ayrıca, kimyasal analizlerde, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Ziraat Mühendisleri Ufuk ÖZTÜRK ve Necip GÜÇLÜ'ye, numune temininde yardımcı olan, Candem ve Altınyaprak gübre firmalarına, bu süreçte desteklerinden dolayı, Dumlupınar Üniversitesi Maden Mühendisliği personeline teşekkür ederim.

Son olarak, bugünlere gelmemde çok büyük emeği olan anneme ve babama, desteğiyle yanımda olan abime ve ablama saygı ve sevgilerimle...

Ömer CANIEREN

KÜTAHYA, 2015

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. HÜMİK MADDELER VE GENEL ÖZELLİKLERİ	3
2.1. Hümik Maddelerin Kullanım Alanları	8
2.2. Hümik Asit Üretimi.....	10
2.3. Hümik Asit Analiz Yöntemi.....	11
2.4. Leonardit	14
2.5. Leonarditin Oluşumu	17
2.6. Leonarditin Zenginleştirilmesi	18
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	22
3.1. Malzeme.....	22
3.2. Yöntem.....	26
3.2.1. Kimyasal zenginleştirme	26
3.2.2. Fiziksel ön zenginleştirme deneyleri	29
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE SONUÇLARIN İRDELENMESİ.....	34
4.1. Zenginleştirme Çalışmaları	34
4.1.1. Kimyasal zenginleştirme çalışmaları.....	34
4.1.1.1. KOH miktarının hümik madde liğine etkisinin incelenmesi	34
4.1.1.2. Karıştırma süresinin hümik madde liğine etkisinin incelenmesi.....	36
4.1.1.3. Ortam sıcaklığının hümik madde liğine etkisinin incelenmesi	37
4.1.1.4. Katı konsantrasyonunun hümik madde liğine etkisinin incelenmesi	38
4.1.1.5. Karıştırma hızının hümik madde liğine etkisinin incelenmesi	39
4.1.1.6. Tane boyutunun hümik madde liğine etkisinin incelenmesi	40
4.1.2. Fiziksel ön zenginleştirme çalışmaları	42
4.1.2.1. Su ile oluşturulan akışkan yatakta zenginleştirme deneyleri	42
4.1.2.2. Hava ile oluşturulan akışkan yatakta zenginleştirme deneyleri	55
4.1.2.3. Üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcıda yapılan deneyler	60

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

5. TARTIŞMA VE SONUÇ 65

KAYNAKLAR DİZİNİ..... 67

EKLER

- Ek.1. KOH Miktarının Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deney Sonuçları
- Ek.2. Karıştırma Süresinin Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deney Sonuçları
- Ek.3. Ortam Sıcaklığının Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deney Sonuçları
- Ek.4. Katı Konsantrasyonunun Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deney Sonuçları
- Ek.5. Karıştırma Hızının Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deney Sonuçları
- Ek.6. Tane Boyutunun Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deney Sonuçları
- Ek.7. Su ile Akışkan Yatakta (-2+1 mm) Tane Boyutunda 10 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.8. Su ile Akışkan Yatakta (-2+1 mm) Tane Boyutunda 12,5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.9. Su ile Akışkan Yatakta (-2+1 mm) Tane Boyutunda 15 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.10. Su ile Akışkan Yatakta (-1+0,5 mm) Tane Boyutunda 5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.11. Su ile Akışkan Yatakta (-1+0,5 mm) Tane Boyutunda 7,5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.12. Su ile Akışkan Yatakta (-1+0,5 mm) Tane Boyutunda 10 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.13. Su ile Akışkan Yatakta (-0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 2,5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.14. Su ile Akışkan Yatakta (-0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.15. Su ile Akışkan Yatakta (-0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 7,5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.16. Hava ile Akışkan Yatakta (- 0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 2 Bar Basınçta Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.17. Hava ile Akışkan Yatakta (- 0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 3 Bar Basınçta Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.18. Hava ile Akışkan Yatakta (- 0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 4 Bar Basınçta Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.19. Üç Kompartımanlı Hidrolik Sınıflandırıcı ile (- 0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 15 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.20. Üç Kompartımanlı Hidrolik Sınıflandırıcı ile (- 0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 20 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

- Ek.21. Üç Kompartımanlı Hidrolik Sınıflandırıcı ile (- 0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 30
lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları
- Ek.22. Zenginleştirme Çalışmalarında ve Kimyasal Zenginleştirmede Elde edilen
Konsantrelerin Kazanma Verimlerinin Karşılaştırılması

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Toprağın içerdiği organik bileşenler.....	4
2.2. Humik maddelerin özellikleri ve sınıflandırılması.....	4
2.3. Stevenson'a göre hümik asidin yapı modeli.....	5
2.4. Öğütülmüş leonardit numunesi.....	15
2.5. Lignin teorisine göre hümik maddelerin meydana gelişi.....	18
3.1. N ₁ ve N ₂ numunesi elek analizi.....	24
3.2. N ₂ numunesine ait XRD karakterizasyon çalışması.....	25
3.3. Deneysel çalışmaların genel akım şeması.....	27
3.4. Hümik asit liçi prensip akım şeması.....	28
3.5. Kimyasal zenginleştirmede kullanılan manyetik karıştırıcı.....	28
3.6. TSE 5869 ISO 5073 standartlarına göre yapılan titrasyon testlerinde elde edilen ürünler...	29
3.7. Leonarditin düşey akışkan yatakta su ile zenginleştirilmesinde kullanılan deney düzeneği.....	31
3.8. Leonarditin düşey akışkan yatakta hava ile zenginleştirilmesinde kullanılan deney düzeneği.....	32
3.9. Leonarditin üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcı ile zenginleştirilmesinde kullanılan deney düzeneği.....	33
4.1. KOH miktarının hümik madde içeriğine ve kazanma verimine etkisi (Karıştırma Süresi: 5 saat, Sıcaklık:60 °C, Katı Konsantrasyonu: %10, Karıştırma Hızı: 200 dev/dak, Tane Boyutu: -75 µm, KOH Miktarı: (2 gr/ml,4 gr/ml,6 gr/ml,8 gr/ml,10 gr/ml)).....	35
4.2. Karıştırma Süresinin hümik madde içeriğine ve kazanma verimine etkisi (KOH Miktarı 4 gr/ml, Sıcaklık: 60 °C, Katı Konsantrasyonu: %10, Karıştırma Hızı: 200 dev/dak, Tane Boyutu: -75 µm, Karıştırma Süresi: (1 saat, 3 saat, 5 saat, 10 saat, 12 saat, 24 saat)).....	36
4.3. Sıcaklığın hümik madde içeriğine ve kazanma verimine etkisi (KOH Miktarı 4 gr/ml, Karıştırma Süresi: 5 saat , Katı Konsantrasyonu: %10, Karıştırma Hızı: 200 dev/dak, Tane Boyutu: -75 µm, Sıcaklık : (25 °C, 40 °C, 60 °C, 80 °C,)).	38
4.4. Katı konsantrasyonunun hümik madde içeriğine ve kazanma verimine etkisi (KOH Miktarı 4 gr/ml, Karıştırma Süresi: 5 saat , Sıcaklık: 60 °C, Karıştırma Hızı: 200 dev/dak, Tane Boyutu: -75 µm, Katı Konsantrasyonu (% 5,% 10,% 15,% 20,% 25)).....	39
4.5. Karıştırma hızının hümik madde içeriğine ve kazanma verimine etkisi (KOH Miktarı 4 gr/ml, Karıştırma Süresi: 5 saat , Sıcaklık: 60°C, Katı Konsantrasyonu: %15, Tane Boyutu: -75 µm, Karıştırma Hızı: (100 dev/dak,150 dev/dak,200 dev/dak, 250 dev/dak, 300 dev/dak)).....	40
4.6. Tane boyutunun hümik madde içeriğine ve verime etkisi (KOH Miktarı 4 gr/ml, Karıştırma Süresi: 5 saat, Sıcaklık: 60°C, Katı Konsantrasyonu: %15, Karıştırma Hızı: 150 dev/dak Tane Boyutu: (-500 µm,-250 µm,-100 µm,-75 µm,-38 µm)).....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.7. (-2+1 mm) tane boyutunda 10 lt/dak 'da farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	43
4.8. (-2+1 mm) tane boyutunda 12,5 lt/dak 'da farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	44
4.9. (-2+1 mm) tane boyutunda 15 lt/dak 'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	45
4.10. (-2+1 mm) tane boyutunda farklı su debilerinde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	46
4.11. (-1+0,5 mm) tane boyutunda 5 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	47
4.12. (-1+0,5 mm) tane boyutunda 7,5 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	48
4.13. (-1+0,5 mm) tane boyutunda 10 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	49
4.14. (-1+0,5 mm) tane boyutunda farklı su debilerinde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	50
4.15. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda 2,5 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	51
4.16. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda 5 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	52
4.17. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda 7,5 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	53
4.18. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda farklı su debilerinde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	54
4.19. (-2+1 mm/ -1+0,5 mm/ -0,5+0,25 mm) tane aralıklarında, su ile akışkan yatakta yapılan zenginleştirme sonucu elde edilen en yüksek konsantrelerin hümik madde içeriklerinin ve kazanma verimlerinin karşılaştırılması.	55
4.20. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda 2 bar hava basıncında farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	56
4.21. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda 3 bar hava basıncında farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	57
4.22. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda 4 hava basıncı ile farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	58
4.23. (-0,5+0,25 mm) tane aralığında, 2 bar,3 bar, 4 bar hava miktarlarında elde edilen en yüksek konsantrelerin hümik madde içeriklerinin ve kazanma verimlerinin karşılaştırılması.	59
4.24. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda 15 lt/dak'da elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	60

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.25. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda, 20 lt/dak'da, elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	61
4.26. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda, 30 lt/dak'da elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.	62
4.27. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda, 15 lt/dak, 20 lt/dak, 30 lt/dak su debilerinde elde edilen, en yüksek konsantrelerin hümik madde içeriklerinin ve kazanma verimlerinin karşılaştırılması.	63
4.28. Yapılan ön zenginleştirme çalışmalarında ve kimyasal zenginleştirmede elde edilen konsantrelerin kazanma verimlerinin karşılaştırılması.	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Doğal kaynakların içerdikleri toplam hümik ve fülvik asit oranları	6
2.2. Bir leonardite ait elementel analiz değerleri	16
2.3. Leonardit kalite sınıflandırması	17
3.1. N ₁ numunesine ait boyut dağılımına göre hümik madde içeriği	22
3.2. N ₂ numunesine ait boyut dağılımına göre hümik madde içeriği	23
3.3. N ₁ numunesine ait boyut dağılımı	23
3.4. N ₂ numunesine ait boyut dağılımı	23
3.5. N ₂ numunesine ait XRF karakterizasyon çalışması	24
3.6. N ₂ numunesine ait elementel analiz değerleri	25

1. GİRİŞ

İnsanoğlu birçok sektörde olduğu gibi tarımsal alanlarda da üretim verimini arttırmak ve kaliteli ürün elde etmek için çok eski çağlardan günümüze bir çaba içerisinde. Bu amaca yönelik, kimyasal gübre kullanımı uzun zamandır başvurulan yöntemlerden biridir. Kimyasal gübreleme ile bitkiler bazı inorganik besin maddelerini bu yolla temin edebilmekte fakat toprağa karıştırılan kimyasal gübreler bitki tarafından yeterince kullanılamamaktadır. Bitki tarafından kullanılmayan kısım yağmur, kar ve sulama suyu vasıtasıyla topraktan uzaklaşıp yer altı kaynak sularına, denizlere, göllere karışarak önemli ekolojik sorunlara neden olmaktadır.

Özellikle son yıllarda uygulanan tarımsal faaliyetlerde, inorganik gübrelere ve çeşitli kimyasallara bağımlı kalındığı görülmektedir. Ancak, tarımsal alanların verimliliğinin sürdürülebilirliği, sadece bu doğal olmayan maddeler ile devam edilemeyeceği çok açıktır. Yoğun şekilde kimyasal gübrelemeye devam edilmesi halinde, her sene topraklar daha da bozulacak, bitkilerin gelişmesi, yapılan kimyasal gübrelemenin yoğunluğuna bağılı olarak yavaşlayacak ve duracak, dolayısıyla yıllar geçtikçe verim düşüşü yaşanacaktır. Yoğun yapılan kimyasal gübreleme sonucunda toprakta organik madde miktarı ve dolayısıyla topraktaki humus oranı azalacak ve biyolojik aktivite, yani toprak canlılarının aktivitesi de azalıp, verilen gübreler toprakta tutunamadığı için yıkanıp gidecektir. Bunun sonucunda bitki besin elementlerinin, bitkilerin alabileceği şekle dönüşmeleri duracak ve böylece toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri bozulacaktır. Bu durum da topraklarımızda; tuz konsantrasyonunun yükselmesine, mikroorganizma faaliyetlerinin azalmasına, yeraltı suyunun kirlenmesine, kimyasal olarak verilen gübrelerin topraktan çabucak yıkanmasına, verim ve elde edilen ürünün kalitesinin düşmesine, erozyonla toprak kaybına neden olacaktır (Özkan,2007). Organik gübrelerin kullanılması halinde ise, bu durum tamamen tersine dönmeye başlayacak ve giderek topraklarımızın içerdiği organik madde miktarı artabilecektir. Ayrıca, üretilen organik gübre bitkinin ihtiyacı olan mineral maddeleri absorblayarak, bitkinin ihtiyaç duyduğu anda bitkiye verebilecektir.

Türkiye tarım topraklarının %85'i bazık karakterli, %94'ü organik madde miktarı bakımından fakir (%75.6'sı az ve çok az, %18.3 orta), %58'i kireçli olması nedeniyle yapısal bozuklukları, yetersiz su depolanması, erozyonla kaybı yanında bitki besin elementlerinin elverişli miktarlarının yetersizliği, denge bozukluğuna bağılı olarak başta fosfor, potasyum, demir ve çinko gibi elementler olmak üzere bitkilerin yetersiz beslenmesinden dolayı bitkisel üretimde verim ve kalite düşüklüğü vardır (Güçdemir, 2006). Ülkemizde bitkisel üretimde elde edilen verim ve kalite düşüklüğünde yukarıda açıklandığı gibi topraklarımızın verimlilik

potansiyellerinin düşüklüğünün payı çok yüksektir. Bu durum çiftçilerin gelir kayıplarının ve ekonomik yetersizliklerinin en önemli nedenlerinin başında gelmektedir. Bu sorunun çözüm yollarının başında toprakların organik madde içeriğini artırıp verimlilik potansiyellerinin de artırılması gelmektedir. Bunun içinde tarım alanlarımızda ahır gübresi, bitkisel artıklar (anız), yeşil gübre, kompostlar ve leonardit gibi bitkisel ve hayvansal artıkların yoğun olarak kullanılması gerekir (Gezgin, 2012). Bu nedenlerle tarımda, kimyasal ilaç ve gübrelerin yerine, organik ürünlerin kullanılması, organik tarımın yaygınlaştırılması tarımsal açıdan çok büyük önem arz etmektedir. Bu sayede, ekolojik sistemde hatalı uygulamalar sonucu kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmak mümkün olacaktır.

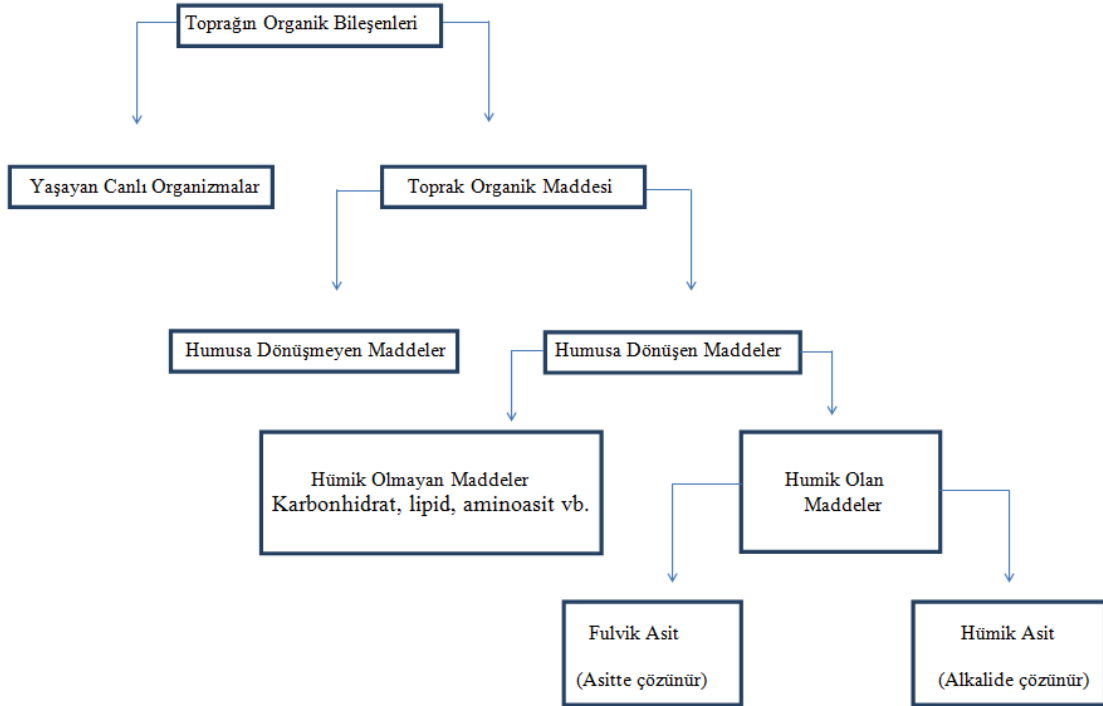
Doğal dengenin yeniden kurulmasında, tarım arazilerine kaybettiği özelliklerin tekrar kazandırılmasında, bünyesinde organik madde olarak; hümik asit, fülvik asit ve hümin içeren leonardit minerali, önemli bir potansiyel kaynak olarak görülmektedir. Günümüzde leonarditlerin organik gübre potansiyelleri çok iyi bilinmektedir. Ülkemizde TKİ bünyesinde yer alan HÜMAŞ, leonarditlerden kimyasal çözündürme yöntemi kullanılarak hümik asit üreten en önemli kurumumuzdur. Ayrıca piyasada bazı özel firmaların leonarditten benzer yöntemler ile hümik ve fülvik içerikli sıvı ve katı ürünler ürettiği bilinmektedir. Yüksek hümik içerikli ürün üretmek isteyen firmalar kimyasal zenginleştirme sırasında ve sonrasında başta çözünürlük, üretim sonrası ortaya çıkan katı-sıvı ayrımı ve artık problemi yaşadıkları bilinmektedir.

Bu çalışmada, hümik ve fülvik madde içeriği tarımsal amaçlı kullanım için düşük olan Kahramanmaraş bölgesi leonarditlerinden yüksek hümik ve fülvik asit içeren katı ve sıvı ürünler elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik kimyasal zenginleştirme ve fiziksel + kimyasal zenginleştirme çalışmaları yapılmıştır.

2. HÜMİK MADDELER VE GENEL ÖZELLİKLERİ

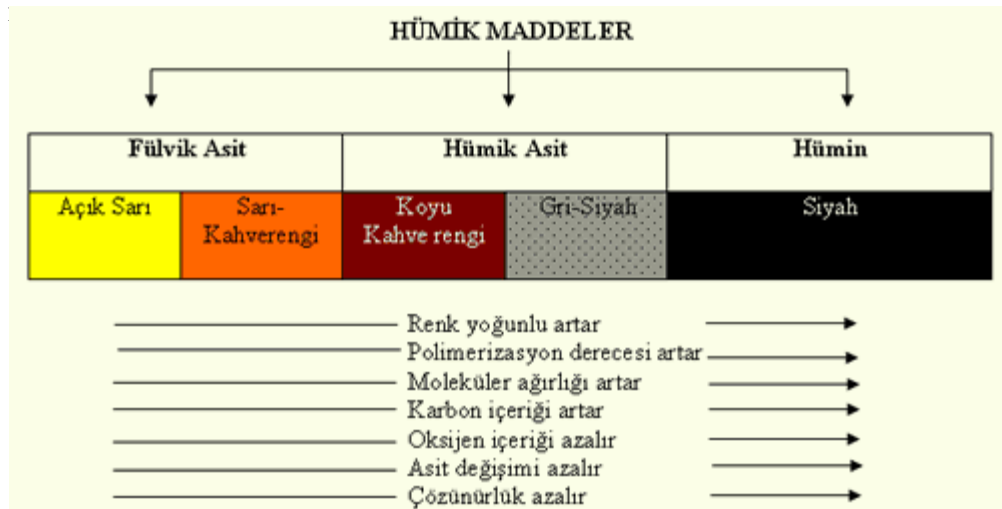
Tarımda kullanımı Romalılara kadar uzanan toprak humusunu, bilim 18. yüzyılda keşfetmiştir. Koyu renkli toprakların, açık renkli topraklardan daha verimli olduğu da uzun zamandır bilinmektedir. Bu verimlilik, çürümüş bitki ve hayvan artıkları ve mikroorganizmalar ile ilişkilidir.

Zirai bilimciler, toprak organik maddesi olan humusun, tarımda ürün verimliliğine etkisini uzun yıllardır tartışmaktadır. Humusun, toprak bilimciler tarafından da belirtilen genel tabiriyle toprakta bulunan hümik maddelerin ve diğer organik maddelerin ürün verimliliğine etkisi bu çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Hümik maddelerin tarifindeki en büyük sorun yapısının tam olarak aydınlatılamamasıdır. Farklı yapıların gözlemlendiği bu maddeler genel adıyla toprak organik maddesi (TOM) olarak literatürde izlenmekte olup, genellikle toprakta bulunan organik içerikleri, çürümüş bitki ve hayvan dokularını, bunların kısmi çürümüş ürünlerinin topraktaki biyo kütlelerini ifade eder. Toprak organik maddeleri (TOM) bünyesinde, tanımlanabilir polisakkarit ve protein gibi yüksek molekül ağırlıktaki materyaller, şeker, aminoasit ve diğer küçük moleküllü basit yapılar ve humik maddeler içermektedir. Yani, toprak organik maddeler terimi (TOM), canlı organizmalar tarafından sentezlenen neredeyse bütün organik bileşenler için kullanılabilir. Ayrıca, toprak organik maddeleri hümik maddeler ve hümik olmayan maddeler olarak ikiye ayrılır. Toprak organik maddelerinin dağılımı Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Toprağın içerdiği organik bileşenler (<http://www.humintech.com>).

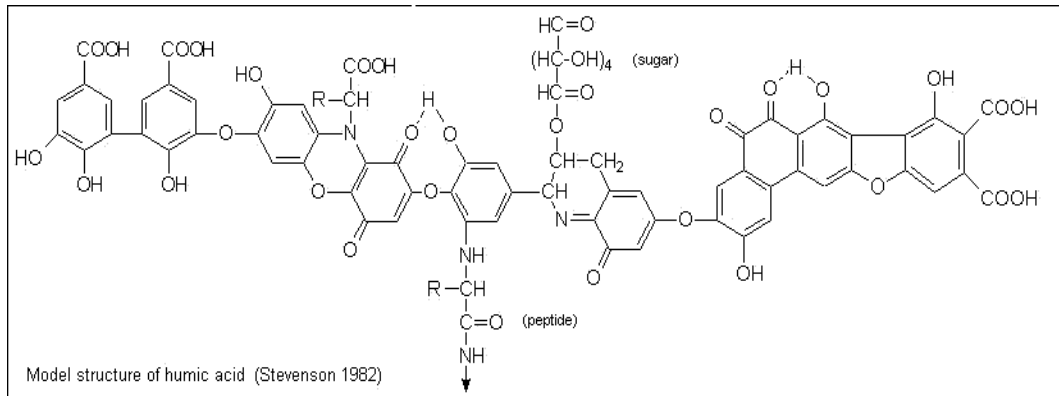
Hümkik maddeler hümkik asit, fülvik asit ve hüminden oluşmakta olup, Şekil 2.2 'de bazı özellikleri ve sınıflandırılması yapılmıştır.



Şekil 2.2. Hümkik maddelerin özellikleri ve sınıflandırılması (Stevenson, 1982).

Hümik maddeler asidik ve bazik çözeltilerde çözünme kabiliyetlerine göre adlandırılıp üç gruba ayrılmıştır. Bunlar humik asit, fülvik asit ve hüminlerdir (Kononova, 1966). Ayrılmış organik madde, peat, kömür yatakları ve toprakta bulunan hümik asitler, zayıf alifatik karbon zincirleri ve aromatik karbon halkaları karışımından oluşan organik asitlerdir. Bu organik asit, suda ve asidik çözücülerde çözünmezken, bazik ortam şartlarında çözünürler. Bünyelerinde pH: < 2 koşullarında çökelen hümik madde fraksiyonları taşırlar. Hümik asitler, bazı kimyasal özelliklerinden dolayı polidispers (birbirinden farklı büyüklükteki taneciklerin oluşturduğu kolloidal sistem) olarak tanımlanırlar. Hümik asit moleküllerinin, ortalama % 35'i aromatik karbon halkalarından oluşurken, kalan kısım alifatik karbon zincirlerinden oluşur. Molekül ağırlıkları 10000 dalton ile 100000 dalton arasındadır. Hümik asit polimerleri, kil mineralleri ile kolaylıkla bağ yaparak, organik kil kompleksleri oluşturabilirler. Ayrıca, hümik asitler inorganik iz elementleri ile kolaylıkla tuz oluşturabilir (Pettit, 2004). Hümik asitler alkali ortamlarda çözünürken, pH: < 2 koşullarda çözünmezler. Fülvik asitler ise, bütün pH koşullarında ve suda çözünme kabiliyetine sahiptirler (Buffle,1988). Hümik asitlerin topraktaki dönüşüm süreleri, fülvik asitlerin dönüşüm sürelerinden 10 kat daha fazladır (Huang, vd., 1998).

Hümik asit terimi genellikle, bitkilerin çürümesi sonucu oluşan asidik katı materyal olarak bilinir. Son zamanlarda hümik asit, linyitin taş kömüre dönüşümü sürecinde yardımcı ürün olarak görülmeye başlanmıştır. Hümik maddeler sırasıyla turba, kahverengi kömür, bitümlü kömür ve son olarak antrasite dönüşür. Hümik asitin yapısı, aromatik ve alifatik zincir halkalarından oluşur (Şekil 2.3). Aromatik zincirler karboksilik gruplardan oluşurken, alifatik zincirleri ise karbonil, fenolik ve hidroksilik grupların oluşturduğu düşünülmektedir. Hümik asitin içerdiği metalik tuzlar suda çözünmez, ancak hümik asitin içerdiği sodyum, amonyum ve potasyum hümatlar suda çözünür (Schwartz, vd., 1968).



Şekil 2.3. Stevenson'a göre hümik asidin yapı modeli.

Hümik asitleri, doğada buldukları kaynaklara göre iki alt sınıfta incelemek mümkündür:

1) Toprak kaynaklı hümik asitler

2) Su kaynaklı hümik asitler

Toprak kaynaklı hümik asitler, yapı itibariyle oldukça aromatik bir yapıya sahiptir. Yani; benzen ve fenole benzeyen birçok bileşen birbirlerine karmaşık olarak bağlanmıştır. Su kaynaklı hümik asitlerde ise, aromatik yapılar bulunmakla birlikte, toprak kaynaklı hümik asitlerdeki kadar fazla değildir. Su kaynaklı hümik asitlerin yapılarında alifatik gruplar daha fazladır. Hümik asitler çeşitli doğal kaynaklardan elde edilse de, linyit ve leonardit en yaygın hümik asit kaynakları olarak bilinir (Tarhan, 2011). Doğal kaynakların içerdikleri toplam hümik ve fülvik asit oranları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Doğal kaynakların içerdikleri toplam hümik ve fülvik asit oranları (Jackson, 1994).

DOĞAL KAYNAK	HÜMİK VE FÜLVİK ASİT ORANLARI (%)
Leonardit	40-90
Torf	10-30
Linyit Katmanları	10-30
Hayvan Gübresi	5-15
Kompost	2-5
Toprak	1-5
Aritma Çamuru	1-5
Taş Kömürü	0-1

Fülvik asit, yapısı ve özellikleri humuslaşma prosesine ve oluştuğu bölgeye göre değişiklikler gösteren bir makro moleküler polimerdir (Aiken, vd., 1985). Fülvik asit, hümik asit gibi toprak, su ve turbada doğal olarak meydana gelir. Humuslaşma olarak bilinen bitkilerin çürümesi sonucunda toprak mikroorganizmaları tarafından üretilirler. Koyu kahverengi veya siyah renk yüksek molekül ağırlıklı polimeri, açık kahverengi veya sarı renk ise düşük molekül ağırlıklı polimeri gösterir. Molekül ağırlıkları hümik asitlere göre daha düşüktür. Aynı zamanda, fülvik asitler hümik asitlere göre oksijence zengin, karbonca fakirdir (Sönmez vd., 2014). Fülvik asitler, hümik maddelerin hem alkali hem de asitli çözeltilerde çözünebilen fraksiyonlarıdır. Ortalama molekül ağırlıkları 1500 gr/mol’den küçük olup, hümik asitlerden daha polar karakterdedirler. Fülvik asit, hümik maddelerin tüm pH değerlerinde çözünme

yeteneğine sahip kısmıdır ve hümik maddelerin başlıca fenolik ve karboksilik formda bulunan oksijen miktarının büyük kısmını oluşturur. Hümik maddelerde bulunan üç ana madde içerisinde fülvik asitler, en yüksek çözünürlük ve iyon değiştirme kapasitesine sahip iken en düşük molekül ağırlığına ve en düşük karbon miktarına sahip bileşendir.

Hüminler, hümik maddelerin katı örneklerinden sulu, baz yada asit çözeltileriyle ekstrakte edilemeyen kısımlarıdır. Ortalama molekül ağırlıkları hümik asitlerden oldukça yüksektir. Hüminlerin analitik karakteri ve kimyasal yapıları hümik asitler ile benzerlikler taşır (Schulten ve Schnitzer, 1997). Hümik maddelerin yaklaşık %50'si hüminlerdir (Chiou, 1989). Hümik maddeler hümik asit, fülvik asit ve hüminlerden oluşmakta olup, hüminler bu maddeler içinde çözünürlüğü ve iyon değiştirme kapasitesi en düşük olanıdır. Ancak hümik maddelerin en yüksek molekül ağırlığına ve en yüksek karbon miktarına sahip kısmıdır (Tarhan, 2011).

Hümik maddelerle ilgili yapılan çalışmalarda ortaya çıkan görüşler aşağıda sıralanmıştır;

1- Toprak humik maddeleri, bitkilerin gelişiminde doğrudan ve dolaylı önemli bir rol oynar. Suyun tutulması, drenaj, havalanmanın iyileştirilmesi ve metalik iyonlar ile kilyetli bileşikler ya da metalik-hidroksitler oluşturularak suda çözünebilir formların meydana getirilmesi şeklindedir; bu elementlerin birçoğunun çözünürlüğünü de kontrol eder. Bitkilere doğrudan etkisi ise, kök gelişiminde ve bitkilerin metabolizmalarını etkilemesi ile meydana gelmektedir (Lobartini, vd., 1997).

2- Humik maddeler kolloidal özelliklere sahip olup, başlıca dekompoze amino asit artıkları içeren azotlu bileşikler ve aromatik kompleksler ile gübre özelliği göstermektedir (Andriess, 1988).

3- Hümik maddelerin bitkinin mineral alımını, hormonal aktivitesini ve fotosentez kapasitesini etkilediği düşünülmektedir (Schmidt ve Zhang, 1998).

4- Hümik maddeler fotosentez, terleme, nükleik asit sentezi ve iyon alımı gibi bitki için gerekli pek çok metabolik süreci etkilemektedir. Ayrıca hümik asitin bitki hücresindeki pek çok biyokimyasal süreci etkileyen RNA üretimine de olumlu etki yaptığı belirtilmektedir (Vaughan ve Malcolm, 1979).

5- Hümik maddelerin en önemli özelliği, toprağın ihtiyacı olan mikrobese elementleri, metal iyonları ile makrobese elementleri olan azot, fosfor ve potasyumu bünyesinde tutmasıdır.

6- Hümik maddeler bilindiği üzere fizikokimyasal (sorpsiyon, koagülasyon, asit-baz etkileşimleri) ve kimyasal (yükseltgenme, indirgenme, hidroliz) reaksiyonlar yapabilen maddelerdir. Bu reaksiyonlarla, toprakta bakteri ve mikroorganizma faaliyetini arttırır, elementlerin bitki hücrelerine geçmesini (yükleme) sağlar, hücrelere besin ve mineral taşınmasına yardımcı olur, besinlerin hücre içerisinde uzun süre kalmasına yardımcı olabilir. Ayrıca toksik değeri olmayan, hümat (humik asit tuzu) kanda bulunduğunda, kanın oksijeni tutma yeteneğini artırabilmesiyle, yaraların daha çabuk iyileşmesine yardımcı olur. (Bozkurt, 2005).

7- Sulu sistemlerde, organik ve inorganik kirleticilerin hümik maddelere bağlanması kirleticilerin hareketliliğini ve biyolojik kullanılabilirliğini arttırabilir (Kutluca, 2007).

8- Hümik asitlerin toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilediği uzun yıllardan beri öne sürülmektedir. Hümik asit uygulaması ile toprağın havalanması ve su tutması, toprak mikroorganizmalarının gelişimi ve çoğalması sağlanmakta, bitkilerin stres koşullarına, hastalık ve zararlılara dayanıklılığı artırılmaktadır. Hümik maddelerin toprak yapısını düzeltmede öne çıkan diğer özellikleri ise şöyle sıralanabilmektedir (Tarhan, 2011):

- Toprağın rengini koyulaştırarak daha fazla güneş enerjisinin emilmesini sağlar,
- Toprağın havalanma özelliğini arttırır,
- Uygun tohum yatağı şartları hazırlar,
- Toprak erozyonunu önler,
- Asidik ve bazik özelliklerdeki toprakları nötralize eder.

2.1. Hümik Maddelerin Kullanım Alanları

Hümik maddeler içeren leonardit; tarımda organik toprak düzenleyicisi olarak, hümik asit konsantrisi üretiminde ana hammadde olarak, derin sondajlarda sondaj çamuru katkı maddesi olarak, toprağın ıslah edilmesinde, sanayi artıklarının kirlettiği toprağın ve bunların oluşturduğu bataklıkların tümüyle temizlenmesinde, buralardaki kötü kokuların giderilmesinde temizleyici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, zengin organik kolloidal mineraller içermesi nedeniyle, hayvan yemi katkı maddesi olarak, hava ve su filtre sistemlerinde tutucu olarak da yararlanılmaktadır. Bunların dışında, leonarditin denizlerdeki petrol kirlenmeleri ile sulardaki radyoaktif kirlenmelerin temizlenmesinde ve insanlar için hazırlanan vitamin hapları ile ilaçlarda kullanılmasına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir (Alak ve Müftüoğlu, 2014).

Doğal ve eşsiz yapısı ile, tüm canlılara çok faydalı olan hümik maddelerin, kimya sektörü dahil birçok kullanım alanı vardır. Hümik maddeler en çok toprak düzenleyici ve gübre olarak kullanılmaktadır. Hümik maddeler, hümik asit fulvik asit ve hüminlerden oluşmakta olup, toprakta bulunan mikro ve makro elementleri kompleks olarak tutmasından dolayı bitkilerde biyo kütle artışında, kök, gövde ve çiçek gelişiminin uyarılmasında, ürün veriminde direkt etkisinin olduğu ve ürün verimlerinde önemli artışlar sağlandığı belirlenmiştir (Topkafa, 2006; Güneş, 2007). Ayrıca nitrifikasyonu önleyici maddeler gibi hareket ederek; tohumların peletlenmesinde, çevre kirliliğinde atık su temizlenmesinde, tıpta yanık tedavisinde ve kanın pıhtılaştırılmasında, endüstride korozyon önleyici ve disperse edici madde olarak kullanılmaktadır (Ok, 2007).

Sularda kirliliği oluşturan metal iyonlarının uzaklaştırılması bazı değerli metal iyonlarının geri kazanılması ve düşük konsantrasyondaki metal iyonlarının deriştirilmesi işlemlerinde kullanılabilecek olan hümik asitlerin istenilen çözünmez bir forma getirilmesiyle, sulu çözeltilerde adsorban olarak kolayca kullanılabilme imkanları sağlanmış olur (Topkafa, 2006). Gübre olarak yaygın şekilde kullanılan hümik asitler aynı zamanda, inşaat sektöründe yüksek su tutma kapasiteleri sebebiyle kullanılır. Ayrıca hayvanlar için ilaç endüstrisinde de kullanılmaktadır (Kutluca, 2007).

Birçok kullanım alanına sahip hümik maddeler özet olarak aşağıda verilen alanlarda belirtilen amaçlara yönelik olarak kullanılmaktadır.

- ✓ Tarım (bitki gelişim ve toprak düzenleyici)
- ✓ Hayvan sağlığı (probiyotik)
- ✓ İnsan sağlığı
- ✓ Kozmetik ve dermakozmetik
- ✓ Çevre teknolojileri (kimyasal ve biyolojik arıtmalar)
- ✓ Su kimyasalları (şelatlayıcı ve oksijen pasifleyici)
- ✓ Boya (baskı mürekkepleri, sigara kağıdı, vs.)
- ✓ Çimento (nemlendirme ajanı ve sertleşme zamanı ayarı)
- ✓ Lastik imalatı (vulkanizde gerilme mukavemeti ve sertlik)
- ✓ Deri sanayi (boya, tabaklama ajanı, sonlandırma)
- ✓ Sondaj kimyasalları (tiner)
- ✓ Ağaç işleme (vernük ve boyalara katkı)
- ✓ Seramik (mekanik mukavemet, toprağın hazırlanması ve boya)
- ✓ Kağıt (yüksek gerilim mukavemeti)

- ✓ Gıda (gıda-diyet takviyesi)
- ✓ İyon değiştirici reğine
- ✓ Radyoaktif madde üretimi veya bertarafı

2.2. Hümik Asit Üretimi

Hümik madde içindeki organik olan kısımdan, yani hümik asit ve fülvik asitten inorganik kısmın ayrılabildeği klasik yöntem, alkali liçi yöntemidir. Bu yöntemde, hümik madde bir alkali (NaOH, KOH, Na₄P₂O₇.10H₂O) yardımıyla çözümlenerek organik kısım çözeltiliye alınır. Bu çözeltilinin asitlendirilmesi sonucunda, hümik asitler çöktürülerek, fülvik asitten ayrılabilir. Bu yöntem benzer kimyasal karakteristiğe sahip organik maddelerin ayrılması için de kullanılmaktadır (Shwartz, 1968). Hümik asitler yüksek moleköl ağırlıklı ve uzun zincir yapılı komplekslerdir. Bağlı oldukları gruplardan yavaş ayrılırlar bu yüzden, hümik asit liç sürelerini uzun tutmak gerekebilir (Stevenson, 1982). Ayrıca hümik asit liğinde, yüksek sıcaklıktan kaçınılmalıdır; çünkü hümik asit moleköl zincirindeki amino asitlerin yapılarının bozulma riski vardır (Yamamoto vd., 1994).

Hümik asit üretimiyle ilgili yapılan çalışmalar, aşağıda sıralanmaktadır;

Özkan, 2007 Afşin-Elbistan, Yatağan ve Bükköy yöresi linyitlerini hümik madde kaynağı olarak kullandığı çalışmasında bildirdiğine göre, linyitlerden humik asit üretimi, doğal yoldan okside olmuş veya yapay yoldan belli basınç ve sıcaklıkta okside edilmiş linyitin uygun bir asit ile reaksiyona sokulmasıyla gerçekteşmektedir. Ardından bir alkali ile bazik hale getirildikten sonra, çözünmeyen kısmın süzülerek ortamdan uzaklaştırılması, çözeltilinin ise asitlendirilip humik asit şeklinde çöktürülmesi esasına dayanmaktadır. Özkan, 2007 çalışmasında, tüm deneyleri atmosfer basıncında ve oda sıcaklığında gerçekteşirmiştir. Kömür numunelerinin oksidasyonunda HNO₃, çözeltilinin nötralizasyonunda ise aynı zamanda potasyum kaynağı olması sebebiyle KOH kullanmış, deney sonuçlarının değerlendirilmesinde Infrared analizi, AAS analizi ve elementel analiz gibi yöntemlerden faydalanmıştır.

Leonarditten, hümik asitlerin elde edilmesi, esas olarak iki basamaklı bir işlemdir. Hümik asit kaynağı bazik bir çözeltiliyle etkileştirilerek hümik asit önce alkali tuzuna dönüştürölür, sonra bazik ortamda çözünmüş halde bulunan hümik asit çözeltilisi asitlendirilerek siyah yumaklar halinde hümik asit elde edilir (Tarhan, 2011).

Shirshova vd., 2005 tarafından önerilen liç yöntemine göre, hümik madde ilk olarak, benzen ve metanol ile liç işlemine tabi tutulur, sonra 0.1 M HCl ile muamele edilip, yıkandıktan sonra 0.1 M NaOH ile oda sıcaklığında liç edilir. Liç sonrası çözeltili santrifüj edilir, santrifüj

sonrası sıvı ürün HCl ile asitlendirilip, hümik asit çökmesi bitene kadar beklenir. Çöken ürünler hümik asit olarak alınır.

Silva, vd., 2012'nin hümik madde eldesinde kullandığı yöntemde ise, 10 gr kuru hümik madde 0.1 M 120 ml pirofosfat ve KOH karışımı alkali çözücüyle pH 13'te 1 saat boyunca liç edilir. Liç sonrası 20 dakika 4000 devirde üç kez tekrarlanan santrifüj işlemiyle, liç çözeltisinin katı sıvı ayrımı yapılır. Son olarak, H₂SO₄ ilavesi ile üst ürün asitlendirilip, oda sıcaklığında 24 saat bekletilir. Çöken ürünler, fülvik asitten ayrılmış hümik asit olarak elde edilir.

Peuravuori, vd., 2006'nın hümik madde kaynağı olarak linyit numunesi kullandığı liç çalışmasında, öncelikle 100 gr linyit numunesi 0.2- 0.3 mm boyutuna kadar öğütülmüştür. 2000 ml (0.5 M NaOH + 0.1 M Na₄P₂O₇, 1:1) alkali çözücü ile 24 saat boyunca azotlu atmosferde liç yapılmıştır. Liç sonrası üst ürün santrifüj edilmiş, sıvı asitlendirilmiş, çöken ürünler orijinal hümik asit olarak kazanılmıştır. Elde edilen hümik asit fraksiyonu saflaştırılmak için tekrar 1 M NaOH solüsyonu ile muamele edilip, hümik asitler HCl-HF yardımıyla asitlendirilerek çöktürülmüştür. Hümik asitte bulunan HCl ve HF uzaklaştırmak için, elde edilen ürün saf su ile yıkanmıştır. Son olarak hammadde 25 °C sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur.

Doskocil, vd., 2014 ise çalışmasında, 0.2 mm boyutuna indirilen linyit numunesini kurutmuştur. Linyitte bulunan bitümü uzaklaştırmak amacıyla, (1000 atm, 80°C, 36 saat) koşullarında kloroform çözücüsüyle, ön liç işlemi yapmıştır. Tekrar kurutma işlemi yapılan linyit, H₂O₂ yardımıyla oksitlenmiştir. Sonrasında, 20 gr linyit numunesi, 0.1 M 1 lt Na₄P₂O₇ ile 3 saat boyunca karıştırmıştır, filtre yardımıyla katı sıvı ayrımı yapıldıktan sonra, üst ürün HCl ile asitlendirip hümik asitleri çöktürmüştür, su ile yıkayıp, 50 °C sabit tartıma gelene kadar kuruttuğu çöken ürünleri, hümik asit olarak almıştır.

2.3. Hümik Asit Analiz Yöntemi

TSE 5869 ISO 5073 kahverengi kömürler ve linyitler - hümik asitlerin tayini yönteminde, hümik asit örneklerinden 0.200 g ± 0.0002 g hassasiyetinde tartım alınır. Arkasından üzerlerine sodyum pirofosfat çözeltisinden 150 ml ilave edilir. Bu işlemde sonra örnekler, kaynar su banyosunda iki saat kadar ısıtılır. Daha sonra örnekler su banyosundan alınıp soğutulduktan sonra 200 ml'lik erlene aktarılarak saf su ile çizgisine kadar tamamlanır. Elde edilen ekstraktan 5 ml alınarak bir erlene konulur. Üzerine 5 ml potasyum dikromat çözeltisi ve 15 ml derisik sülfirik asit ilave edilir. Bundan sonra örnekler kaynar su banyosunda 60 dakika ısıtılır. Örnekler alınıp soğutulduktan sonra 100 ml'ye seyreltilir. Üzerine 3 damla 1,10

fenantrolin indikatörü damlatıldıktan sonra demir amonyum sülfat çözeltisiyle kırmızı renge dönünceye kadar titre edilir (Anonim, 2003).

$$W_{HA} = [(V_0 - V_1) \times 0.003 \times c] / 0.59 \times m \times [100 \times V_e / V_a]$$

Burada;

0.003 karbonun milimol kütlesi, milimol/g

V_0 : tanık titrasyonda kullanılan demir amonyum sülfat titrasyon çözeltisinin hacmi, ml

V_1 : ekstraktların titrasyonunda kullanılan demir amonyum sülfat titrasyon çözeltisinin hacmi, ml

C : Demir amonyum sülfat çözeltisinin konsantrasyonu mol/l

V_e : Ekstraktın hacmi, ml

V_a : Titrasyon için alınmış örnek hacmi, ml

0.59: Kahverengi kömür veya linyitlerdeki humik asitlerin karbon içeriğinin ortalama oranı

m : Analiz için alınmış örneğin kütlesi.

Yukarıda verilen kimyasal çözündürme ve titrasyon yöntemi dışında, MVR metodu, Schnitzer metodu, (FIA) akış enjeksiyonu metodu, yöntemleri kullanılarak da hümik madde analizleri yapılabilmektedir.

Hümik asitin analiz edilebildiği MVR yöntemine, 2 gr numune tartılmasıyla analize başlanır, 50 ml'lik santrifüj tüpüne aktarılır. Üzerine yeterli miktarda liç çözeltisi (NaOH, DTPA ve ethanol içerir) eklenir ve çalkalayıcıda iyice karıştırılır. Santrifüj yapılır. Sıvı kısımdan örnek alınır ve gerekirse saf su ile seyreltme yapılır. Aldrich humik asitinden hazırlanan standart stok çözeltiden (1000 ppm) 0, 50, 100 ve 200 ppm'lik standart çözeltiler hazırlanır. 450 nm'de spektrofotometre'de önce blank (saf su), 50 ppm, 100 ppm ve 200 ppm standart çözeltiler ve en son örneklerde okuma yapılır. Sonuçlar aşağıdaki (III) ile gösterilen formül ile hesaplanır Bu yöntemde (E yöntemi) materyallerin yalnız humik asit içeriği tespit edilmiştir. Bu yöntemin yapılması bir örnek için 1 gün sürmektedir (Özkan, 2008).

$$(III) \text{ ppm HA} = (\text{okunan ppm değeri}) \cdot (\text{seyreltme faktörü})$$

$$\%HA = (\text{ppm HA}) / 10.000$$

Aşık, 2008 çalışmasında bahsettiği Schnitzer yönteminde ise, numuneden 10 gr tartılır, 250 ml'lik santrifüj tüplerine konur. Üzerine 0.5 M NaOH çözeltisinden 200 ml ilave edilerek 24 saat çalkalamaya bırakılır. Ertesi sabah, 6000 dev/dak hızda 45 dakika santrifüj edilir. Çökeltinin üstünde kalan kısım içinde 6 M HCl bulunan geniş bir behere boşaltılır. 6 M HCl damlatılarak pH 2 ye ayarlanır. NaOH liçi ve santrifüj işlemi daha önce yapıldığı şekilde tekrarlanır. Bu işleme liç çözeltisi açık çay rengini alıncaya kadar devam edilir. Asitlendirilmiş çözeltinin üst kısmı sifonlanır, geri kalan santrifüjle ayrılır. Çöken kısım humik asiti, çözelti kısmı fulvik asiti temsil eder. Örnekler daha sonra 65 °C' da kurutulup, tartım yapılarak % miktarları belirlenir.

Tarhan, 2011 bazı biyokimyasal kaynaklardan hümik maddelerin (HM) eldesi için yüksek verimli bir hümik asit liç metodu oluşturduğu çalışmasında, bu kaynakların hümik madde içeriğini tespit etmeye çalışmış ve hümik asitlerin (HA) miktarının tayini için standart metotlara alternatif olması beklenen yeni bir akış enjeksiyon metodu (FIA) geliştirmek için bir çalışma yürütmüştür. Hümik asitlerin miktar tayini için HPLC sistemini modifiye ederek kemometrik yaklaşımlarla yeni, hızlı, hassas ve seçici bir akış enjeksiyon metodu geliştirdiğini öne sürmüştür. Önerilen FIA metodunun, sahip olduğu geniş kalibrasyon aralığı ile (0- 2000 mg/L) daha az seyreltme işlemine ihtiyaç duyduğunu, farklı konsantrasyonlara sahip hümik asit numunelerini tayin edebildiğini ve saatte 60 analiz yapılabileceğini de iddia etmiştir. Aynı zamanda önerdiği FIA metodunun, diğer analiz yöntemlerine alternatif, hümik asitlerin sürekli ve otomatik miktar tayini için çok kolay, hızlı ve uygulanabilir bir metot olduğu bildirmiştir.

Hümik asitlerin, aydınlatılmayan kompleks yapılarından dolayı, yapıları tam olarak bilinmemektedir. Özellikle hümik asitlerin analizleri, büyük sorunlar teşkil etmektedir. Bu yüzden araştırmacılar çalışmalarını, hümik asit analizine yoğunlaştırmıştır.

Son yıllarda hümik asitlerin analizi ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Saito ve Seckler, 2014 hümik asitlerin bünyesinde bulunan inorganik grupların karbon içeriklerinin düşük olması ve tuzların elektrik iletkenliği potansiyelinden yararlandığı çalışmasında, hümik asitin elde edilmesi sırasında oluşan hümat tuzlarının elektrik iletkenliklerini ölçerek hümik asit analizlerini yapmaya çalışmıştır.

Bozkurt, 2005'in hümik asit ve fulvik asitlerin analizinde TSE 5869 ISO 5073 yöntemi ve Schnitzer Yöntemi'ni karşılaştırdığı çalışmasında, TSE 5869 ISO 5073 yönteminin, organik materyalin karbon değerini göz önüne alarak hesapladığından dolayı, farklı materyaller için daha uygun bir yöntem olduğunu, organik materyallerin hümik asitlerinin organik karbon

kapsamları farklılık gösterdiğinden bu yöntemin hem organik karbonu temel aldığından, hem de daha kolay ve kısa zamanda uygulanabilecek bir yöntem olduğundan dolayı Schnitzer yöntemi'ne göre uygulanmasının daha pratik olduğunu ileri sürmüştür.

Aşık, 2008 çalışmasında farklı firmalardan tedarik ettiği 14 adet sıvı haldeki humik asit içerikli toprak düzenleyicinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yapılarında bulunan fonksiyonel gruplarını tespit ederek, alınan örneklerde analiz sonucu elde edilen değerler, etiketleri üzerinde belirtilen pH, toplam humik+fulvik asit, suda çözünebilir K₂O ve toplam organik madde miktarlarını karşılaştırmıştır. Nem, kuru madde, organik madde ve organik karbon tayini için farklı yöntemler de kullanılmış ve çıkan sonuçlar arasında da değerlendirmeler yapılmıştır. Çıkan analiz sonuçlarına göre, özellikle toplam hümik + fülvik asit değerlerinin, ürünlerin üzerinde yer alan etiket değerleriyle yeterince tutarlı olmadığını saptamıştır.

Sönmez, vd., 2014, Muğla-Yatağan-Hüsamlar, Aydın-Söke ve Muğla rezervlerinden aldığı leonardit numuneleri ile fülvik asit üretimi deneyleri yaptığı çalışmasında, hümik maddeyi, alkali ortamda çözerek, pH'ı 2 civarında sabitleyerek hümik asit molekülleri çöktürmüştür. Çözelti içerisindeki fülvik asit moleküllerini çöktürmek için etil alkol ilave ederek, ardından çöken fülvik asiti 80°C'de kurumaya bırakmıştır. IHSS saf fülvik asit FTIR değerleriyle, deneysel çalışmalarda elde ettiği fülvik asitin FTIR değerlerini karşılaştırarak fülvik asitin fonksiyonel gruplarını incelemiştir. Ayrıca deneylerde farklı etil alkol yüzdelерinin fülvik asit moleküllerini çöktürmesine etkisini incelemiştir.

Giannouli vd., 2009, 26 farklı düşük dereceli Yunan linyitlerinin, hümik asit ve fulvik asit içeriklerini incelediği çalışmasında, linyitleri karakterize etmek için pH, elektrik iletkenliği, maseral analizler yapmıştır, linyitlerin toksit madde içeriği için, makro ve mikro iz elementlerini tespit etmiştir, hümik madde içeriğini belirlemek için ise karboksilik ve fenolik fonksiyonel gruplar tespit etmiştir.

2.4. Leonardit

Leonardit, toprak sınıflandırma sistemlerinde, organik topraklar olarak ele alınmaktadır. Çeşitli alt tip ve varyasyonlara ayrılmaktadır. Çamurumsu yapıda, sarı, gri, gri-kahverengiden siyahımsıya kadar değişen renklerde, besin maddesi, oksijen ve sularda yaşayan organizmalarca zengin, çeşitli miktarlarda organik madde içeren, alg kapsayan tabakalarda bitkilerin fazla ayrışmaları sonucu oluşan bir çeşit topraktır (Şekil 2.4). Leonarditin hümik asit içeriği metamorfizma ve hümifikasyon derecesine bağlı olarak %20–80 arasında değişmektedir, pH

değeri 3-5 arasındadır. 0–3 mm boyutlarında öğütülmüş olarak kullanımı önerilmektedir. Siyah-kahverengi görünümlü, elle kolaylıkla ufalanabilecek sertliktedir. Orijinal bazda %30–40 nem içermektedir. Kurutma işlemi sonucu nem oranı %15–20 seviyelerine düşürülebilmektedir. Yoğunluğu 0,75–0,85 gr/cm³'tür, pH değeri 3-5, %1 lik KOH solüsyonunda çözünürlüğü yüksek, suda çözünürlüğü ise düşüktür. Çözeltisi siyah parlak renkte, köpüksü, koloidal ve yağsı görünümündedir. pH değeri 8–9 olan toprakla hazırlanan saturasyon çamurunda kolay çözünmektedir. Leonardit materyali bitki besin elementleri bakımından toprakla kıyaslandığında, fosfor (P₂O₅) yönünden yüksek, potasyum (K) bakımından fakirdir, kalsiyum karbonat içerikleri çok yüksek, toprak reaksiyonları (pH) nötr civarındadır. Mikro elementlerden bitki tarafından alınabilir Fe, Mn, Cu, Zn analizleri yapılmış ve bu mikro elementlerin yeter düzeyde olduğu saptanmıştır. Leonardit materyalinin bitki gelişimini engelleyecek düzeyde bor içermediği de belirlenmiştir. Çizelge 2.1'de hümkik asit ve fülvik asit üretiminde kullanılan bir leonardit örneğine ait analizler verilmiştir.



Şekil.2.4. Öğütülmüş leonardit numunesi.

Çizelge 2.2. Bir leonardite ait elementel analiz değerleri (Engin, 2013).

Karbon (C)	% 30,7	Hümkik Asitler	% 65-85
Hidrojen (H)	% 2,4	Nem	% 15-20
Azot (N)	% 1,7	Toplam Organik Madde	% 86
Kükürt (S)	% 1,5	Kalsiyum (Ca)	% 1,2
Oksijen (O)	% 34	Magnezyum (Mg)	% 0,12
C/N	18,3	Fosfat (P)	% 0,05
		Potasyum (K)	% 0,76
		Demir (Fe)	% 1,85

Doğada pek çok organik kaynak içerisinde belirli düzeylerde hümkik asit içeriğine sahiptir. Ancak en yüksek hümkik asit oranına sahip olan ve en önemli hümkik asit kaynaklarının başında leonardit gelmektedir. Bu gerçek, yapılan birçok araştırma ile de kanıtlanmış durumdadır. Leonardit, 70 milyon yıl süren bir humifikasyon sürecinin ürünüken, peat ve muck gibi ürünlerin, oluşum süreci yalnızca birkaç bin yıl içinde tamamlanmaktadır. Leonardit adı ABD ve dünyanın pek çok ülkesinde genellikle kabul edilmekle beraber bazı ülkelerde humat, organik humat, humalit veya humus olarak da adlandırılmaktadır. Leonardit'in bir maden olarak tanınması ve yaygın olarak kullanılmaya başlanması oldukça yenidir. Buna rağmen, şimdiden bazı ülkelerin maden varlıkları listelerinde ve üretim tablolarında ayrı bir maden türü olarak yer almıştır. Leonardit ve diğer hümkik asit kaynakları arasındaki fark, leonardit'in molekül yapısı nedeniyle aşırı derecede biyoaktif olma özelliğinde yatmaktadır. Bu biyolojik aktivite diğer organik maddelere nazaran beş kat daha güçlüdür ve bu nedenle bir kilo leonardit diğer hümkik asit kaynaklarının 5 kilosuna eşittir. Leonardit bir gübre kaynağı olmaktan ziyade toprak düzenleyicisi ve bitkiler için biyolojik çözücü ve biyolojik alıcı olarak kullanımı daha yaygındır. Diğer organik ürünlerle karşılaştırıldığında leonardit özellikle bitki gelişimini güçlendirip hızlandırır ve toprağın üretkenliğini artırır. Leonardit'in bir başka avantajı ise 3-5 yıl gibi kısa sürede parçalanıp etkisini kaybeden, hayvan gübresi, kompost yada torf gibi, bileşenlere göre etkisinin daha uzun süreli olmasıdır. Sıvı yada toz hümkik asitler (toz humatlar suda tamamen eriyebilme özelliğine sahiptir) sulama suyuna karıştırılarak kullanılacağı gibi, yapraktan da uygulanabilmektedir. Katı leonardit (granül yada pelet) veya humatları (sıvı, toz) tarımda tek başına kullanılabileceği gibi doğal veya kimyevi gübreler ile (NPK) karıştırılarak da kullanılırlar. Leonardit ve leonarditten elde edilen hümkik 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 (Güneş, 2007).

Diğer taraftan leonardit, yüksek katyon değişim kapasitesine sahiptir. Leonardit kaynaklı hümitik asitler toprak düzenleyici olarak kullanıldıklarında, uzun süre etki gösterirler. Azot gibi besin maddeleri ile rekabete girmezler. Doğal bir ürün olan Leonardit kaynaklı hümitik asitler organik tarımda da güvenle kullanılmaktadır (Jackson,1994). En önemli hümitik madde kaynağı olan leonardit, katı granül formda olup toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştiren, biyolojik aktivitesini artıran, yüksek oranda humik asitler içeren materyallerdir. Leonarditlerden, KOH veya bazı kimyasal maddeler ile farklı liç muamelelerinden sonra yüksek değerlerde humik asit elde edilebilir (Özkan, 2008).

Leonardit ile ilgili bilimsel çalışmalar çok yeni olması dolayısıyla teknik olarak çok net bir sınıflandırma bulunmamaktadır. Tablo 2.2’de leonardit kalite sınıflandırması verilmiştir.

Çizelge 2.3. Leonardit kalite sınıflandırması (Engin, 2013).

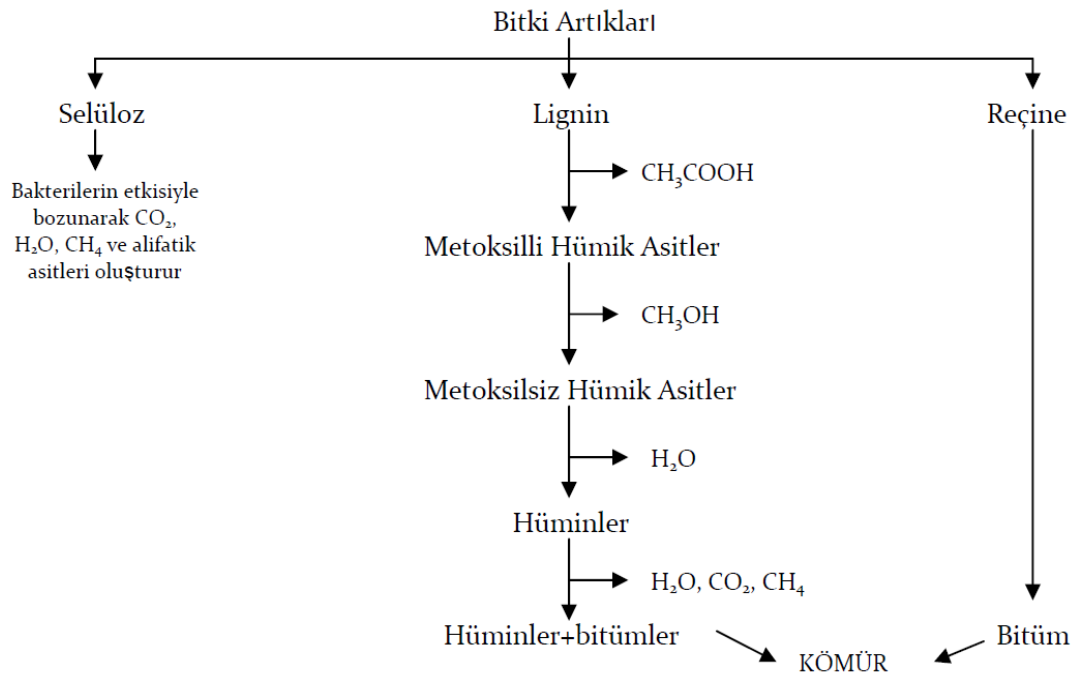
Kompozisyon	Düşük Kalite	Orta Kalite	Yüksek Kalite
Hümitik Madde İçeriği %	20-50	50-65	65-80
Organik Madde İçeriği %	Minimum 35	Minimum 50	Minimum 65
pH	6,5 ±1	5,5 ±1	4 ±1
C/N	21 ± 1	19 ±1	17 ±1
Özgül ağırlık(gr/cm ³)	1,4±0,1	1,2±0,1	0,8±0,1
Bazık Solüsyonda Çözünürlük	Düşük	Orta	Yüksek

2.5. Leonarditin Oluşumu

Leonardit; linyitin, kömürleşme sırasında yüksek oranda oksidasyona uğramış halidir (Savaştürk, 2005). Milyonlarca yıl öncesinde doğada bulunan bitki ve hayvan kalıntılarını; sıcaklık, nem, basınç ve oksidasyon gibi çok özel jeolojik şartlar gerektiren parametrelerin etkilemesi ile oluşan, yüksek oranda humik asitler, karbon, makro ve mikro besin elementleri içeren, kömür düzeyine ulaşmamış, tamamen doğal organik bir maddedir. Oluşumu çok özel jeolojik şartlar gerektirdiğinden tabiatta nadir olarak bulunur ve kalitesi bölgeden bölgeye değişiklik gösterir. İçerdiği yüksek oranda humik asitlerden dolayı önemli bir ekonomik değere sahiptir.

Son yıllarda leonarditin (linyit kömürünün okside olmuş bir formu) özelliklerini anlamak için yapılan çalışmalar sonucunda, bu maddenin büyük oranda hümik asit tuzlarının bir karışımı olduğu tespit edilmiştir (Kutluca, 2007).

Leonardit linyit yatakları civarında bulunan linyitin hava atmosferinde değişmesiyle oluşmuş bir organik maddedir. Leonardit henüz kömür durumuna gelmemiş ve yumuşak kahverengi kömürden sahip olduğu yüksek oksidasyonla, kömür oluşum işleminin sonucunda yüksek humik asit içeriğiyle ayrılan organik bir maddedir (Engin, 2013). Fischer ve Schrader'in teorilerine lignin teorisi ismi verilir (Tarhan, 2011). Bu teoriye göre hümik maddelerin ve sonrasında nihai ürün olan kömürün meydana gelişi Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Lignin teorisine göre hümik maddelerin meydana gelişi (Tarhan, 2011).

2.6. Leonarditin Zenginleştirilmesi

Leonardit organik maddeler yanında inorganik maddeler de içermektedir. Kimyasal çözündürme süreçlerinde çözünürlüğü olumsuz yönde etkileyen bu maddelerin fiziksel yöntemler ile uzaklaştırıldığı bilinmektedir. İnorganik maddelerin çözündürme öncesinde uzaklaştırılması tesis kapasitelerini de etkilemekte olup, literatürde ön zenginleştirme amaçlı bazı çalışmalar görülmektedir (Engin, 2013). Leonardit zenginleştirmek için kullanılan başlıca yöntemler yoğunluk farkı ile ayırma ve kimyasal liç (kimyasal çözünürlük farkı ile zenginleştirme), olarak sıralanmaktadır. Leonardit, yoğunluk farkı ile ayırma prensibi ile çalışan

başlıca cihazlar ile zenginleştirilebilmektedir. Bu cihazlar; jig, sallantılı masa ve MGS cihazları olarak sıralanabilir.

Jig ile zenginleştirmede, farklı özgül ağırlıklara sahip mineral tanelerinin, düşey (aşağı ve yukarı) hareketli bir akışkan ortamdan yararlanılarak, ağır cevherler için, (-50+0,2 mm) ve kömür için (-200+0,5 mm) boyutunda, seçimli olarak ayrımı sağlanmaktadır. Jig kullanılarak leonarditten humik madde üretimine yönelik çalışmalar literatürde mevcut olup, cevher örneğinin yapısal özelliklerine bağlı başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Engin, 2013).

Hümik maddelerin leonarditten kazanımında kullanılan ve tabakalı akışkan ortamda minerallerin (-2 mm) yoğunluk farkından yararlanılarak seçimli ayrımını sağlayan diğer bir cihaz ise sallantılı masadır. Bu cihazda kullanılan çalışma parametreleri; katı oranı, masa şekli, besleme miktarı, su debisi, eğim ve genlik olarak sıralanabilir. (Engin, 2013)'in sallantılı masada, 16 lt/dak yıkama suyu ile, 3⁰ eğim sabit şartlarında 420 ve 520 dev/dak tambur devrinin, hümik madde içeriğine etkisini incelediği çalışmada % 23,85 hümik madde içeriğine sahip leonardit örneklerinden 420 dev/dak tambur hızında % 28,84 içerikli konsatre % 84,52 verimle, 520 dev/dak tambur hızında ise, %27 leonardit konsantresini % 74,07 verimle kazanmıştır.

Multi Gravite Separatör (MGS) ise akışkan ortam içindeki farklı yoğunluklu taneleri başlıca merkezkaç, yer çekimi ve hidrodinamik kuvvetler yardımıyla ayırabilen yeni teknoloji bir cihazdır. Cihaza uygun katı oranında hazırlanan pülp, belirli basınçla hareketli tamburun orta noktasına beslenmesiyle, ağır mineraller, akışkan tabaka içinde dibe çökerken, hafif mineraller oluşturulan tabaka ile iç kısımdan ayrılır (Engin, 2013) çalışmasında, 0,5 mm altındaki leonarditlerin zenginleştirilmesi amacıyla MGS cihazını kullanmıştır.

Leonarditlerin zenginleştirilmesine yönelik olarak kullanılan en yaygın yöntem ise kimyasal zenginleştirme (liç) yada literatürde genellikle kullanılan adıyla ekstraksiyon yöntemidir. Endüstriyel kullanımı da oldukça yaygın olan bu yöntemde hümik maddeler, genellikle alkali ortamda NaOH veya KOH yardımıyla çözeltiye alınmaktadır. Elde edilen ürün sıvı olarak doğrudan yada zeolit gibi minerallere adsorblanarak kullanım alanı bulabilmektedir. Bu yöntemin kullanıldığı literatür çalışmaları aşağıda özetlenmiştir;

Giannouli vd., 2009 tarafından yapılan çalışmada, liç işlemlerine, 2 g numune üzerine 100 ml 0,1 M NaOH ilave edilerek 24 saat karıştırma işlemiyle başlanmıştır. Ardından alkali çözelti santrifüjlenmiştir, üst faz organik asit olarak alınırken, çözünmeyen katı ayrılmıştır. Santrifüj sonrası hümik asit ve fulvik asit içeren sıvı kısım HCl ile pH 1 oluncaya kadar

asitlendirilip hümik asidin çökmesi sağlanmıştır. Çöktürülen hümik asitler yaklaşık 70 °C'de kurutulmuştur. Sıvı fazda kalan fulvik asitler ise önce XAD-8 reçinesinden, ardından bir katyon değiştirici reçineden geçirilmiş ve son olarak dondurarak kurutma yöntemiyle katı hale getirilmiştir. Elde ettiği ürünlerin analizleri yapılmış ve numunelerin % 9,6 – %52,2 oranlarında hümik asit, % 1,3- % 32,7 oranlarında fulvik asit içerdiğini tespit etmiştir.

Eser, 2011, Edirne Harmanlı, Tekirdağ Pirinççesme ve Yozgat Ayrıdam linyitlerinden hümik ve fülvik asit eldesini incelediği çalışmasında, sıcaklık, karıştırma süresi KOH miktarı ve nitrik asit miktarını parametre olarak incelemiştir. Elde edilen organik maddelerin analizlerinde IR spektrofotometresi, flame fotometre ve elementel analiz cihazından faydalanmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarda optimum parametreler fülvik asit eldesinde Harmanlı linyiti için 5 ml HNO₃, 6.4 saat, 25 °C, Pirinççesme linyiti için 15 ml HNO₃, 1 saat, 25 °C, Ayrıdam linyiti için 5 ml HNO₃, 1 saat, 25 °C ve hümik asit eldesinde Harmanlı linyiti için 17.6 ml HNO₃, 5 g KOH, 1 saat, 25 °C, Pirinççesme linyiti için 22,79 ml HNO₃, 5 g KOH, 1 saat, 68 °C, Ayrıdam linyiti için, 5 ml HNO₃, 5 g KOH, 1 saat, 25 °C olarak belirlemiş ve susuz temel üzerinden Ayrıdam, Harmanlı ve Pirinççesme linyitlerinde sırasıyla hümik asit yüzdeleri %0.57, %12.14, %22,45 olarak bulmuştur. Fülvik asit yüzdeleri ise %7.93, %16.06, %18.44 ve toplam ekstrakte edilebilen madde miktarları yüzde olarak %8.51, %28.2, %40.89 olarak bulmuştur. Aynı zamanda sıcaklığın bu kömürler üzerinde gübre üretimi için önemli bir rol oynamadığını, çalışmasında belirtmiştir.

Özdemir, 2011 Manisa'nın Bükköy ve Edirne'nin Türkobası yöresinden, temin edilen linyitlerden tarım sektöründe yaygın olarak kullanılan hümik asit ve fulvik asit üretiminin araştırılması, üretimdeki optimum parametrelerin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Araştırmacının bildirdiğine göre, Asidik liçde nitrik asit, bazik liçde ise hümik aside potasyum desteği sağlamak amacıyla potasyum hidroksit kullanılmıştır. Ayrıca nitrik asit ve potasyum hidroksitin yanı sıra hidrojen peroksit miktarı, sıcaklık ve karıştırma süresinin hümik asit liç verimlerine olan etkilerini de incelemiştir. Üretilen hümik asit ve fulvik asitlerin elementel analizlerini ve FTIR spektroskopisi ile fonksiyonel grup analizlerini yapmıştır. Optimum parametreler uygulandığında susuz temelde Bükköy linyitinden % 40,55 fulvik asit ile % 37,34 hümik asit, Çobançesmesi linyitinden %17,93 fulvik asit ile % 58,87 hümik asit, Türkobası linyitinden ise % 15,36 fulvik asit ile % 65,67 hümik asit elde etmiştir.

Kluesner vd., 2015 yürütmüş oldukları çalışmalarında, tarımda daha verimli ürünler elde etmek için toprağın azot, fosfor ve potasyum ihtiyacı olduğunu ancak toprağın bu ihtiyacının genellikle inorganik gübreler yoluyla karşılandığı ve inorganik gübrelerin kısa ve

uzun vadede toprağa ve canlılara zararlı olabileceğini belirtmiştir. Leonardit ve linyit gibi humus madde kaynağı olan organik materyallerin , azotlu, fosforlu ve potasyumlu bileşenler ile kimyasal olarak zenginleştirilmesi ile canlılara ve toprağa zararsız organik gübreler elde edilebileceğini de belirtmişlerdir. Kimyasal zenginleştirme metotunda, humuslu materyal sırasıyla uygun konsantrelerde hazırlanan azotlu solüsyon, fosforik asit ve potasyum hidroksit çözeltileriyle liç işlemine tabi tutulup, ardından 20-70 mesh boyutundaki filtreden geçirilmiştir. Filtreden geçen sıvı ürün azotlu, fosforlu ve potasyumlu organik gübre olarak kazanılmıştır.

Moran ve Hartung, 1984 su metodu adını verdikleri çalışmalarında, yeni bir hümik asit eldesi yöntemi geliştirmiştir. Su metodu ile liç öncesi hümik asitleri, suda serbest hale getirerek kimyasal liç safhasında çözücü maddelerin hümik materyale daha iyi nüfus etmesini, böylece hümik asitin daha verimli kazanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu yeni metotta, humus materyal kurutma ve öğütme işlemlerine gerek olmaksızın doğrudan su ile çamur haline getirilip, çamur karışımında hümik maddenin daha iyi serbestleşmesi amacıyla, bir asit yardımıyla hümik maddelerin izoelektrik noktası olan pH'sı 3 civarında tutulur. Bu sırada hümik materyal bünyesindeki hümik asiti çok hızlı bir şekilde ultra ince taneler olarak suya bırakır. Çamur karışım filtre edildikten sonra elde edilen hümik asit konsantresi, sodyum hidroksit, potasyum hidroksit gibi çözücü maddeler yardımıyla, tarımda kullanılmak için, suda çözünen hümatlara kolaylıkla dönüştürülebilir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Malzeme

Deneysel çalışmalarda kullanılan iki farklı leonardit örneği Afşin-Elbistan bölgesinden temin edilmiştir. 20 cm boyutunda iri taneler halinde DPÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme laboratuvarlarına getirilen numuneler, numune azaltma yöntemlerini takiben çeneli kırıcı yardımıyla 4 mm altına kırılmıştır. 4 mm altında sınıflandırılan numunelerin her boyut gurubunda hümik ve fülvik madde analizi yapılmıştır. Çizelge 3.1’de kimyasal zenginleştirme deneylerinde kullanılan yüksek hümik ve fülvik içeren numuneye (N₁) ait farklı boyut gruplarında kimyasal analiz sonuçları verilirken, Çizelge 3.2’de fiziksel ön zenginleştirme+kimyasal zenginleştirme deneylerinde kullanılan inorganik madde içeriği yüksek numuneye (N₂) ait farklı boyut gruplarında kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 3.1. N₁ numunesine ait boyut dağılımına göre hümik madde içeriği.

Tane Boyutu (mm)	Miktar(%)	Hümik Asit + Fülvik Asit İçeriği (%)
+2	16,87	61,3
-2+1	33,85	58
-1+0,5	15,65	63
-0,5+0,25	15,83	58
-0,25+0,15	6,63	61
-0,15+0,106	4,19	59
-0,106+0,075	1,62	58
-0,075+0,038	3,53	62
-0,038	1,83	60

Çizelge 3.1. incelendiğinde tüm boyut gruplarında hümik madde içeriğinin benzer olduğu görülmüştür. Kimyasal zenginleştirme işlemlerinde kullanılan N₁ numunesinin ortalama hümik madde içeriğinin % 60 olduğu belirlenmiştir. Bu durum boyut sınıflaması ile zenginleştirmenin başarılı bir şekilde yapılamayacağını göstermektedir.

Çizelge 3.2. N₂ numunesine ait boyut dağılımına göre hümik madde içeriği.

Tane Boyutu (mm)	Miktar (%)	Hümik Asit + Fülvik Asit İçeriği (%)
-2+1	36,14	56,5
-1+0,5	31,16	55
-0,5+0,25	12,53	54

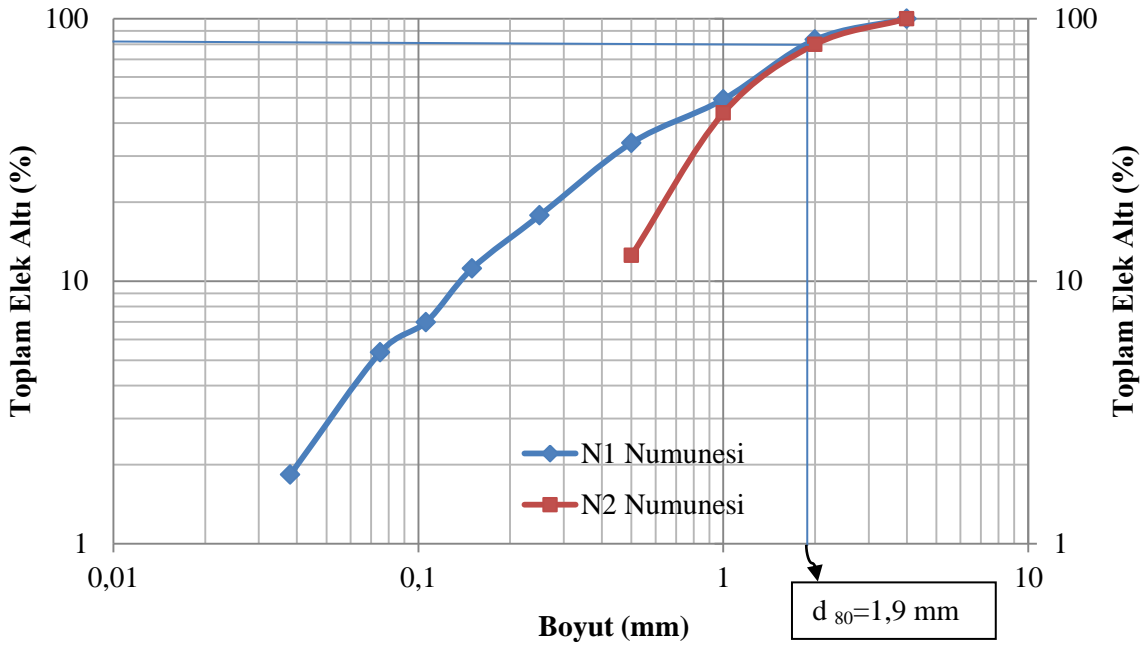
Çizelge 3.2. incelendiğinde boyut gruplarında hümik madde içeriğinin benzer olduğu görülmüştür. Fiziksel ön zenginleştirme işlemlerinde kullanılan N₂ numunesinin ortalama hümik madde içeriğinin % 55 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. N₁ numunesine ait boyut dağılımı.

Tane boyutu (mm)	Miktar (%)	Kümülatif Elek Altı,(%)	Kümülatif Elek Üstü,(%)
+2	16,87	100	16,87
-2+1	33,85	83,13	50,72
-1 +0,5	15,65	49,28	66,37
-0,5+0,25	15,83	33,63	82,2
-0,25+0,150	6,63	17,8	88,83
-0,150+0,106	4,19	11,17	93,02
-0,106+0,075	1,62	6,98	94,64
-0,075+0,038	3,53	5,36	98,17
-0,038	1,83	1,83	100
Toplam	100		

Çizelge 3.4. N₂ numunesine ait boyut dağılımı.

Tane boyutu (mm)	Miktar (%)	Kümülatif Elek Altı,(%)	Kümülatif Elek Üstü,(%)
+2	20,17	100	20,17
-2+1	36,14	79,83	56,31
-1+0,5	31,16	43,69	87,47
-0,5+0,25	12,53	12,53	100
Toplam	100		

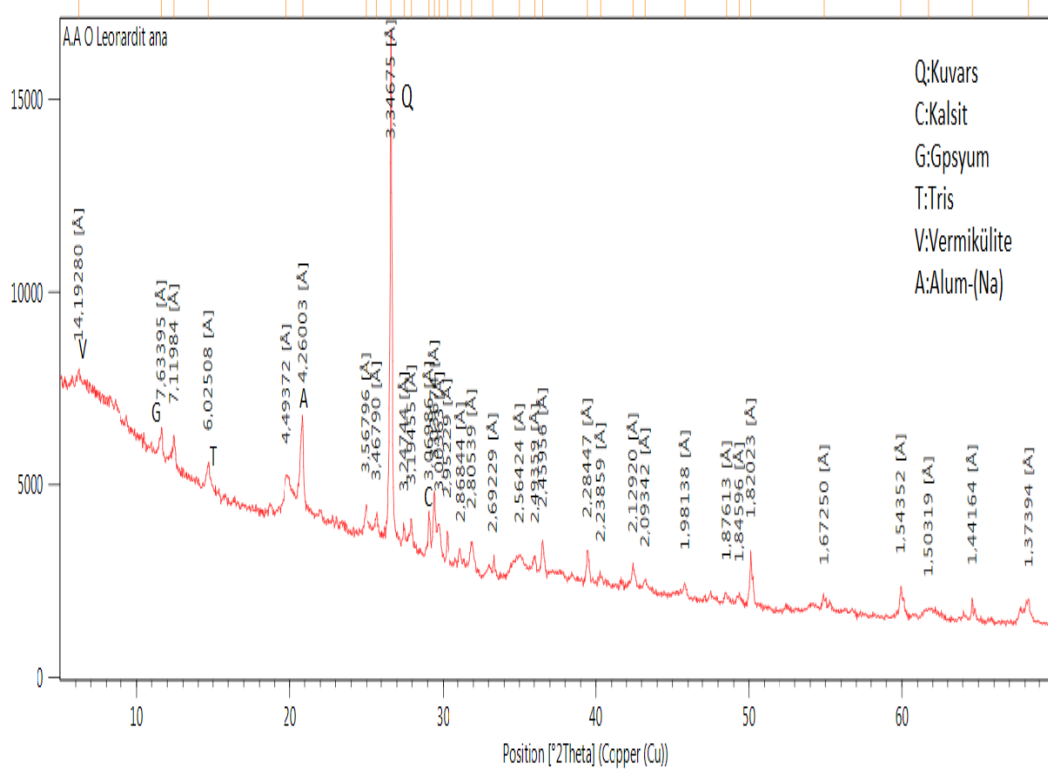


Şekil 3.1. N₁ ve N₂ numunesi elek analizi.

Numune azaltma yöntemlerine göre azaltılıp sınıflandırılan numunelerin elek analizi yapılmıştır (Çizelge 3.3, Çizelge 3.4 ve Şekil 3.1). Tüm boyutlardan temsili örnekler alınarak kimyasal analizleri yapılmıştır. Elementel analizler (Çizelge 3.6) TKİ Tunbilek Müessesesi Kömür Analiz laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Fiziksel ön zenginleştirmede kullanılacak N₂ numunesi içerisindeki inorganik maddelerin ve oksitlerin kalitatif ve kantitatif analizleri ise DPÜ İleri Teknoloji Merkezinde bulunan TX2000 model XRF, panalytical model XRD cihazları gerçekleştirilmiş olup sonuçlar Çizelge 3.5 ve Şekil 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.5. N₂ numunesine ait XRF karakterizasyon çalışması.

Bileşenler	Konsantre (%)
1-SiO ₂ (Kuvars)	32,381
2-CaO (Kalsit)	19,009
3-SO ₃	19,750
4-Al ₂ O ₃	12,815
5-Fe ₂ O ₃	9,324
6-MgO	3,047
7-K ₂ O	1,363
8-TiO ₂	1,277
9-P ₂ O ₅	0,351
10-BaO	0,244
11-Na ₂ O	0,253
12-Cr ₂ O ₃	0,186



Şekil 3.2. N₂ numunesine ait XRD karakterizasyon çalışması.

Şekil 3.2’de verilen XRD sonuçlarına göre N₂ numunesinin yan taşları belirlenmiş olup en çok kuvars, kalsit görülmektedir. Kuvars ve kalsitten sonra gpsyum ve tris minerali gelmektedir. N₂ besleme malında görülen, vermikülit gibi kil minerallerinin varlığı ön zenginleştirme işlemleri açısından önemli olup muhakkak uzaklaştırılmaları gerekmektedir.

Çizelge 3.6. N₂ numunesine ait elementel analiz değerleri.

% C	% H	% N	% S
% 34,4	4,8	1,6	1,17

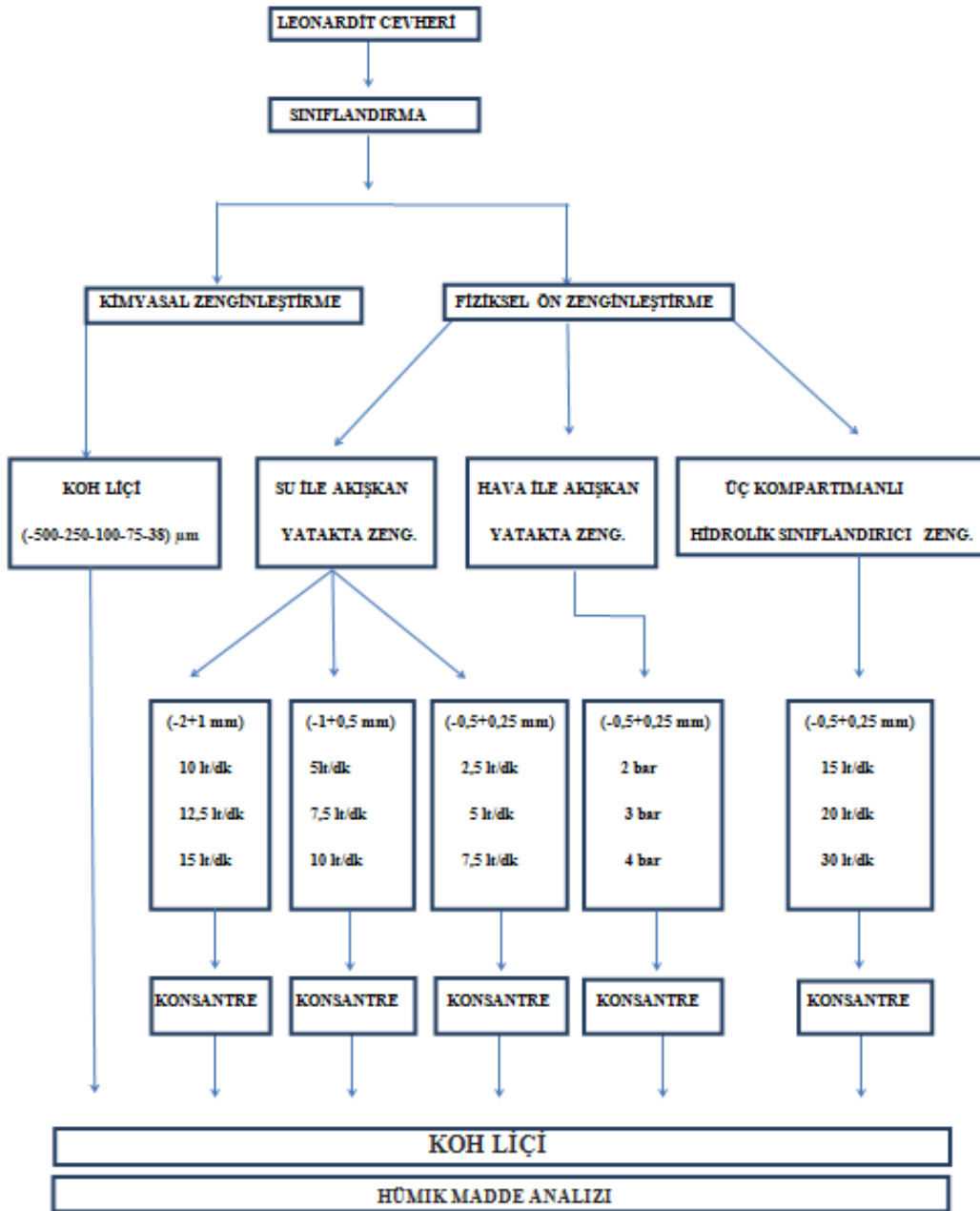
Çizelge 3.6.’da N₂ besleme malına ait elementel analiz değerleri verilmiştir. Bu değerler çizelge 2.1’de verilen leonardite ait elementel analiz değerleriyle karşılaştırıldığında, sonuçların benzerlik gösterdiği ve besleme malının, leonardit özellikleri taşıdığı görülmektedir.

3.2. Yöntem

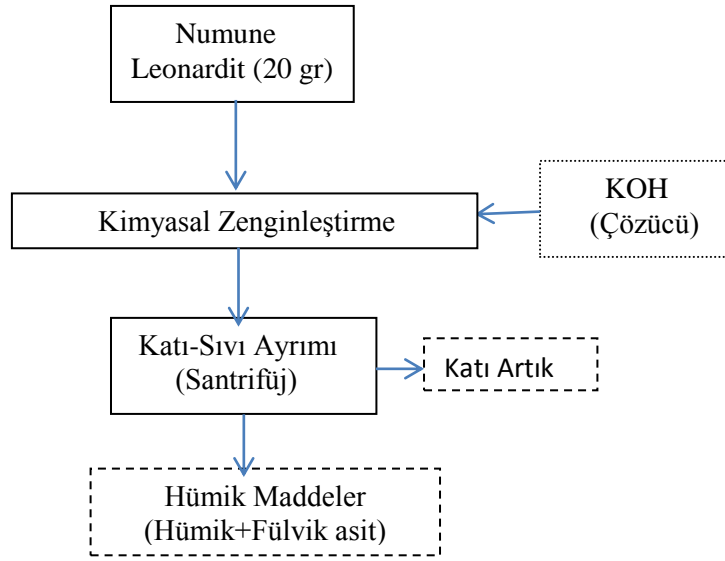
Bu çalışmada leonarditten hümik maddeler kazanımına yönelik olarak alkali şartlarda, kimyasal zenginleştirme yöntemi ile numune içerisinde kimyasal zenginleştirmede kapasite problemi ve çözünme problemi oluşturan hümik madde içermeyen inorganik maddelerin uzaklaştırılması amaçlanmıştır. Bunun için fiziksel ön zenginleştirme çalışmalarını takiben kimyasal zenginleştirme çalışmaları yapılmıştır. Tüm süreçlerde TSE 5869 ISO 5073 standartlarına göre elde edilen ürünlerin analizleri yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan deneysel prosedür akım şeması halinde Şekil 3.3’de verilmiştir.

3.2.1. Kimyasal zenginleştirme

Kimyasal zenginleştirme çalışmaları literatür verilerinin ışığı altında endüstriyel uygulamalarda dikkate alınarak laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Deneysel KOH miktarı (2-4-6-8-10) gr/ml, karıştırma süresi (1-3-5-10-12-24) saat, sıcaklık (25-40-60-80) °C, katı konsantrasyonu (5-10-15-20-25) %, karıştırma hızı (100-150-200-250-300) dev/dak ve tane boyutu (-500, -250, -106, -75, -38) µm değişken parametreler olarak seçilmiştir. Bu deneylerde, hümik asit ve fulvik asit beraber kazanılmıştır. Hümik madde üretimi aşamasında alkali liç işlemi için KOH kullanılmıştır. Bitki gelişimi için önemli ana elementlerden biri potasyum olması sebebiyle KOH tercih edilmiştir. Reaksiyonlar cam beherlerde gerçekleştirilmiş olup, karıştırma ve ısıtma işlemleri için Şekil.3.5’deki manyetik karıştırıcı kullanılmıştır. Elde edilen hümik asit, fulvik asit ve çözünmeyen artık kısmı birbirinden ayırmak için ise, hızlı olması ve endüstride uygulamaya daha elverişli olması sebebiyle, santrifüj cihazı kullanılmıştır. Hümik madde eldesinde kullanılan yöntemde, yaklaşık 20 gram kadar numune 500 mililitrelik erlene konularak su ilave edilerek karıştırılmaktadır. Daha sonra % 25’lik KOH çözeltiye yavaş yavaş ilave edilerek, 5 saat süreyle karıştırılmaktadır. Sonra 5000 dev/dak devirde 10 dakika boyunca santrifüj cihazında katı sıvı ayrımı yapılmıştır. Sıvı ürün, etüvde buharlaştırılıp, hümik madde içeriği “TSE 5869 ISO 5073 Kahverengi Kömürler ve Linyitler Humik Asit Tayini” yöntemine hesaplanmıştır. Yapılan kimyasal zenginleştirme deneylerinde kullanılan yöntemin aşamaları şematik olarak Şekil 3.4’de gösterilmiştir.



Şekil.3.3. Deneysel çalışmaların genel akım şeması.



Şekil 3.4. Hümkik madde liçi prensip akım şeması.



Şekil 3.5. Kimyasal zenginleştirmede kullanılan manyetik karıştırıcı.



Şekil 3.6. TSE 5869 ISO 5073 standartlarına göre yapılan titrasyon testlerinde elde edilen ürünler.

3.2.2. Fiziksel ön zenginleştirme deneyleri

Bu çalışmada kimyasal zenginleştirme öncesi inorganik malzemelerin uzaklaştırılmasına yönelik üç farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemlerden ikisi bir kolon yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.7’de görülen kolona alt kısmından beslenen su ile oluşturulan akışkan ortamda, minerallerin yoğunluk farkından yararlanılarak bir ayırım gerçekleştirilmiştir. Hafif mineraller hidrodinamik kuvvetlerin etkisi ile kolonun üst kısmından alınırken, hidrodinamik kuvvetleri yenerek yer çekimi kuvveti yönünde hareket eden yoğun taneler kolonun alt kısmından alınmıştır. Suyun akışkan ortam olarak kullanıldığı çalışmalarda su debisi ve tane boyutu değişken parametreler olarak çalışılmıştır. Yapılan deneylerde konsantreler süreye bağlı olarak üst akımdan sırasıyla alınmış olup, Ks 1, Ks 2 ve Ks 3 kodlarıyla çalışmada verilmişlerdir.

Birinci yöntemde aşırı su sarfiyatı kaçınılmazdır. Günümüzde ve gelecekte suyun önemi düşünülerek ikinci yöntemde ortam olarak su yerine hava düşünülmüştür. Bu yöntemde hava kullanımının diğer nedeni ise (Buffle, 1988)’de belirtildiği üzere fülvik maddenin suda ve suyun tüm pH’larında çözünübilirliği nedeniyle fülvik madde kayıplarının engellenmesidir. Bu yöntemde, hava kolona alt kısımdan verilerek oluşturulan ortamda yine yoğunluk farkına göre tanelerin ayrımı sağlanmıştır. Birinci yöntemde olduğu gibi konsantreler süreyle alınarak Kh 1, Kh 2 ve Kh 3 ile kodlanmıştır. Bu çalışmada hava miktarı deney parametresi olarak çalışılmış olup, deneylerin yapıldığı düzenek Şekil 3.8’ de verilmiştir.

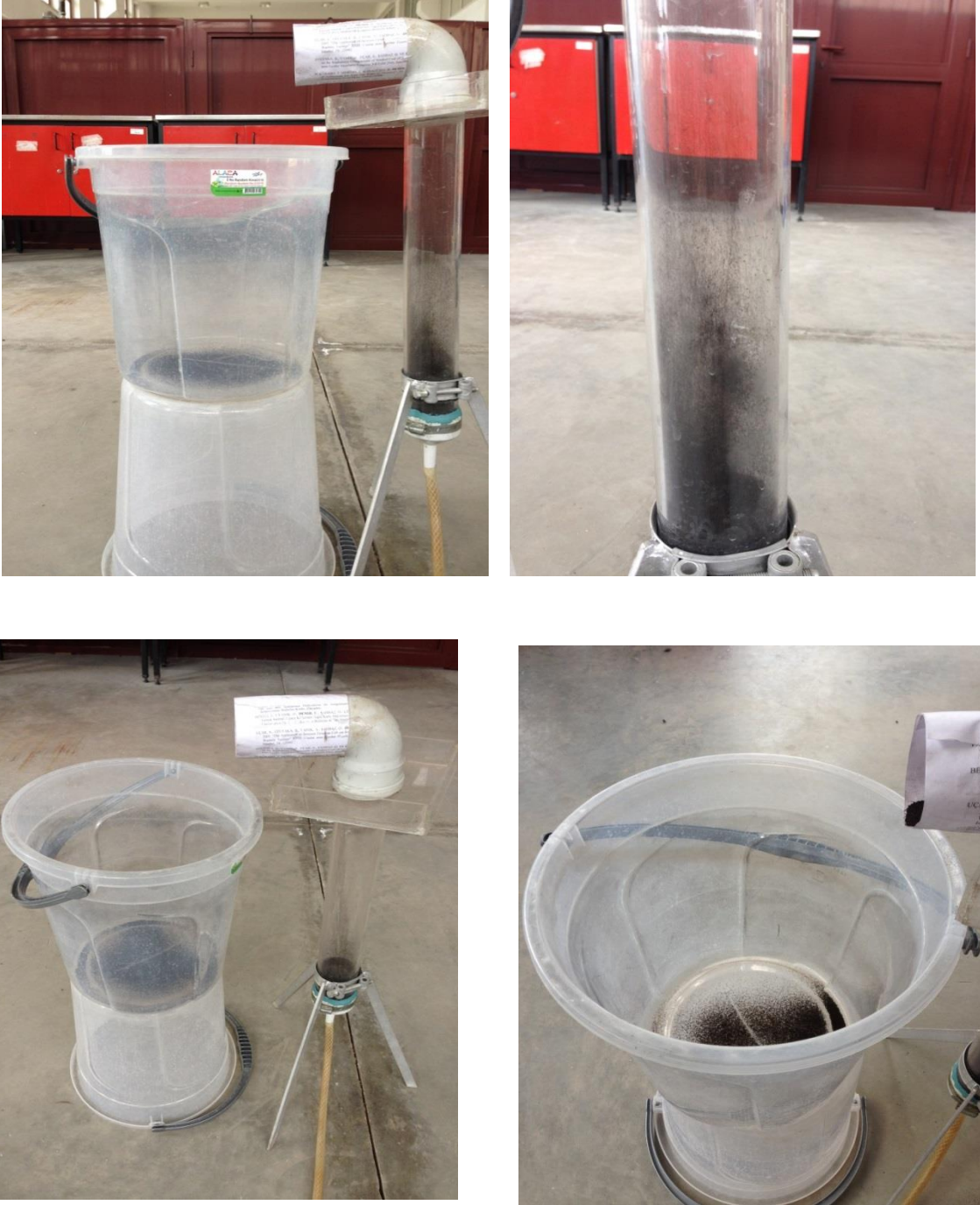
Üçüncü yöntemde ise, üç kompartımanlı bir hidrolik sınıflandırıcı zenginleştirme amacıyla kullanılmıştır. Bu yöntem birinci yöntemde kullanılan sulu akışkan ortamın endüstriyel uygulaması olma potansiyeline sahip farklı ebatlardaki üç koninin birlikte kullanıldığı ve dört farklı ürünün aynı anda alınabildiği hidrodinamik bir sistemdir (Şekil 3.9). Şekilde görülen konilere alttan aynı debi ile su verilerek bir akışkan ortam oluşturulmaktadır. Beslemeye yakın koniden akışkan ortam içinde ilk çökenler atık olarak alınırken ikinci ve üçüncü konilerden ve taşandan konsantreler alınmaktadır. Taşan ürüne Kç 1, son koniden alınan ürüne Kç 2 ve ikinci koniden çöken olarak alınan ürün ise Kç 3 olarak kazanılmıştır.

Her üç yöntemden optimum şartlarda elde edilen konsantreler (K1) birleştirilerek kimyasal analiz testlerine tabi tutulmuşlardır. Böylece kimyasal zenginleştirme sonuçları fiziksel ön zenginleştirme + kimyasal zenginleştirme sonuçları karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır.

Deney sonuçlarının değerlendirilmesine yönelik hümik madde içerikleri “TSE 5869 ISO 5073 Kahverengi Kömürler ve Linyitler Humik Asit Tayini” yöntemiyle analiz edilmiştir.



Şekil 3.7. Leonarditin düşey akışkan yatakta su ile zenginleştirilmesinde kullanılan deney düzeneği.



Şekil 3.8. Leonarditin düşey akışkan yatakta hava ile zenginleştirilmesinde kullanılan deney düzeneği.



Şekil 3.9. Leonarditin üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcı ile zenginleştirilmesinde kullanılan deney düzeneği.

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE SONUÇLARIN İRDELENMESİ

4.1. Zenginleştirme Çalışmaları

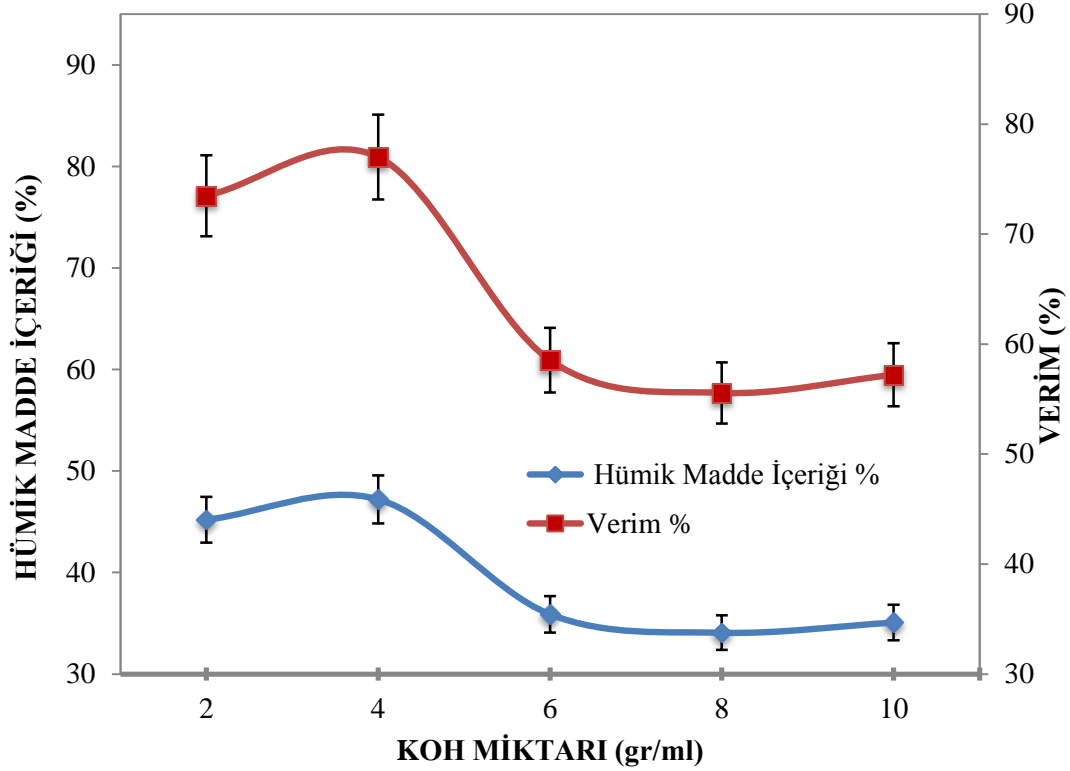
Leonarditten hümik madde kazanımı amaçlanan bu çalışmada, numuneler kırma ve öğütme işlemlerini takiben kimyasal zenginleştirme ve fiziksel ön zenginleştirme + kimyasal zenginleştirme testlerine tabi tutulmuşlardır. Çalışmalardan elde edilen sonuçlar bu bölümde detaylı olarak açıklanmıştır.

4.1.1. Kimyasal zenginleştirme çalışmaları

Çalışmanın bu aşamasında, hümik madde içeriği yüksek olan leonarditlerden (N₁) hümik ve fülvik asit kazanımına yönelik alkali şartlarda tank içinde karıştırma esasına dayanan kimyasal zenginleştirme (liç) tekniği uygulanmıştır. Liç deneylerinde KOH miktarı, karıştırma süresi, sıcaklık, katı konsantrasyonu, karıştırma hızı ve tane boyutu çalışma parametreleri olarak araştırılmıştır. Her bir çalışma parametresi için, hümik asit liçine uygun düzeyler tespit edilmiştir. Liç deneyleri tekrarlı şekilde analiz edilmiş, analiz sonuçlarının değerlendirildiği grafikler, % 5'lik hata çubukları ile oluşturulmuştur.

4.1.1.1. KOH miktarının hümik madde liçine etkisinin incelenmesi

KOH miktarının, hümik madde kazanımına etkisi incelenen bu bölümde karıştırma süresi 5 saat, sıcaklık 60 °C, katı konsantrasyonu %10, karıştırma hızı 200 dev/dak, tane boyutu -75 µm' da sabit tutarak, KOH miktarı sırasıyla 2, 4, 6, 8, 10 gr/ml şeklinde değiştirilerek deneyler gerçekleştirilmiştir. KOH miktarının hümik madde içeriği (hümik+fülvik asit) ve kazanma verimine etkisi Şekil 4.1'de ve Ek 1' de verilmiştir.

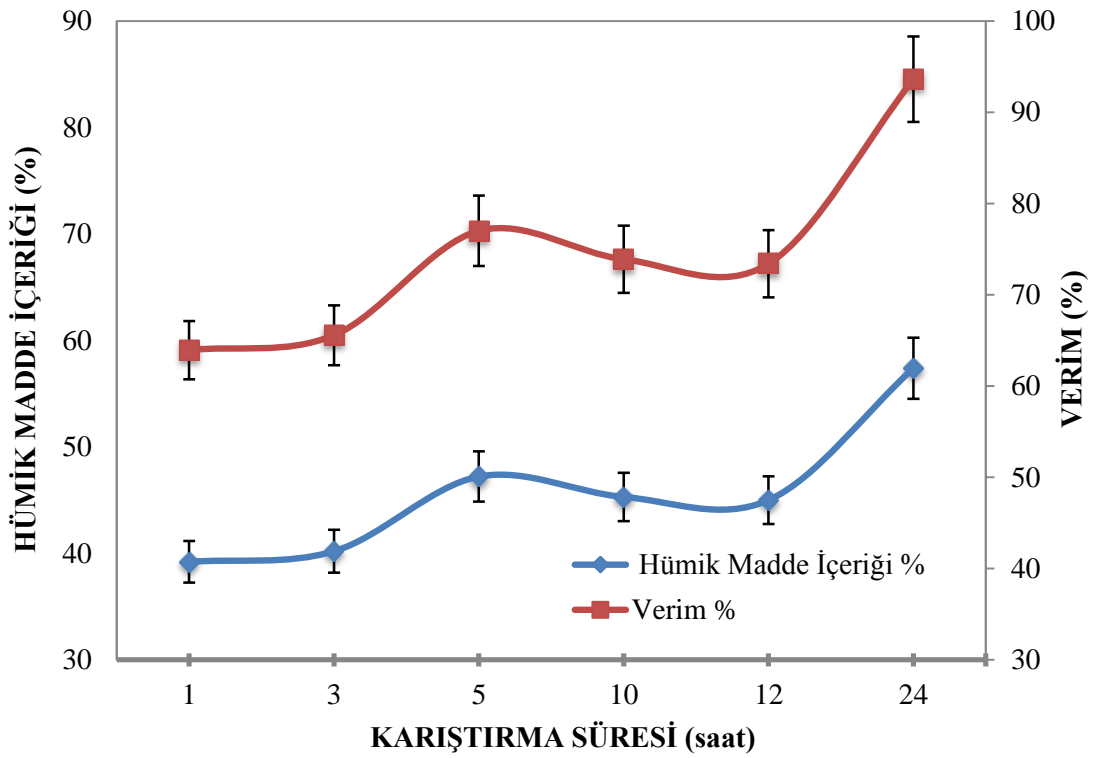


Şekil 4.1. KOH miktarının hümik madde içeriğine ve kazanma verimine etkisi (Karıştırma Süresi: 5 saat, Sıcaklık: 60 °C, Katı Konsantrasyonu: %10, Karıştırma Hızı: 200 dev/dak, Tane Boyutu: -75 µm, KOH Miktarı: (2 gr/ml,4 gr/ml,6 gr/ml,8 gr/ml,10 gr/ml)).

Şekil 4.1. irdelendiğinde en yüksek hümik madde %47,21 içerik ve % 77,01 verim ile 4 gr/ml KOH miktarında elde edilmiştir. KOH miktarı 4 gr/ml'nin üzerine çıktığında ise hümik madde içeriğinin ve veriminin büyük oranda düştüğü tespit edilmiştir. Suda kolay çözünme özelliğine sahip olan, 1A grubu elementi (K^+)'un artmasıyla, önce leonarditin çözünürlüğü artmıştır (<http://acikders.ankara.edu.tr>). Ancak K^+ artışı ile birlikte, $(OH)^-$ iyonlarında çözeltide arttığı için, çözeltinin pH' sıda artmıştır, pH sınırı geçildiğinde, metaller $(OH)^-$ iyonları ile bağ yapmaya başlayıp, metal kompleksler oluşturmuştur. (Kibar, vd., 2014 ; Yıldız, vd., 2006). Bu metal kompleksler, hümik maddeleri içine hapsederek çökelmişlerdir. Optimum değerinde (4 gr/ml) gerçekleşen içerik ve verim düşüşü bu şekilde açıklanabilir.

4.1.1.2. Karıştırma süresinin hümik madde liçine etkisinin incelenmesi

Karıştırma süresinin, hümik madde kazanımına etkisi incelenen bu bölümde KOH miktarı 4 gr/ml, sıcaklık 60 °C, katı konsantrasyonu %10, karıştırma hızı 200 dev/dak, tane boyutu -75 µm' da sabit tutarak, karıştırma süresi sırasıyla 1, 3, 5, 10, 12, 24 saat şeklinde değiştirilerek deneyler gerçekleştirilmiştir. Karıştırma süresinin hümik madde içeriği (hümik+fülvik asit) ve verime etkisi Şekil 4.2'de ve Ek 2' de verilmiştir.



Şekil 4.2. Karıştırma Süresinin hümik madde içeriğine ve kazanma verimine etkisi (KOH Miktarı 4 gr/ml, Sıcaklık: 60 °C, Katı Konsantrasyonu: %10, Karıştırma Hızı: 200 dev/dak, Tane Boyutu: -75 µm, Karıştırma Süresi: (1 saat, 3 saat, 5 saat, 10 saat, 12 saat, 24 saat)).

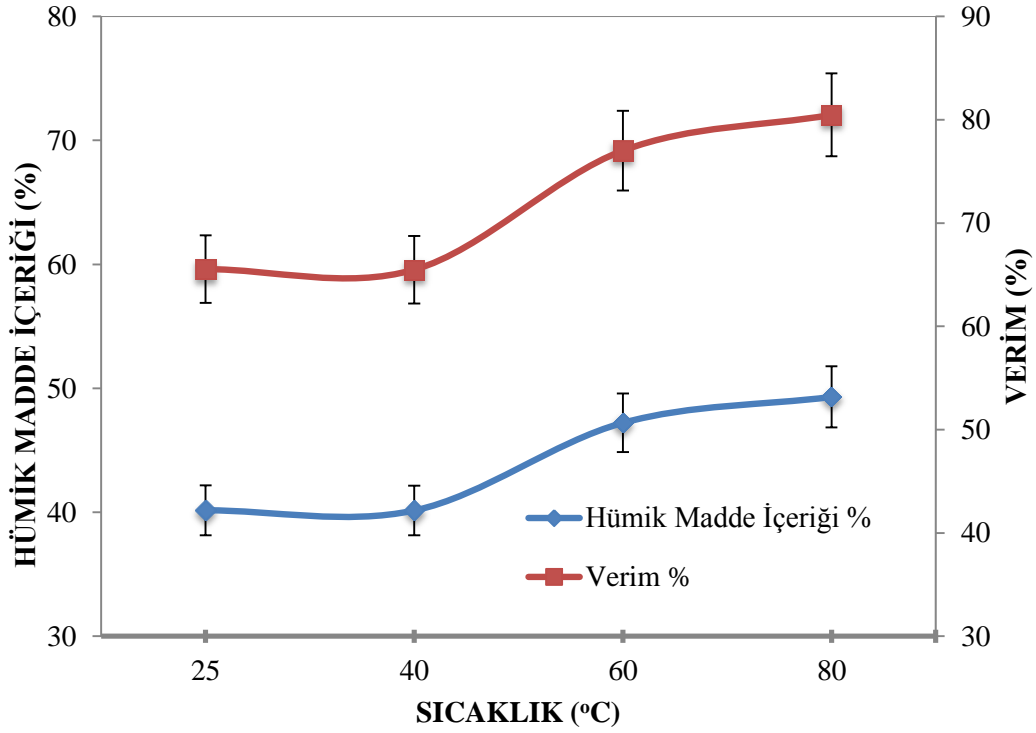
Şekil 4.2. incelendiğinde karıştırma süresinin artışı, hümik madde içeriğinin ve verimin artmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Karıştırma süresinin artışı hemen hemen tüm kimyasal işlemlerde liç veriminin artmasına neden olmaktadır. Karıştırma süresi arttıkça, çözücünün katı madde ile temas süresi arttığı ve bu durum kimyasal reaksiyonların gerçekleşme olasılığını artırdığı için liç veriminin ve değerli element içeriğinin artmasına neden olmaktadır (Bakan, vd.,

2014). Diğer taraftan, en iyi sonuçların alındığı 24 saat'lik karıştırma süresinin, endüstriyel uygulamalar açısından uzun olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, % 47,21 hümik madde içeriği ve % 77,01 verimin elde edildiği 5 saatlik karıştırma süresi optimum karıştırma süresi olarak belirlenmiştir.

4.1.1.3. Ortam sıcaklığının hümik madde liçine etkisinin incelenmesi

Ortam sıcaklığının, hümik madde kazanımına etkisinin incelendiği bu bölümde KOH miktarı 4gr/ml, karıştırma süresi 5 saat, katı konsantrasyonu %10, karıştırma hızı 200 dev/dak, tane boyutu $-75 \mu\text{m}$ ' da sabit tutarak, sıcaklık sırasıyla; 25, 40, 60, 80, °C şeklinde değiştirilerek deneyler gerçekleştirilmiştir. Ortam sıcaklığının hümik madde içeriği (hümik+fülvik asit) ve verime etkisi Şekil 4.3'de ve Ek 3' de verilmiştir.

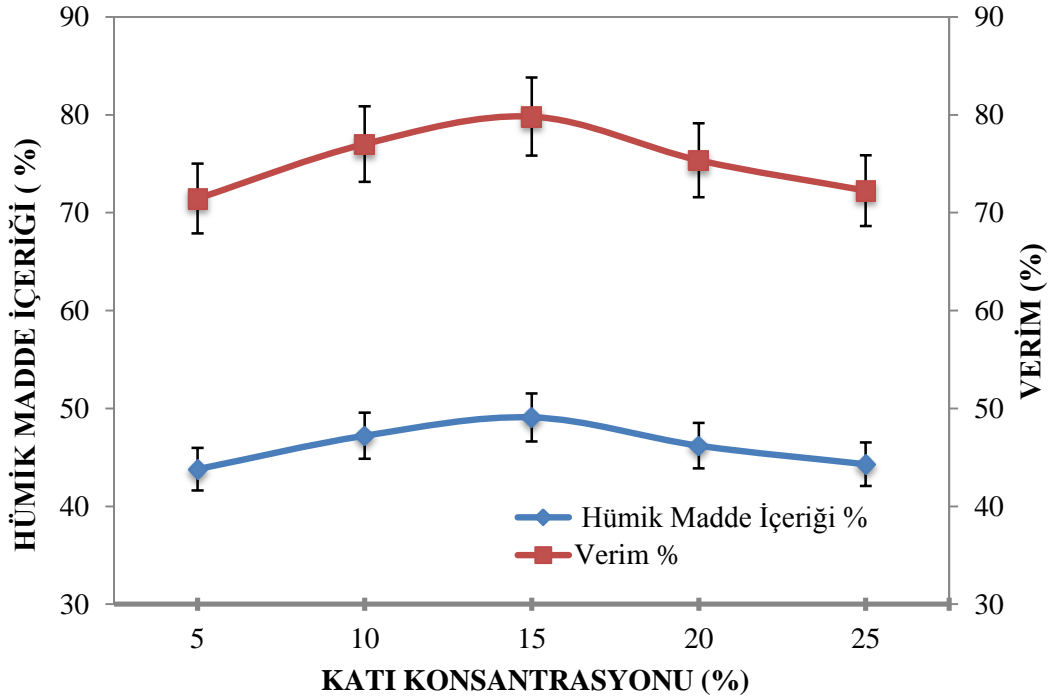
Şekil 4.3. incelendiğinde sıcaklık arttıkça, hümik madde içeriği ve verimin de arttığı görülmektedir. En yüksek içerik ve verime 80 °C' de ulaşılmıştır. Ancak yüksek sıcaklıklarda hümik asit molekül zincirindeki amino asitlerin yapılarının bozulma riskleri bulunmaktadır. (Yamamoto *vd.*, 1994), ayrıca endüstriyel uygulamalar düşünüldüğünde enerji maliyetlerini artıracığı için % 47,21 hümik içerik ve % 77,01 verim elde edilen 60 °C optimum sıcaklık olarak seçilmiştir.



Şekil 4.3. Sıcaklığın hümik madde içeriğine ve kazanma verimine etkisi (KOH Miktarı 4 gr/ml, Karıştırma Süresi: 5 saat , Katı Konsantrasyonu: %10, Karıştırma Hızı: 200 dev/dak, Tane Boyutu: -75 µm, Sıcaklık : (25 °C, 40 °C, 60 °C, 80 °C)).

4.1.1.4. Katı konsantrasyonunun hümik madde liçine etkisinin incelenmesi

Katı konsantrasyonunun, hümik madde kazanımına etkisi incelenen bu bölümde KOH miktarı 4 gr/ml, sıcaklık 60 °C karıştırma süresi 5 saat, karıştırma hızı 200 dev/dak, tane boyutu -75 µm' da sabit tutarak, katı konsantrasyonu sırasıyla; 5, 10, 15, 20, 25 % şeklinde değiştirilerek deneyler gerçekleştirilmiştir. Katı konsantrasyonunun hümik madde içeriği (hümik+fülvik asit) ve verime etkisi Şekil 4.4'de ve Ek 4' de verilmiştir.

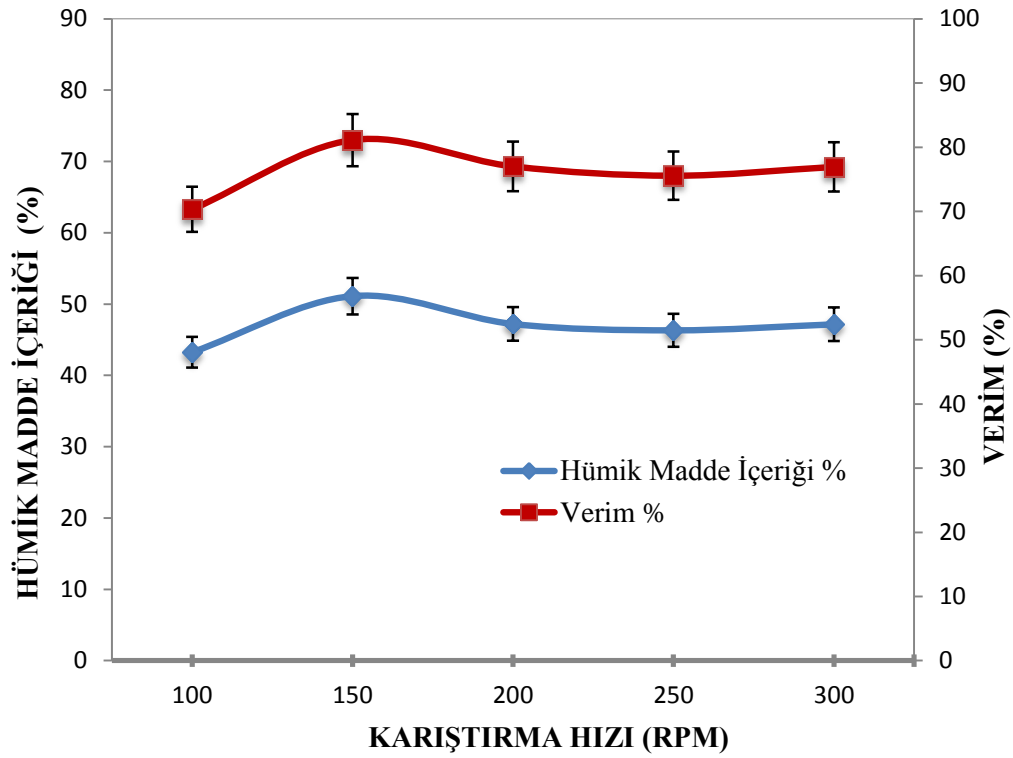


Şekil 4.4. Katı konsantrasyonunun hümik madde içeriğine ve kazanma verimine etkisi (KOH Miktarı 4 gr/ml, Karıştırma Süresi: 5 saat , Sıcaklık: 60 °C, Karıştırma Hızı: 200 dev/dak, Tane Boyutu: -75 µm, Katı Konsantrasyonu (% 5,% 10,% 15,% 20,% 25)).

Şekil 4.4. incelendiğinde, katı konsantrasyonun artmasıyla, % 15'e kadar hümik madde içeriği ve verimi artmış, bu noktadan itibaren, içerik ve verim düşmeye başlamıştır. Benzer liç çalışmalarında görüldüğü gibi, (Rath, vd., 2003; Lin ve Rao, 1988) katı oranının artmasıyla tanelerin birbirini etkileyerek engellemesi sonucu, çözücünün tanelere nüfuz etmesi zorlaşmaktadır, % 15 sonrası gerçekleşen içerik ve verim düşüşü bu şekilde açıklanabilir.

4.1.1.5. Karıştırma hızının hümik madde liçine etkisinin incelenmesi

Karıştırma hızının, hümik madde kazanımına etkisinin incelendiği bu bölümde KOH miktarı 4 gr/ml, sıcaklık 60 °C, karıştırma süresi 5 saat, katı konsantrasyonu %15, tane boyutu -75 µm' da sabit tutarak, karıştırma hızı sırasıyla; 100, 150, 200, 250, 300 dev/dak şeklinde değiştirilerek deneyler gerçekleştirilmiştir. Karıştırma hızının hümik madde içeriği (hümik+fülvik asit) ve verime etkisi Şekil 4.5'de ve Ek 5' de verilmiştir.



Şekil 4.5. Karıştırma hızının hümik madde içeriğine ve kazanma verimine etkisi (KOH Miktarı 4 gr/ml, Karıştırma Süresi: 5 saat , Sıcaklık: 60°C, Katı Konsantrasyonu: %15, Tane Boyutu: -75 µm, Karıştırma Hızı: (100 dev/dak,150 dev/dak,200 dev/dak, 250 dev/dak, 300 dev/dak)).

Şekil 4.5. incelendiğinde karıştırma hızının artışıyla beraber hümik madde içeriği ve veriminin göreceli olarak arttığı gözlenmiştir. 150 dev/dak değerinde sağlanan artışın, hafif düşüşle 300 dev/dak'a kadar değişmeden kaldığı gözlenmiştir. Bu çalışmada endüstriyel şartlar gözeticilerle enerji tüketimini en azda tutmak amacıyla 300 dev/dak üzerinde çalışma yapılmamıştır. Literatür çalışmalarına bakıldığında karıştırma hızı artışıyla beraber liç veriminin ve değerli metal içeriğinin arttığı bilinmektedir (Bakan, vd., 2014). 500-1000 dev/dak gibi veya üzerindeki şartlarda verim ve hümik madde içeriğinde artış olacağı düşünülmekte olup, çalışılması önerilmektedir. Bu çalışma parametresi için hümik madde içeriğinin % 51,12 ve verimin % 83.12 olduğu 150 dev/dak düzeyi optimum kabul edilmiştir.

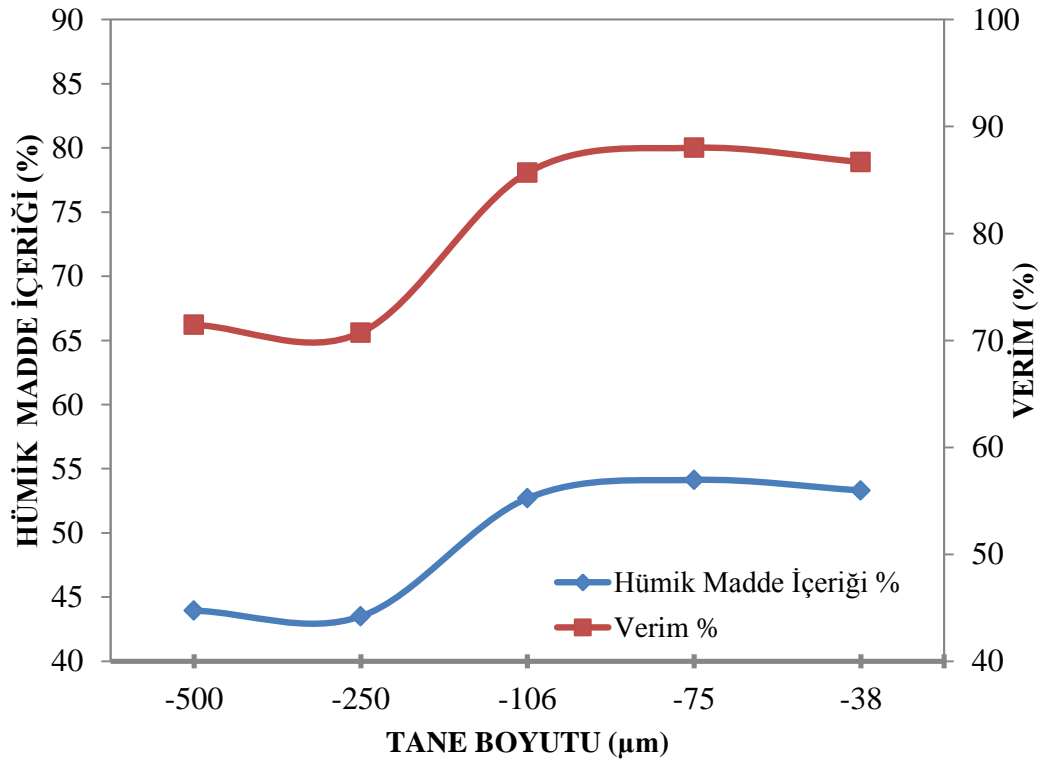
4.1.1.6. Tane boyutunun hümik madde liçine etkisinin incelenmesi

Tane boyutunun, hümik madde liçine etkisinin incelendiği çalışmalarda KOH miktarı 4 gr/ml, sıcaklık 60 °C karıştırma süresi 5 saat, katı konsantrasyonu %15, karıştırma hızı 150

dev/dak sabit tutarak, tane boyutu sırasıyla; -500, -250, -100, -75, -38 μm şeklinde değiştirilerek deneyler gerçekleştirilmiştir. Tane boyutu değişiminin hümik madde içeriği (hümik+fülvik asit) ve verime etkisi Şekil 4.6'da ve Ek 6' de verilmiştir.

Şekil 4.6. incelendiğinde tane boyutu azaldıkça, hümik madde içeriği ve veriminin arttığı görülmektedir. Bu durum, tanenin yüzey alanındaki artışa bağlı olarak, hümik maddelerin KOH ile temasının da artması ile açıklanmaktadır (<http://www.frmtr.com>). Yapılan çalışmalar sonunda % 53,9 hümik madde içeriğinin ve %87,67 verimin elde edildiği 75 μm altı tane boyut gurubu optimum olarak belirlenmiştir.

Yapılan zenginleştirme çalışmaları değerlendirildiğinde, en yüksek oranda hümik madde içeriği (% 53,9) ve verim (% 87,67) 4 gr/ml KOH miktarı, 5 saat karıştırma süresi, 60 °C sıcaklık, %15 katı konsantrasyonu, 150 dev/dak karıştırma hızı ve -75 μm tane boyutunda elde edilmiştir.



Şekil 4.6. Tane boyutunun hümik madde içeriğine ve verime etkisi (KOH Miktarı 4 gr/ml, Karıştırma Süresi: 5 saat, Sıcaklık: 60°C, Katı Konsantrasyonu: %15, Karıştırma Hızı: 150 dev/dak Tane Boyutu: (-500 μm , -250 μm , -100 μm , -75 μm , -38 μm)).

4.1.2. Fiziksel ön zenginleştirme çalışmaları

Çalışmada kullanılan numunenin (N₂) XRF ve XRD analizleri incelendiğinde (Çizelge 3.5 ve Şekil 3.2) kimyasal çözünürlüğü etkileyebilecek ve gereksiz kapasite artışına neden olacak silikatların ve kalsitin varlığı tespit edilmiştir. Kimyasal çözünme öncesi bu malzemelerin uzaklaştırılması amacıyla yapılan zenginleştirme çalışmalarından elde edilen sonuçlar çalışmanın bu kısmında verilmiştir. Fiziksel ön zenginleştirme çalışmaları, N₂ numunesi kullanılarak yapılmıştır. N₁ numunesi kullanılarak yapılan kimyasal çalışmalardan elde edilen optimum sonuçlar ile N₂ numunesine fiziksel ön zenginleştirme öncesinde liç yapıldığında % 85,5 verimle % 47,03 hümik içerikli ürün elde edilmiştir.

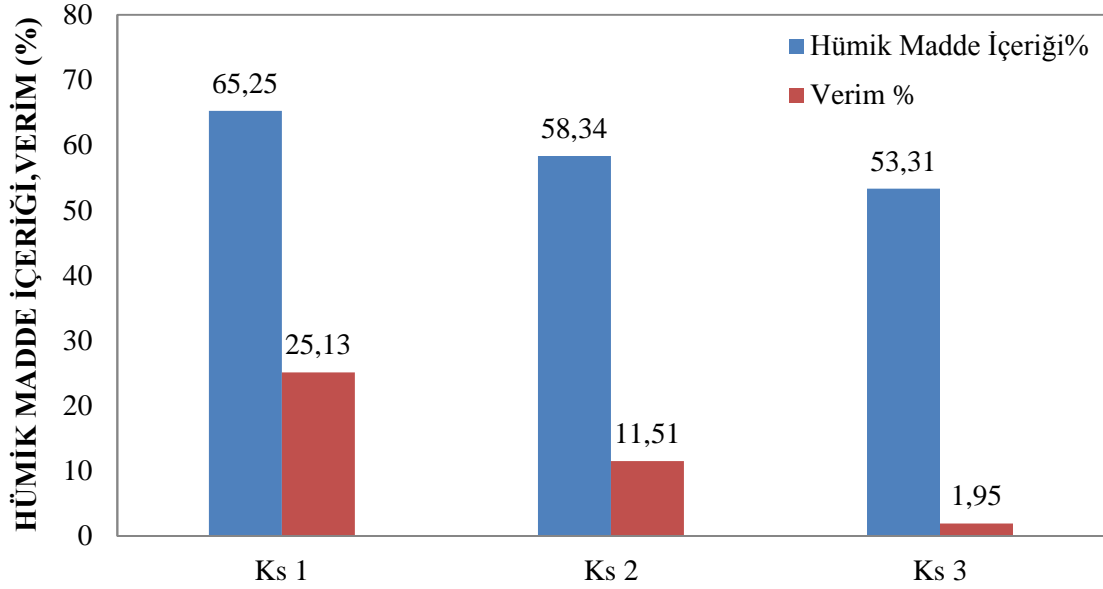
Fiziksel ön zenginleştirme çalışmalarında, sulu akışkan yatak, havalı akışkan yatak ve üç kompartımanlı sınıflandırıcı kullanılmış olup, alt başlıklar halinde incelenmiştir.

4.1.2.1. Su ile oluşturulan akışkan yatakta zenginleştirme deneyleri

Leonardit bünyesinde bulunan inorganik madde içeriğinin uzaklaştırılarak hümik madde içeriğini artırmaya yönelik olarak yapılan bu çalışmada, bir kolon içinde su ile oluşturulan akışkan ortamda yapılan yoğunluk farkına göre ayırım çalışmalarında tane boyutu ve su debisi değişken parametreler olarak çalışılmıştır. Çalışmalar süresince ürünler süreye bağlı olarak alınmıştır. Çalışma sonuçları farklı boyut gruplarında farklı debiler için elde edilen Ks 1, Ks 2 ve Ks 3 ürünlerine göre öncelikle kendi aralarında tartışılmıştır. Şekil 4.19' da ise farklı boyut gruplarında ve debilerde elde edilen en iyi ürün Ks 1' ler bir arada verilerek yorumlanmıştır.

- **-2+1 mm tane boyutunda farklı akışkan debilerinde yapılan akışkan ortam deneyleri**

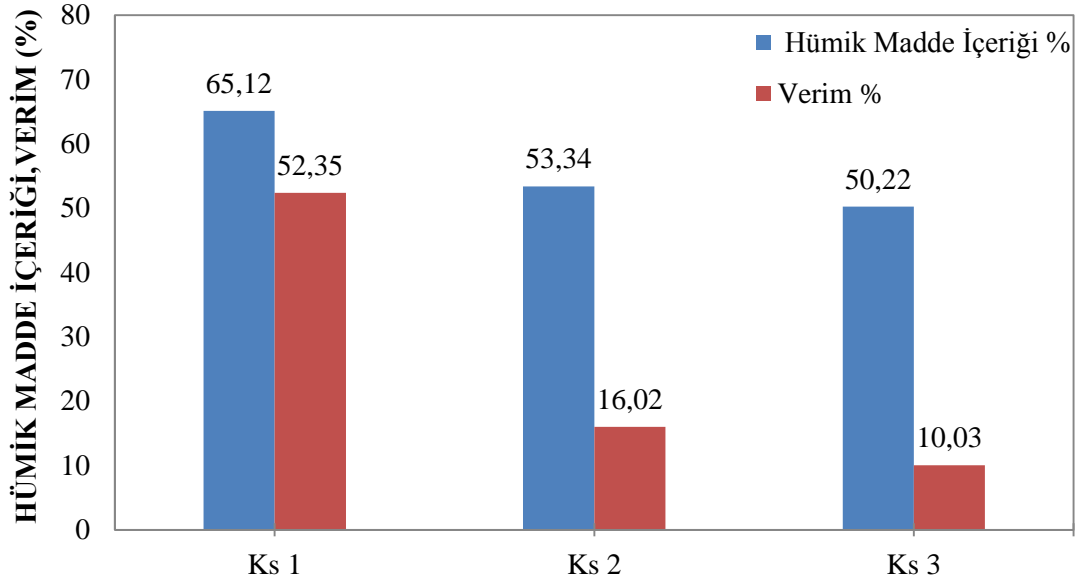
Bu bölümde, -2+1 mm tane aralığında 10 lt/dak su debisinde, % 56,5 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 60. 180. 300. saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Ks 1, Ks 2, ve Ks 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.7 'de ve EK 7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. (-2+1 mm) tane boyutunda 10 lt/dak 'da farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.7. incelendiğinde, % 56,5 olan besleme içeriği Ks 1 ve Ks 2 ürünlerinde sırasıyla % 65,25 ve %58,34'e çıkarılmıştır. Ks 3'te ise, hümik madde içeriği, % 53,31 de kalmıştır. Oluşturulan sıvı akışkan yatakta, erken sürelerde gelen hafif tanelerin, daha çok hümik madde içerdiği görülmektedir. Konsantrelerin düşük kazanma verimlerinde olması, 10 lt/dak'lık su debisinin, belirlenen sürelerde -2+1 mm boyutundaki taneleri yeterince taşıyamasından dolayı, kolonun içinde kalan artık miktarının fazla olmasıyla açıklanabilir.

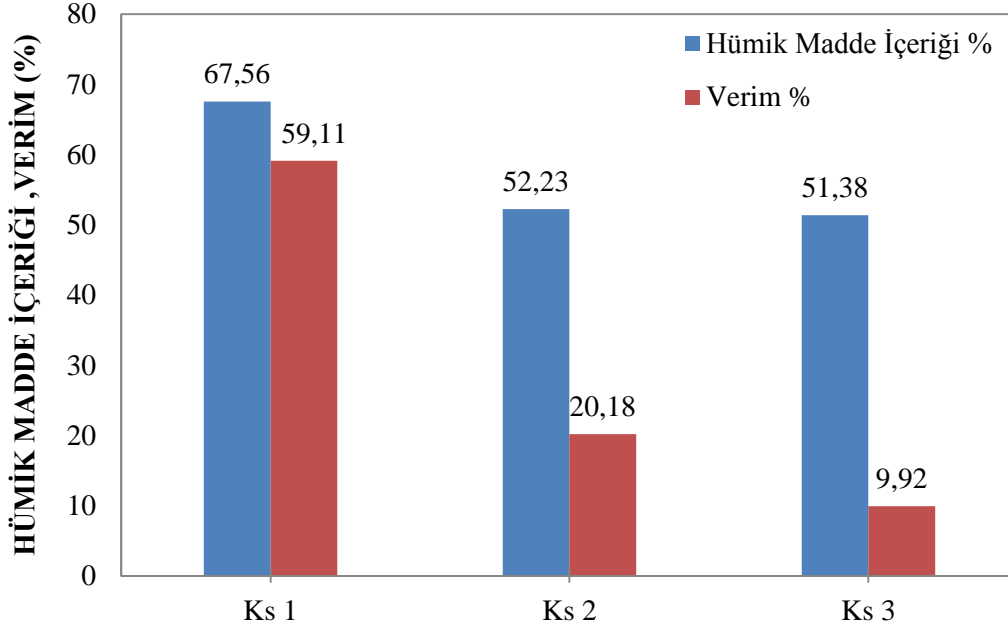
Bu bölümde, -2+1 mm tane aralığında 12,5 lt/dak su debisinde, % 56,5 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 30. 60. ve 180. saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Ks 1, Ks 2, ve Ks 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.8'de ve EK 8'de verilmiştir.



Şekil 4.8. (-2+1 mm) tane boyutunda 12,5 lt/dak 'da farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.8. incelendiğinde, % 56,5 olan besleme içeriği, Ks 1 ürününde % 65,12'ye çıkarılmıştır. Ks 2 ve Ks 3 ürünlerinin ise, hümik madde içerikleri besleme içeriğinin altına düşmüştür. Kazanma verimlerinin ise Ks 1'den Ks 3'e doğru azaldığı görülmektedir. Bu durum Ks 1'den Ks 3'e doğru, alınan tane miktarlarının ve hümik madde içeriklerinin kinetiğe bağlı azalmasıyla açıklanabilir. Ayrıca, su debisinin artmasıyla, konsantrelerde biriken tane miktarı 10 lt/dak'ya göre artmış (şekil 4.7), konsantre verimleri yükselmiştir.

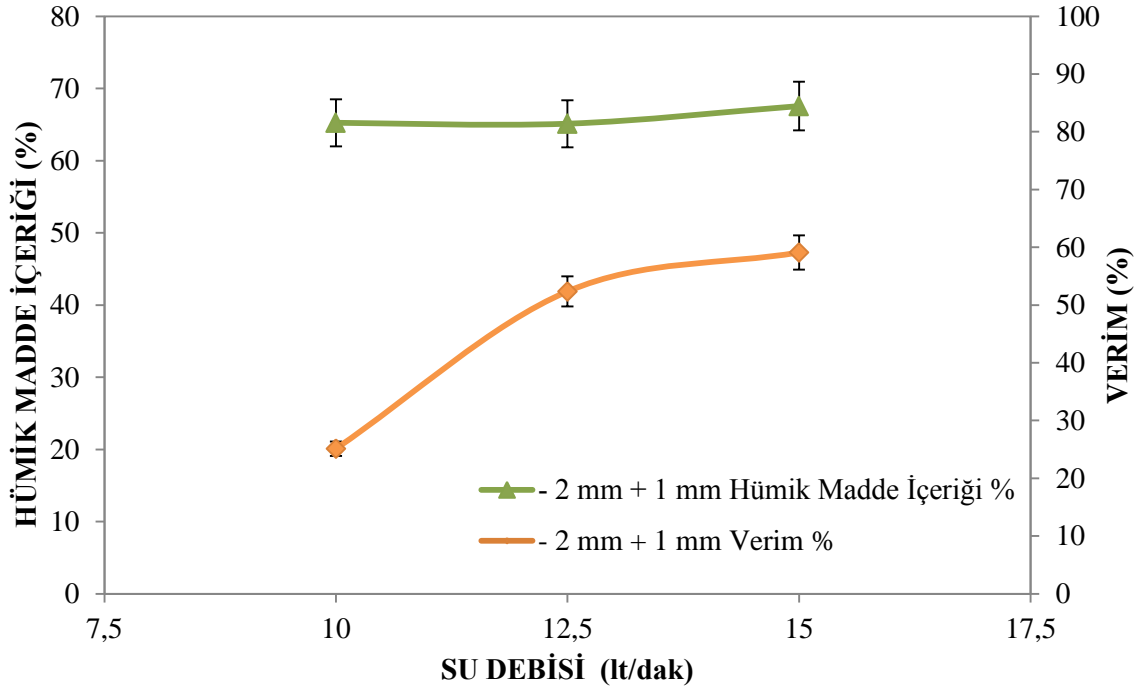
Bu bölümde, -2+1 mm tane aralığında 15 lt/dak su debisinde, % 56,5 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 15. 30. 45. saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Ks 1, Ks 2, ve Ks 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.9'da ve EK 9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. (-2+1 mm) tane boyutunda 15 lt/dak 'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.9. incelendiğinde, % 56,5 olan besleme içeriği, Ks 1 üründe % 67,56'ya çıkarılmıştır. Ks 2 ve Ks 3 ürünlerinde ise, hümik madde içeriklerinde beslemeye göre artış sağlanamamıştır. Kazanma verimlerinin, Ks 1'den Ks 3'e doğru azaldığı görülmektedir. Bu durum, Ks 1'den Ks 3'e doğru, alınan tane miktarlarının ve hümik madde içeriklerinin kinetiğe bağlı azalmasıyla açıklanabilir. Ayrıca, su debisinin artmasıyla, konsantrelerde biriken tane miktarı artmış, 12,5 lt/ dak'ya göre (şekil 4.8), konsantre verimleri yükselmiştir.

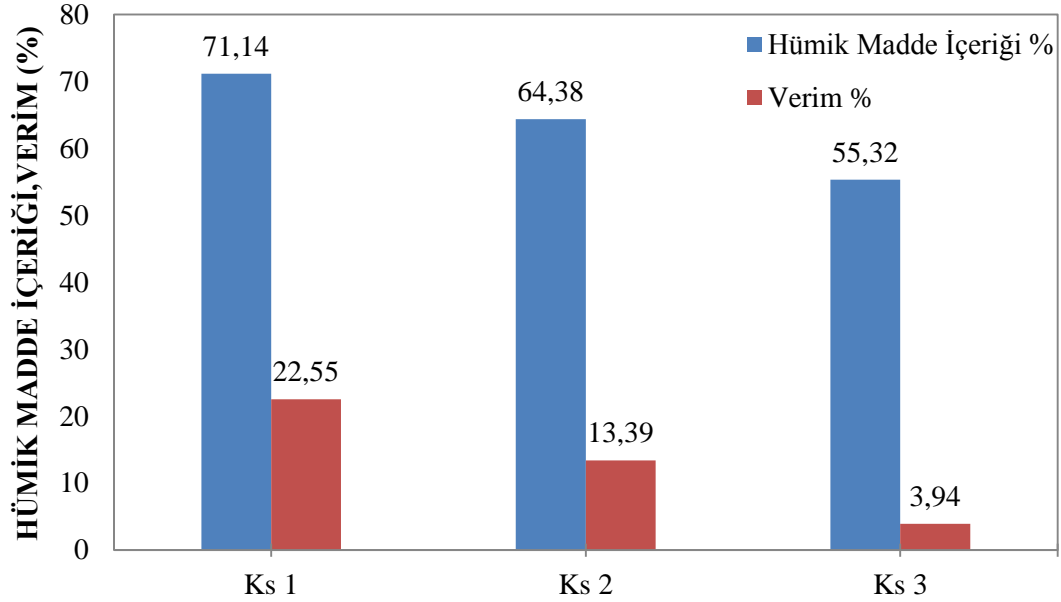
-2+1 mm tane aralığında debiye bağlı yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, su debisi arttıkça kazanma verimi artarken, hümik madde içeriği çok fazla değişmemiştir. % 67,56'lık hümik madde içeriği ve % 59,11 kazanma verimiyle, 15 lt/dak optimum su debisi olarak belirlenmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. (-2+1 mm) tane boyutunda farklı su debilerinde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

- **-1+0,5 mm tane boyutunda farklı akışkan debilerinde yapılan akışkan ortam deneyleri**

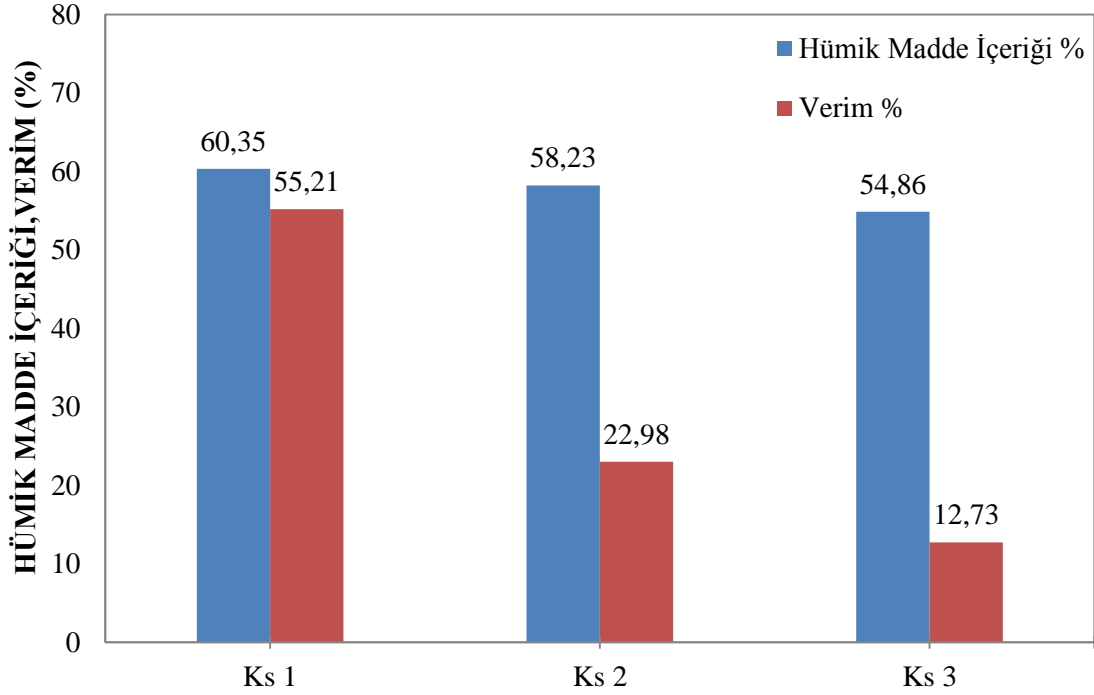
Bu bölümde, -1+0,5 mm tane aralığında 5 lt/dak su debisinde, % 56,5 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 60. 180. 300. Saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Ks 1, Ks 2, ve Ks 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.11'de ve EK 10'da verilmiştir.



Şekil 4.11. (-1+0,5 mm) tane boyutunda 5 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.11. incelendiğinde, 5 lt/dak su debisiyle, % 56,5 hümik madde içerikli beslemenin yapıldığı çalışmada, leonardit zenginleştirilmiş ve Ks 1 ve Ks 2 ürünlerinde sırasıyla %71,14 ve % 64,38 ile besleme malından daha yüksek hümik madde içerikleri elde edilmiştir. Konsatrelere düşük kazanma verimlerinde olması, 5 lt/dak'lık su debisinin, belirlenen sürelerde -1+0,5 mm boyutundaki taneleri yeterince taşıyamasından dolayı, kolonun içinde kalan artık miktarının fazla olmasıyla açıklanabilir.

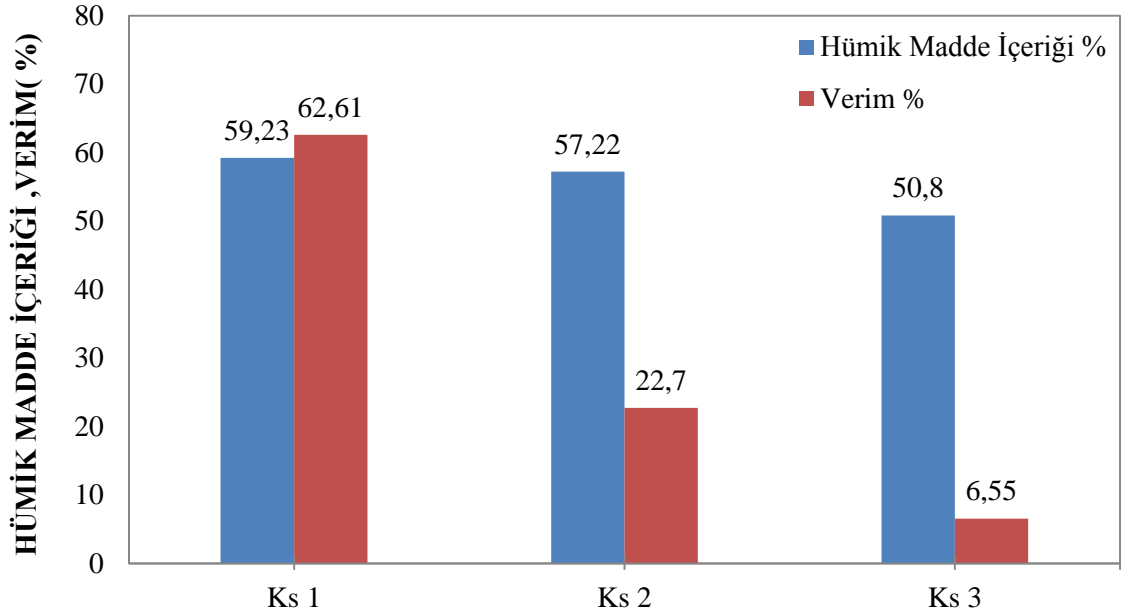
Bu bölümde, -1+0,5 mm tane aralığında 7,5 lt/dak su debisinde, % 56,5 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 30. 60. 180. Saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Ks 1, Ks 2, ve Ks 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.12 'de ve EK 11'de verilmiştir.



Şekil 4.12. (-1+0,5 mm) tane boyutunda 7,5 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.12. incelendiğinde, 7,5 lt/dak su debisiyle, % 56,5 hümik madde içerikli beslemenin yapıldığı, -1+0,5 mm tane aralığında leonardit zenginleştirilmiş ve Ks 1 ve Ks 2 ürünlerinde sırasıyla % 60,35 ve % 58,23 ile besleme malından daha yüksek hümik madde içerikleri elde edilmiştir. Kazanma verimlerinin, Ks 1'den Ks 3'e doğru azaldığı görülmektedir. Bu durum, Ks 1'den Ks 3'e doğru, alınan tane miktarlarının ve hümik içeriklerinin kinetiğe bağlı azalmasıyla açıklanabilir. Ayrıca su debisinin artmasıyla, konsantrelerde biriken tane miktarı artmış, 5 lt/ dak'ya göre, konsantre verimleri yükselmiştir (Şekil 4.11).

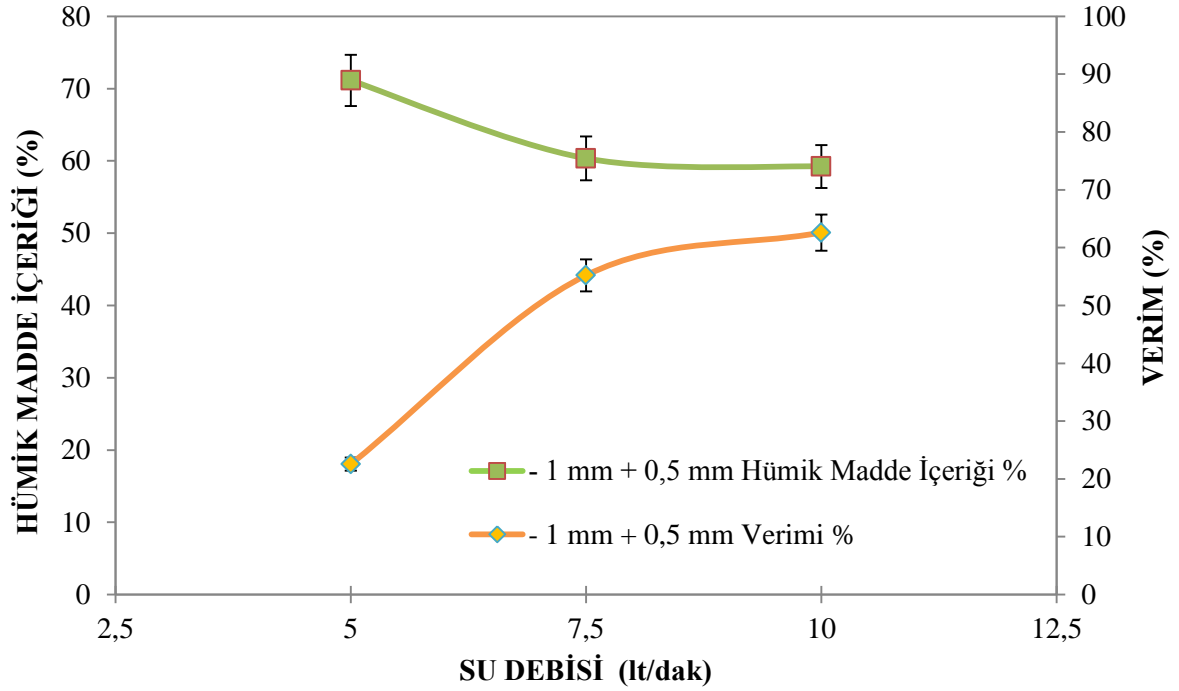
Bu bölümde, -1+0,5 mm tane aralığında 10 lt/dak su debisinde, % 56,5 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 15. 30. 45. Saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Ks 1, Ks 2, ve Ks 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.13 ' te ve EK 12'de verilmiştir.



Şekil 4.13. (- 1+0,5 mm) tane boyutunda 10 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantr ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.13.'de elde edilen konsantrlere bakıldığında, % 59,23 hümik madde içeriğiyle konsantr 1'de azda olsa zenginleşmenin gerçekleştiği görülmektedir. Ks 1 konsantrinden alınan tane miktarı ve hümik içerik, Ks 2 ve Ks 3 konsantrlerinden daha fazla olduğu için, kazanma verimlerinin Ks 1'den Ks 3'e doğru düştüğü görülmektedir.

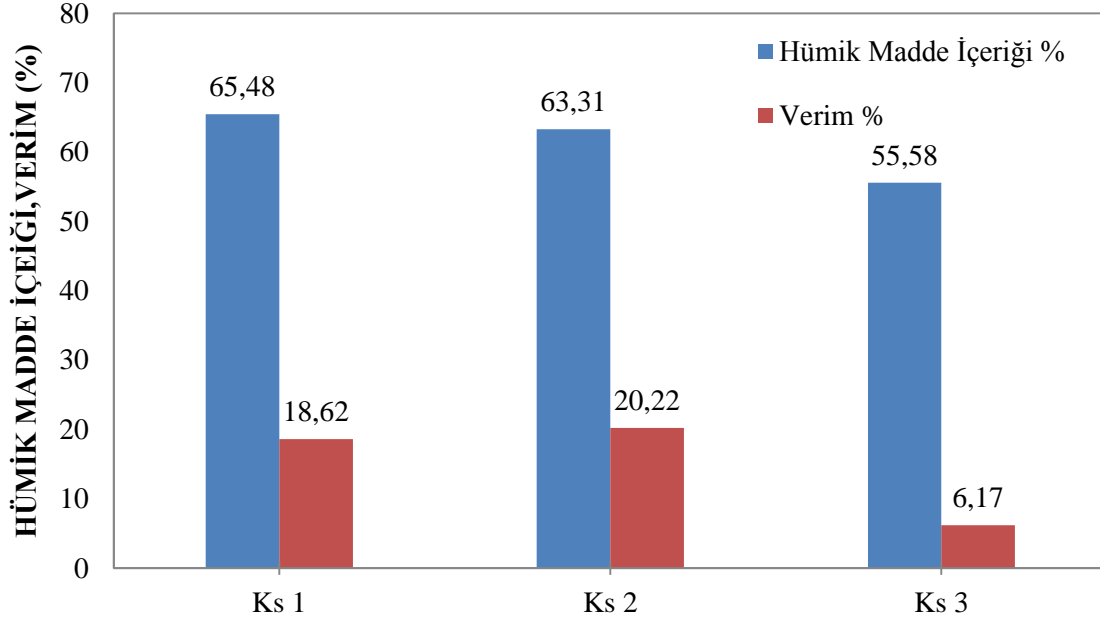
-1+0,5 mm tane aralığında yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, su debisi arttıkça kazanma verimi artarken, hümik madde içeriği düşmüştür. % 59,23' lük hümik madde içeriği ve % 62,11 kazanma verimiyle, 10 lt/dak optimum su debisi olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. (-1+0,5 mm) tane boyutunda farklı su debilerinde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

- **-0,5+0,25 mm tane boyutunda farklı akışkan debilerinde yapılan akışkan ortam deneyleri**

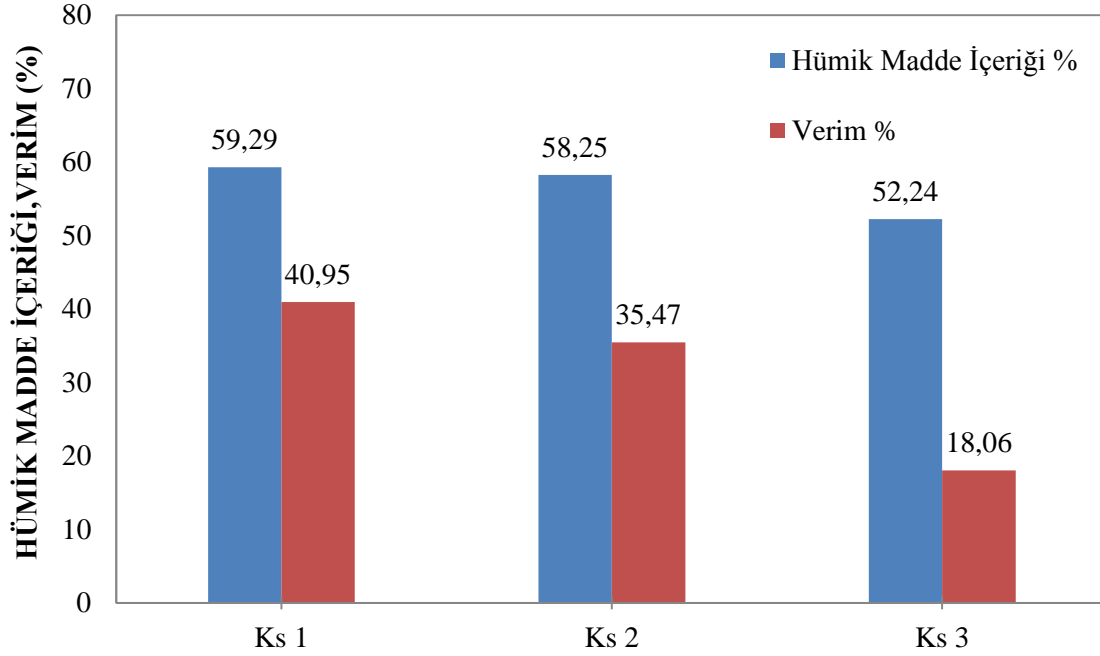
Bu bölümde, -0,5+ 0,25 mm tane aralığında 2,5 lt/dak su debisinde, % 56,5 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 60. 180. 300. Saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Ks 1, Ks 2, ve Ks 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.15'te ve EK 13'te verilmiştir.



Şekil 4.15. (- 0,5+0,25 mm) tane boyutunda 2,5 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.15. incelendiğinde, 2,5 lt/dak su debisiyle, % 56,5 hümik madde içerikli beslemenin yapıldığı, -0,5+0,25 mm tane aralığında leonardit zenginleştirilmiş ve Ks 1 ve Ks 2 ürünlerinde sırasıyla % 65,48 ve % 63,31 ile, besleme malından daha yüksek hümik madde içerikleri elde edilmiştir. Konsantrelerin düşük kazanma verimlerinde olması, 2,5 lt/dak'lık su debisinin, belirlenen sürelerde -0,5+0,25 mm boyutundaki taneleri yeterince taşıyamasından dolayı, kolonun içinde kalan artık miktarının fazla olmasıyla açıklanabilir.

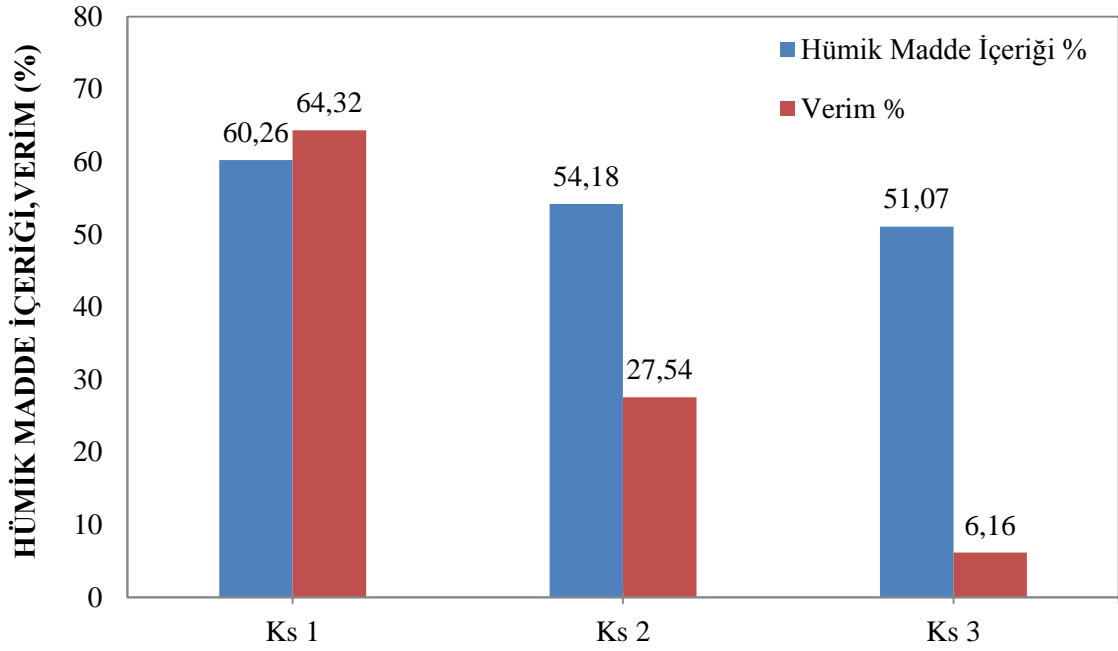
Bu bölümde, -0,5 + 0,25 mm tane aralığında 5 lt/dak su debisinde, % 56,5 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 30. 60. 180. Saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Ks 1, Ks 2, ve Ks 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.16 'da ve EK 14'de verilmiştir.



Şekil 4.16. (- 0,5+0,25 mm) tane boyutunda 5 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.16. incelendiğinde 5 lt/dak su debisiyle, en ince boyut olan, -0,5+ 0,25 mm tane aralığında, % 56,5 hümik madde içerikli beslemenin yapıldığı bu çalışmada, Ks 1 ve Ks 2 ürünlerinde çok az da olsa, zenginleşmenin gerçekleştiği görülmektedir. Leonardit kazanma veriminde ise, ilk konsantreden son konsantreye doğru azaldığı görülmektedir. Bu durum, daha geç sürede alınan konsantrelerde, tane miktarlarının ve hümik içeriklerin daha düşük olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca su debisinin artmasıyla, konsantrelerde biriken tane miktarı artmış, 2,5 lt/dak'ya göre (şekil 4.15), konsantre verimleri yükselmiştir.

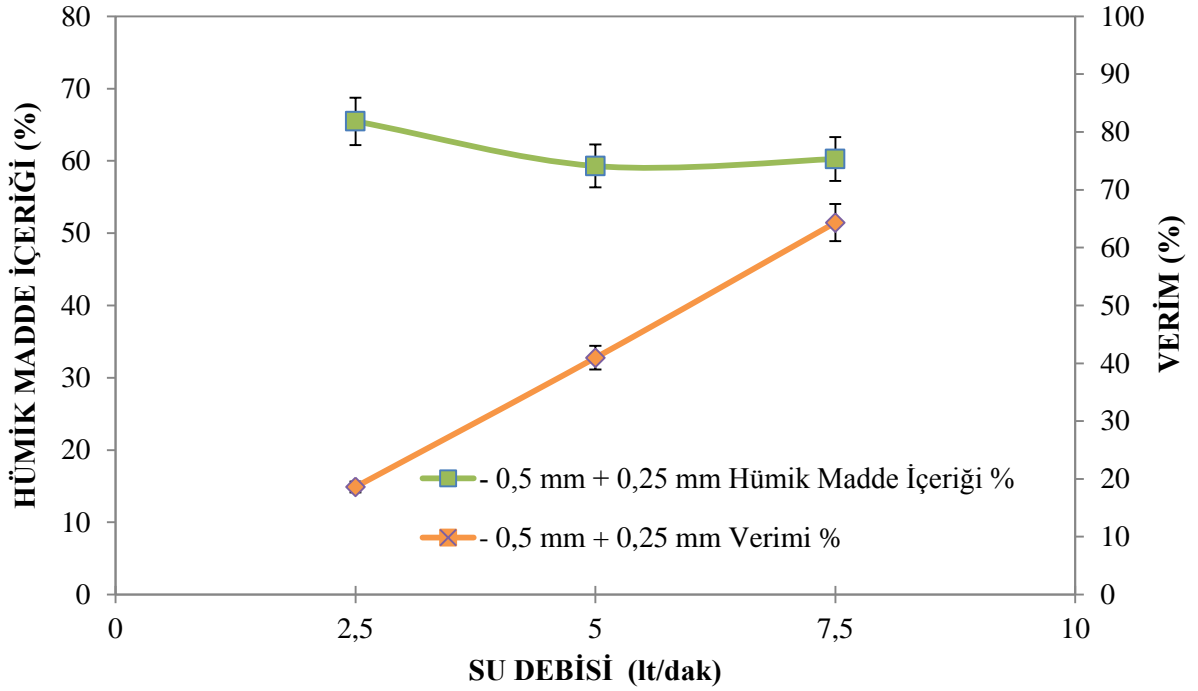
Bu bölümde, -0,5+0,25 mm tane aralığında 7,5 lt/dak su debisinde, % 56,5 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 15. 30. 45. Saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Ks 1, Ks 2, ve Ks 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.17 'de ve EK 15'de verilmiştir.



Şekil 4.17. (- 0,5+0,25 mm) tane boyutunda 7,5 lt/dak'da, farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.17. 'de elde edilen konsantrelere bakıldığında, en ince boyut olan -0,5+0,25 mm'de 7,5 lt/dak'lık su debisi hızlı olduğu için, çok dengeli bir zenginleştirme yapılamamıştır. Ancak % 60,26'lık hümik madde içeriğiyle Ks 1'de çok azda olsa, zenginleşmenin gerçekleştiği görülmektedir. İlk konsantreden son konsantreye doğru verimin azaldığı görülmektedir. Bu durum, daha geç sürede alınan konsantre ürünlerinde, tane miktarlarının ve hümik içeriklerin daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

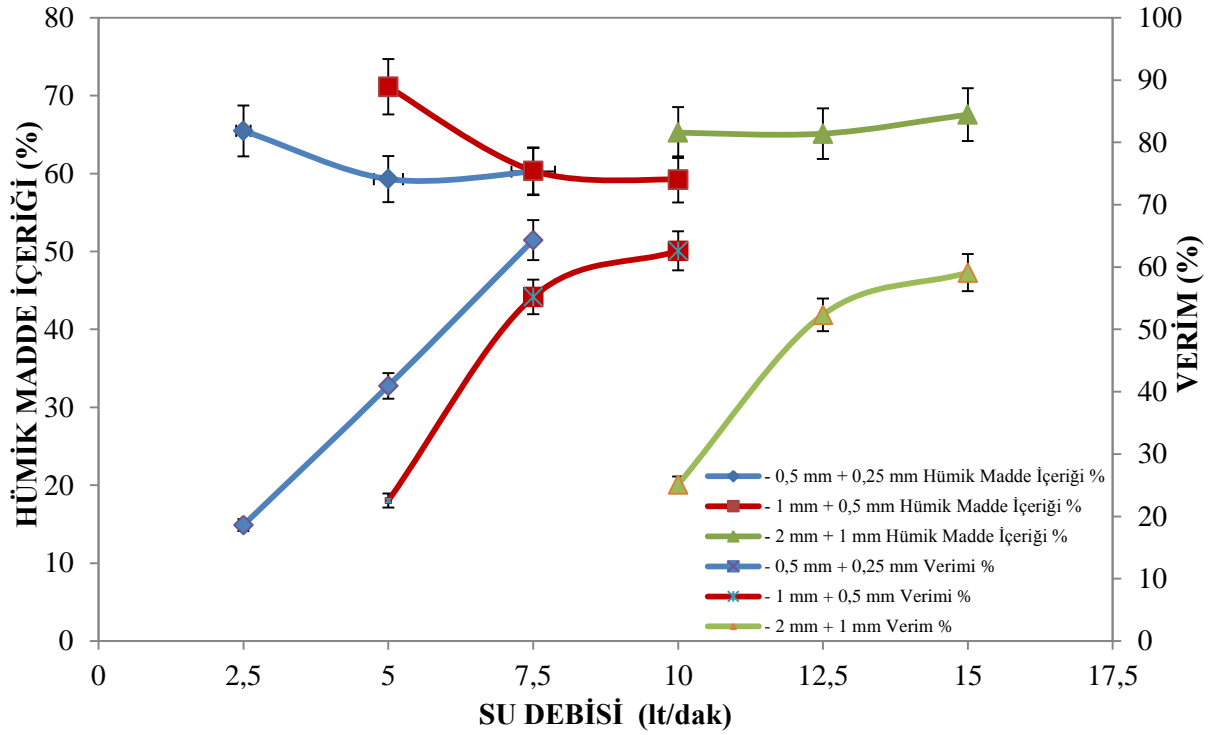
-0,5+0,25 mm tane aralığında yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, su debisinin artmasıyla kazanma verimi artarken, hümik içeriği hafif şekilde düşmüştür. % 60,26'lık hümik madde içeriği ve %64,32 kazanma verimiyle, 7,5 lt/dak optimum su debisi olarak belirlenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda farklı su debilerinde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Farklı boyut gruplarında farklı debilerin kullanılması nedeniyle elde edilen sonuçların karşılaştırılarak tartışılması amacıyla Şekil 4.19 'da debiye göre farklı boyut gruplarında elde edilen hümik madde miktarları ve hümik madde kazanma verimleri toplu olarak verilmiştir.

Şekil 4.19. incelendiğinde, -0,5+0,25 mm ve -1+0,5 mm boyutlarında, su debisinin artmasıyla hümik madde içeriklerinin hafif düştüğü görülmektedir. -2+1 mm tane aralığında ise, su debisi arttıkça, hümik madde içeriğinin sabit kaldığı görülmektedir. Bu boyutlardaki kazanma verimlerine bakıldığında ise, bütün boyutlarda su debisinin artmasıyla kazanma veriminin arttığı görülmektedir. Bu durum, su debisindeki artışın, konsantre miktarlarını artırmasıyla açıklanabilir. Şekil.4.19'da görüldüğü gibi, bütün konsantreler karşılaştırıldığında en yüksek hümik madde içeriklerine en iri boyutta -2+1 mm tane aralığında ulaşılmıştır. Tane boyutu küçüldükçe, hafif ve ağır taneler kaldırma kuvvetinden benzer şekilde etkilenmeye başlamaktadır, buna bağlı olarak, cevherin yoğunluk farkıyla ayrılması zorlaşmaktadır. İri boyutta zenginleştirme sonuçlarının, ince boyutlardaki sonuçlardan daha iyi olması, bu şekilde açıklanabilir.



Şekil 4.19. (-2+1 mm/ -1+0,5 mm/ -0,5+0,25 mm) tane aralıklarında, su ile akışkan yatakta yapılan zenginleştirme sonucu elde edilen en yüksek konsantrasyonların hümik madde içeriklerinin ve kazanma verimlerinin karşılaştırılması.

Yapılan deneysel çalışmalar değerlendirildiğinde, kazanma verimlerinin üç boyutta da birbirine yakın elde edilmiştir. Optimum tane boyutu, en yüksek hümik madde içeriklerinin elde edildiği, 10 lt/dak 'da % 65,25, 12,5 lt/dak 'da % 65,12, 15 lt/dak'da % 67,56' lık hümik madde içerikleri ile, -2+1 mm tane aralığı seçilmiştir.

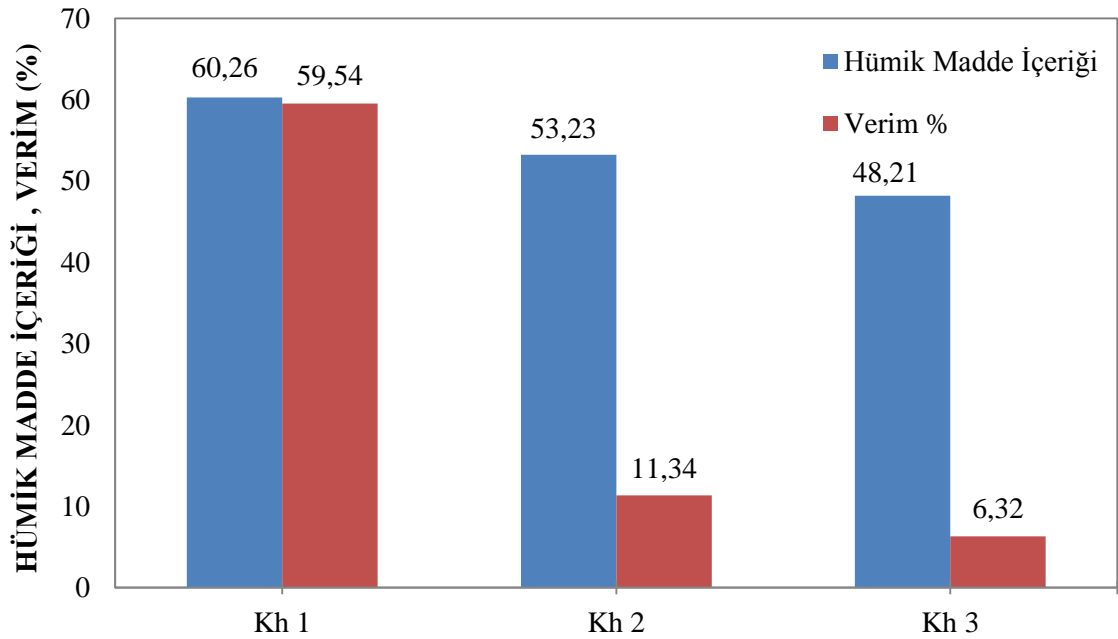
Bu deneylerden elde edilen Ks 1 ürünleri toplanarak daha önce belirlenen optimum koşullarda, (KOH Miktarı 4 gr/ml, karıştırma süresi 5 saat, sıcaklık 60 °C, katı konsantrasyonu %15, karıştırma hızı 150 dev/dak, tane boyutu -75 µm) kimyasal zenginleştirmeye tabi tutulmuştur. Zenginleşme sonrası % 62,74 hümik madde içeriği, % 92,4 verimle kazanılmıştır.

4.1.2.2. Hava ile oluşturulan akışkan yatakta zenginleştirme deneyleri

Fülvik asitler ise bütün pH koşullarında ve suda çözünme kabiliyetine sahiptirler. (Buffle,1988) Fülvik asitlerin, bu özellikleri düşünüldüğünde kullanılan yaş yöntemlerin fülvik asitlerin kaybına yol açtığı bilinmektedir. Bu probleme üstesinden gelmek amacıyla, akışkan yatakta havalı fiziksel bir zenginleştirme yöntemi denenmiştir. Ortalama % 55 hümik içeren besleme numunesi ile, -0,5+0,25 mm tane boyutunda, 2 bar, 3 bar ve 4 bar hava miktarındaki

değişimin hümik madde içeriğine ve kazanma verimine etkisi araştırılmıştır. Farklı sürelerde, konsantreler elde edilmiş, hümik madde analizleri yapılarak zenginleştirme sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları farklı hava miktarları için elde edilen Kh 1, Kh 2 ve Kh 3 ürünlerine göre öncelikle kendi aralarında tartışılmıştır. Şekil 4.23' de ise farklı debilerde elde edilen en iyi ürün Kh 1' ler bir arada verilerek yorumlanmıştır.

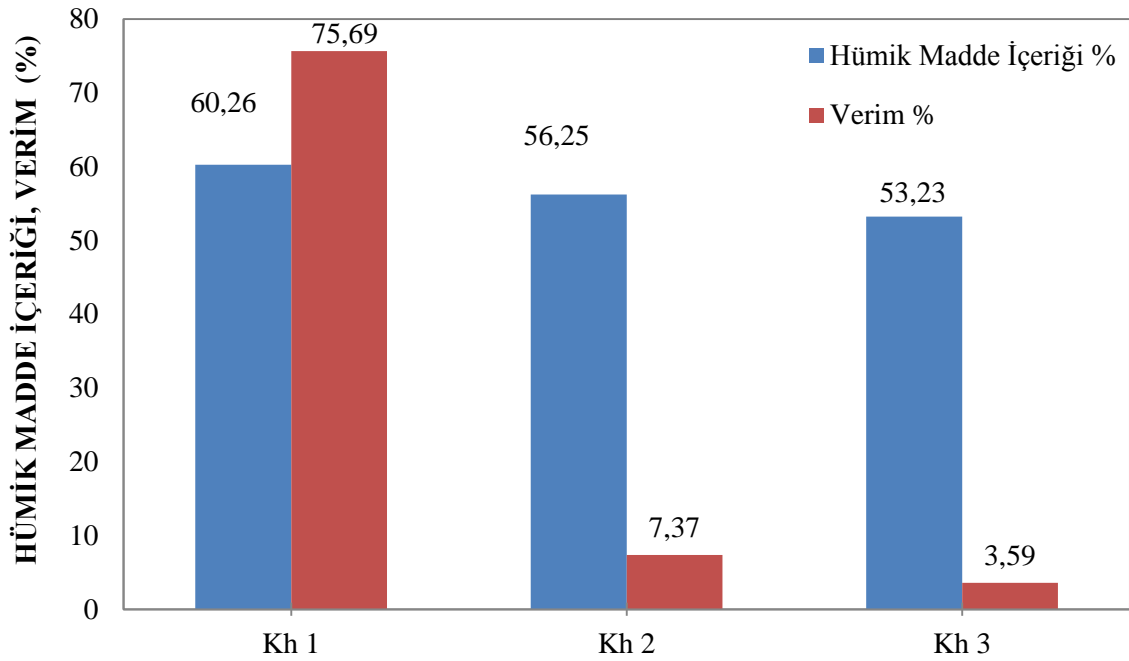
Bu bölümde, $-0,5+0,25$ mm tane aralığında 2 bar hava basıncında, % 55 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 30. 60. 90. saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Kh 1, Kh 2, ve Kh 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.20'de ve EK 16'da verilmiştir.



Şekil 4.20. ($-0,5+0,25$ mm) tane boyutunda 2 bar hava basıncında farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.20. 'de elde edilen konsantrelere bakıldığında, % 60,26'lık hümik madde içeriğiyle Kh 1'de % 5'lik bir zenginleşmenin gerçekleştiği görülmektedir. Beslenen tanelerin çoğu, ilk saniyelerde Kh 1 ürününde alındığı için, en yüksek kazanma verimi % 59,54 ile Kh 1'de elde edilmiştir.

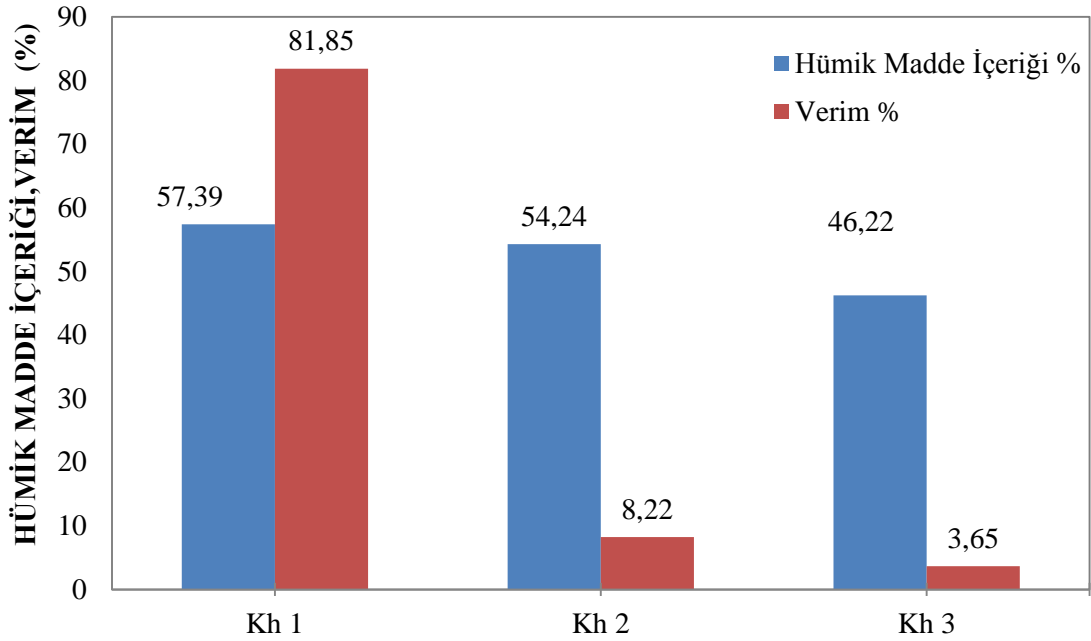
Bu bölümde, $-0,5+0,25$ mm tane aralığında 3 bar hava basıncında, % 55 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 15. 30. 60. saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Kh 1, Kh 2, ve Kh 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.21 ' de ve EK 17'de verilmiştir.



Şekil 4.21. ($-0,5+0,25$ mm) tane boyutunda 3 bar hava basıncında farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.21.'de elde edilen konsantrelere bakıldığında, % 60,26'lık hümik madde içeriğiyle Kh 1'de azda olsa, zenginleşmenin gerçekleştiği görülmektedir. En yüksek kazanma verimi % 75,69 ile yine Kh 1' de elde edilmiştir. Kazanma verimin Kh 1' den, Kh 3'e doğru azaldığı görülmektedir. Bu durum Kh 1'den Kh 3'e doğru konsantre miktarlarının ve hümik içeriklerin kinetiğe bağlı azalmasından kaynaklanmaktadır.

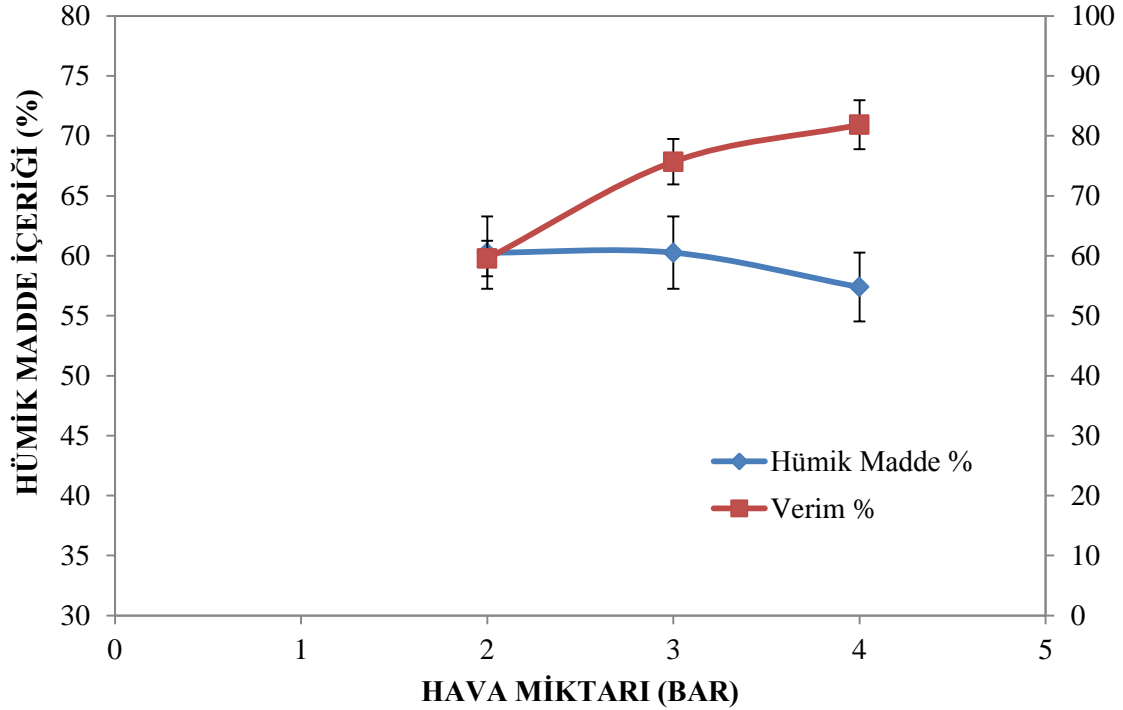
Bu bölümde, $-0,5+0,25$ mm tane aralığında 4 bar hava basıncında, % 55 içerikli besleme numunesi kullanılarak, 10. 20. 30. saniyelerin sonunda elde edilen, sırasıyla Kh 1, Kh 2, ve Kh 3 ürünlerinin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.22 ' de ve EK 18'de verilmiştir.



Şekil 4.22. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda 4 hava basıncı ile farklı sürelerde elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.22. incelendiğinde 4 bar hava miktarı ile, -0,5+0,25 mm tane aralığında % 55 hümik madde içerikli beslemenin yapıldığı bu deneyde, elde edilen konsantrelere bakıldığında, iyi bir zenginleştirmenin yapılamadığı görülmektedir. Bu durum, 4 bar hava miktarının, -0,5+0,25 mm için çok fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Tanelerin tamamı ilk saniyelerde kolonu terketmesinden dolayı dengeli bir şekilde yoğunluk farkıyla ayırma işlemi yapılamamıştır.

Farklı hava basınçlarının kullanılması nedeniyle elde edilen sonuçların karşılaştırılarak tartışılması amacıyla Şekil 4.23 'de değişen hava basıncına göre, elde edilen en iyi Kh 1 ürünlerinin, hümik madde içerikleri ve kazanma verimleri birlikte verilmiştir.



Şekil:4.23. (-0,5+0,25 mm) tane aralığında, 2 bar,3 bar, 4 bar hava miktarlarında elde edilen en yüksek konsantrelerin hümik madde içeriklerinin ve kazanma verimlerinin karşılaştırılması.

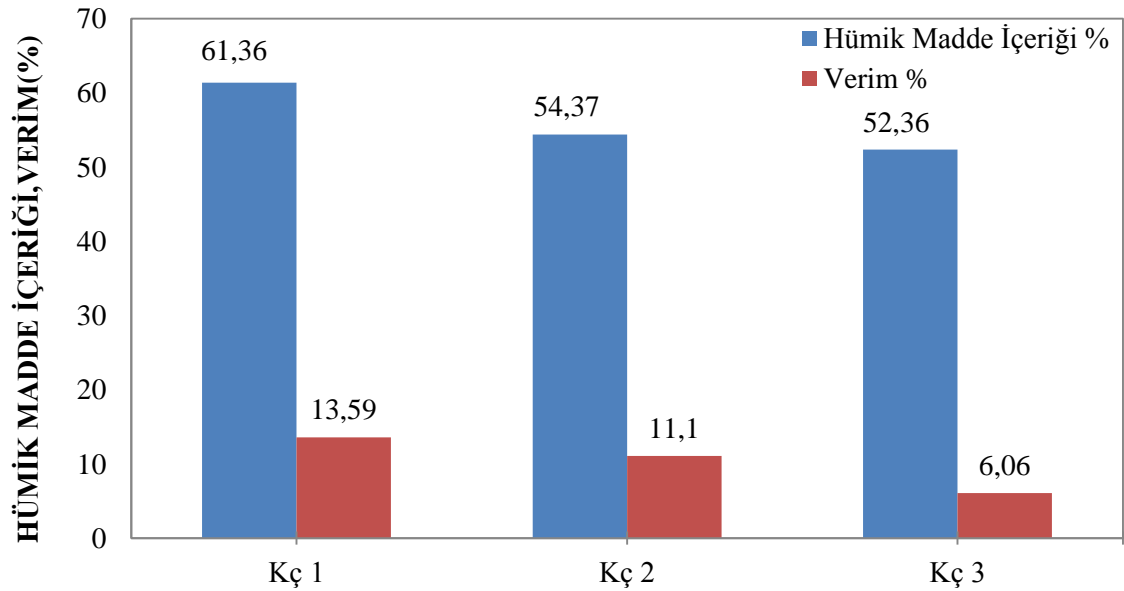
Şekil 4.23. incelendiğinde, hava miktarındaki değişimin hümik madde içeriğini çok etkilemediği görülmektedir. Kazanma veriminde ise, hava basıncının artmasıyla, konsantrelerden alınan ürün miktarları artmış, buna bağlı olarak kazanma verimleri de artmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar değerlendirildiğinde, en yüksek hümik madde miktarı, % 60,26 hümik madde içeriğiyle 2 bar ve 3 bar basınçta elde edilirken, en yüksek kazanma verimi % 81,15 ile 4 bar basınçta elde edilmiştir.

Bu deneylerden elde edilen Kh 1 ürünleri toplanarak daha önce belirlenen optimum koşullarda, (KOH Miktarı 4 gr/ml, karıştırma süresi 5 saat, sıcaklık 60 °C, katı konsantrasyonu %15, karıştırma hızı 150 dev/dak, tane boyutu -75 µm) kimyasal zenginleştirmeye tabi tutulmuştur. Zenginleşme sonrası %51,61 hümik madde içeriği, % 87,25 verimle kazanılmıştır.

4.1.2.3. Üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcıda yapılan deneyler

Yine leonardit bünyesinde bulunan inorganik madde içeriğinin uzaklaştırılarak hümik madde içeriğini artırmaya yönelik olarak yapılan bu çalışmada, koniler yardımıyla oluşturulan sulu akışkan ortamda yapılan yoğunluk farkına göre ayırım çalışmalarında, su debisi değişken parametre olarak çalışılmıştır. Aynı sürelerde, konsantreler elde edilmiş, hümik madde analizleri yapılarak zenginleştirme sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları farklı su debileri için elde edilen Kç 1, Kç 2 ve Kç 3 ürünlerine göre öncelikle kendi aralarında tartışılmıştır. Şekil 4.27’ de ise farklı debilerde elde edilen en iyi ürün Kç 1 ler bir arada verilerek yorumlanmıştır.

Bu bölümde, $-0,5+0,25$ mm tane aralığında, üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcıda, % 54 hümik madde içeren besleme numunesi kullanılarak, 10 dakika boyunca 15 lt/dak su debisinde yapılan çalışmada, elde edilen konsantrelerin, hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.24 ‘te ve EK 19’da verilmiştir.

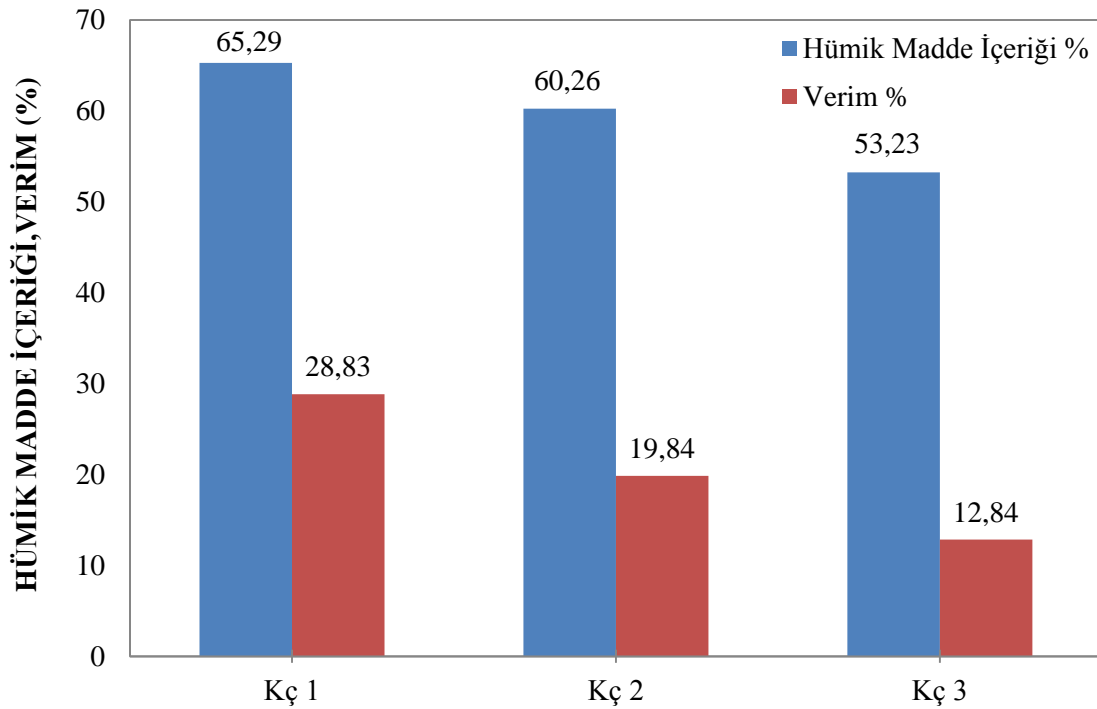


Şekil 4.24. ($-0,5+0,25$ mm) tane boyutunda 15 lt/dak’da elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.24 incelendiğinde, % 61,36’lık hümik madde içeriğiyle Kç 1’de zenginleşmenin gerçekleştiği görülürken, Kç 2 ‘de ve Kç 3’de ise hümik madde miktarında

beklenen zenginleşmenin olmadığı görülmektedir. Ayrıca konsantrelerde düşük kazanma verimleri gerçekleşmiştir. Bu durum $-0,5+0,25$ mm tane boyutunda, uygulanan hidrodinamik kuvvetlerin, taneleri taşıyıp sürüklemek için yetersiz olup, beslemenin büyük kısmının artıkta kaybedilmesinden kaynaklanmaktadır.

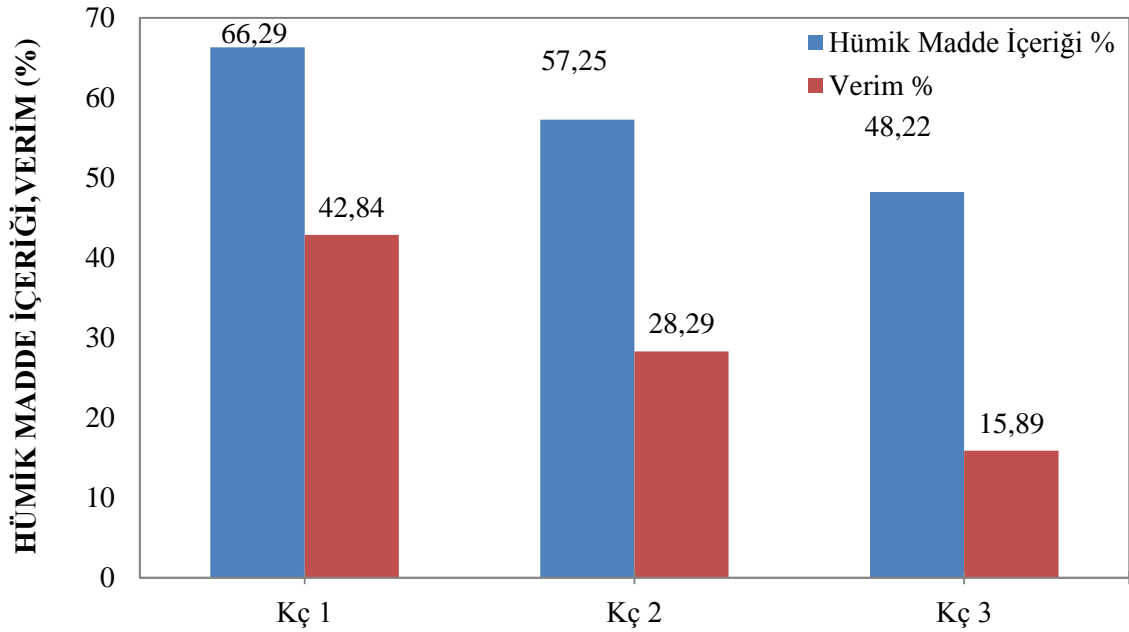
Bu bölümde, $-0,5+0,25$ mm tane aralığında, üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcıda, % 54 hümik madde içeren besleme numunesi kullanılarak, 10 dakika boyunca 20 lt/dak su debisinde yapılan çalışmada, elde edilen konsantrelerin hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.25' te ve EK 20'de verilmiştir.



Şekil 4.25. ($-0,5+0,25$ mm) tane boyutunda, 20 lt/dak'da, elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.25'de elde edilen konsantrelere bakıldığında, Kç 1'de % 61,26 ve Kç 2'de % 60,26'lık hümik madde içeriği ile zenginleşmenin gerçekleştiği görülmektedir. . Kazanma verimlerinin, Kç 1' den Kç 3'e doğru azaldığı görülmektedir. Bu durum, 10 dakika sonunda Kç 1'den Kç 3'e doğru, alınan ürün miktarlarının ve hümik içeriklerin kinetiğe bağlı azalmasıyla açıklanabilir.

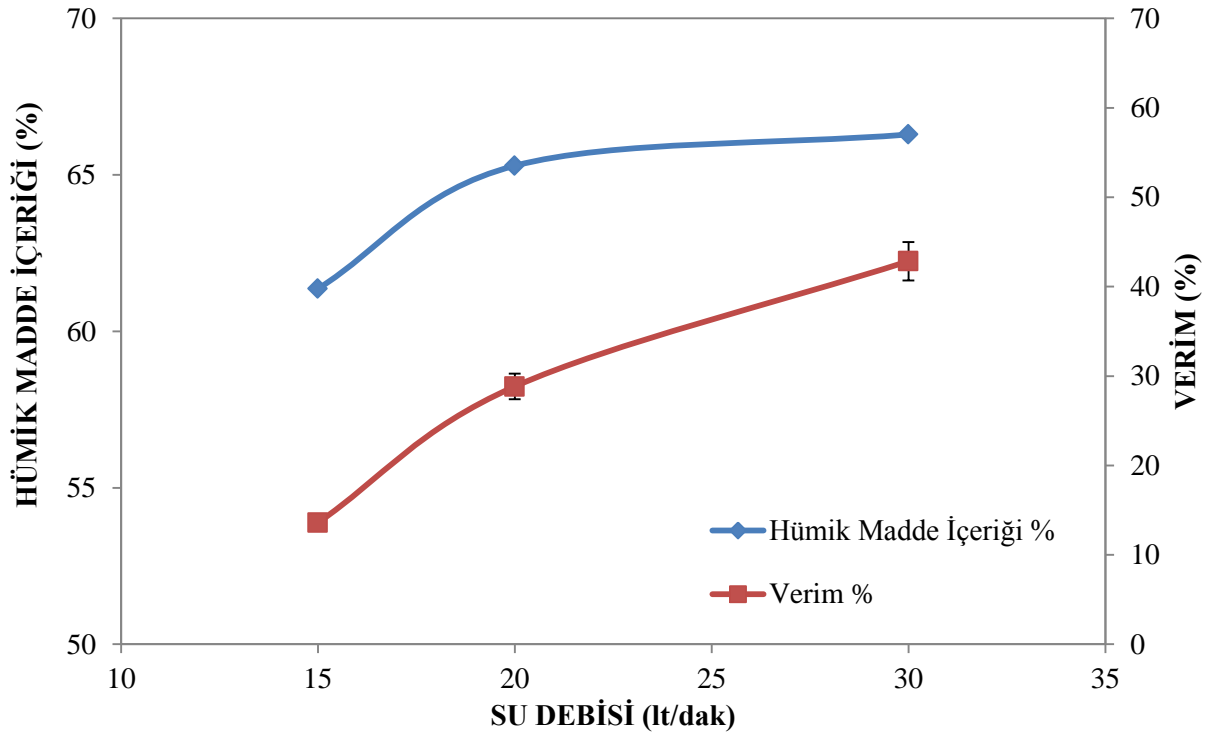
Bu bölümde, $-0,5+0,25$ mm tane aralığında, üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcıda, %54 hümik madde içeren besleme numunesi kullanılarak, 10 dakika boyunca 30 lt/dak su debisinde yapılan çalışmada, elde edilen konsantrelerin hümik madde içeriği ve kazanma verimi incelenmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.26' da ve EK 21'de verilmiştir.



Şekil 4.26. ($-0,5+0,25$ mm) tane boyutunda, 30 lt/dak'da elde edilen konsantre ürünlerinin hümik madde içeriği ve kazanma verimi.

Şekil 4.26. incelendiğinde, Kç 1'de % 66,29'lık hümik madde içeriğiyle ve Kç 2'de % 57,25 hümik madde içeriği ile zenginleşmenin gerçekleştiği görülmektedir. Kazanma verimlerinin, Kç 1' den Kç 3'e doğru azaldığı görülmektedir. Bu durum, 10 dakika sonunda Kç 1'den Kç 3'e doğru, alınan ürün miktarlarının ve hümik içeriklerin kinetiğe bağlı azalmasından kaynaklanmaktadır.

Farklı debilerin kullanılması nedeniyle elde edilen sonuçların karşılaştırılarak tartışılması amacıyla Şekil 4.27 'de farklı debilerde elde edilen hümik madde miktarları ve hümik madde kazanma verimleri toplu olarak verilmiştir.



Şekil 4.27. (-0,5+0,25 mm) tane boyutunda, 15 lt/dak, 20 lt/dak, 30 lt/dak su debilerinde elde edilen, en yüksek konsantrelerin hümik madde içeriklerinin ve kazanma verimlerinin karşılaştırılması.

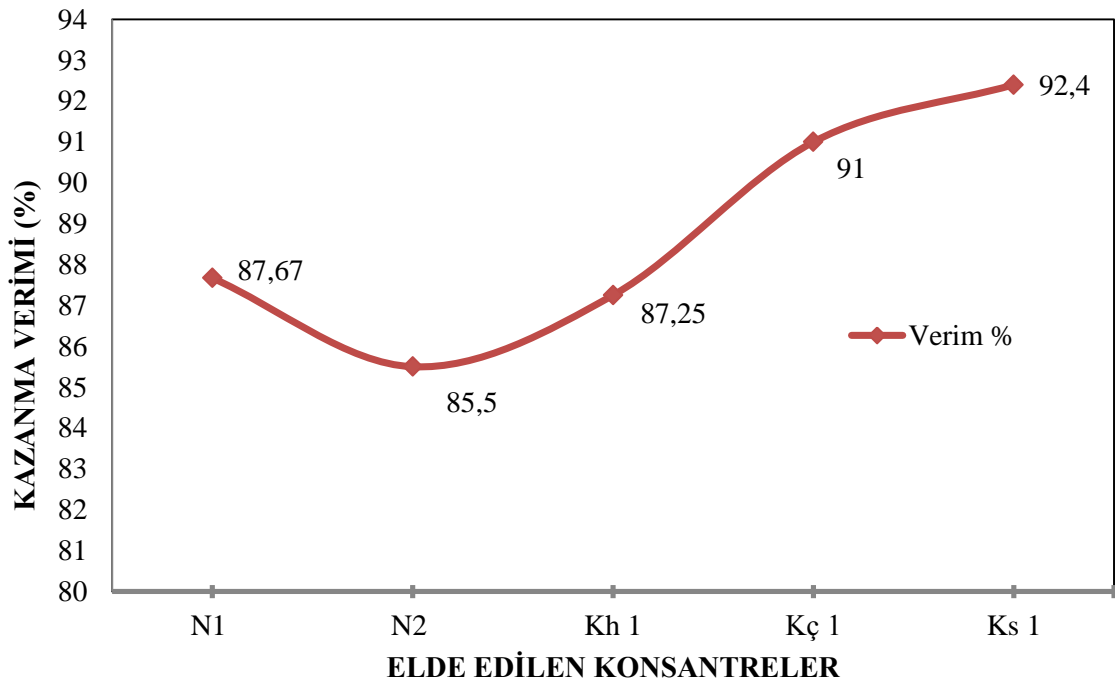
Şekil 4.27. incelendiğinde, 15 lt/dak, 20 lt/dak ve 30 lt/dak su debileri ile ortalama % 54 hümik madde içeriği ile yapılan çalışmalarda, su debisi arttıkça hümik madde içeriğinin ve kazanma veriminin arttığı görülmektedir. Su debisindeki artış, tanelere düşeyde ve yatayda uygulanan hidrodinamik kuvvetleri artmasına sebep olmuştur. Bu durum sonucunda, taşan ve sürüklenen tane miktarı artmış, kazanma veriminde de artış gerçekleşmiştir. Su debisindeki artışın, hümik madde içeriğini % 60'tan % 66'ya çıkardığı görülmektedir. Bu durum ise, tanelerin su debisindeki artışa bağlı olarak, 30 lt/ dak 'da 15 lt/ dak ve 20 lt/ dak'ya göre, tanelerin yoğunluk farkına göre ayrılması için, daha seçimli davranacağı şartlar oluşmasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan deneysel çalışmalar değerlendirildiğinde, optimum su debisi, en yüksek hümik madde miktarı, % 66,29 içerik ve % 42,84 kazanma verimi ile elde edilen 30 lt/dak seçilmiştir.

Bu deneylerden elde edilen Kç 1 ürünleri toplanarak daha önce belirlenen optimum koşullarda (KOH Miktarı 4 gr/ml, karıştırma süresi 5 saat, sıcaklık 60 °C, katı konsantrasyonu

%15, karıştırma hızı 150 dev/dak, tane boyutu -75 μm) kimyasal zenginleştirmeye tabi tutulmuştur. Zenginleşme sonrası % 59,29 hümik madde içeriği, % 91 verimle kazanılmıştır.

Bu bölümde, leonarditin zenginleştirilmesinde kullanılan, tüm ön zenginleştirme yöntemlerinde elde edilen en iyi konsantreler birleştirilmiş, daha önceden belirlenen şartlarda kimyasal zenginleştirme uygulanmıştır. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4.28' de ve EK 22'de verilmiştir.



4.28. Yapılan ön zenginleştirme çalışmalarında ve kimyasal zenginleştirmede elde edilen konsantrelerin kazanma verimlerinin karşılaştırılması.

Şekil.4.28 incelendiğinde, N₂ numunesinin içerdiği hümik madde, kimyasal liç sonunda, ön zenginleştirmesiz % 85,5'lik kazanma verimiyle elde edilirken, ön zenginleştirme sonrasında yapılan liç işleminde, sulu düşey akışkan yatakta, leonarditin içerdiği hümik madde % 92,4 kazanma verimiyle, üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcıda, % 91 kazanma verimiyle ve havalı düşey akışkan yatakta, % 87,25 kazanma verimi ile daha başarılı şekilde kazanılmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Başta organik tarım olmak üzere değişik sektörlerde kullanım alanı bulabilen leonarditler, bünyelerinde önemli miktarda hümik maddeler (hümik asit, fülvik asit) bulundurmaktadırlar. Leonarditten hümik madde üretimine yönelik yapılan bu çalışmada kimyasal zenginleştirme ve fiziksel zenginleştirme + kimyasal zenginleştirme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar gruplandırılarak aşağıda sıralanmıştır.

Kimyasal zenginleştirme çalışmalarından elde edilen sonuçlar;

1- Kimyasal zenginleştirme çalışmalarında hümik madde kazanma verimine etki eden en önemli parametrelerin KOH miktarı ve karıştırma süresi olduğu belirlenirken, optimum çalışma koşulların; 4 gr/ml KOH, 5 saat karıştırma süresi, 60 °C sıcaklık, %15 katı oranı, 150 dev/dak karıştırma hızı, -75 µm tane boyutu olduğu saptanmıştır.

2- Yukarıda belirtilen şartlarda yapılan kimyasal zenginleştirme çalışmaları sonunda N₁ numunesinin bünyesindeki hümik maddenin % 87,67'si % 53,9 hümik madde içeriği ile elde edilirken, N₂ numunesi bünyesindeki hümik maddenin % 85,5'i 47,03 içerikle elde edilmiştir.

Fiziksel zenginleştirme + Kimyasal zenginleştirme çalışmalarından elde edilen sonuçlar;

1- Su ile oluşturulan akışkan yatak ile yapılan fiziksel ön zenginleştirme deneylerinde, -2+1 mm,-1+0,5 mm, -0,5+0,25 mm boyutları için, ortalama % 56,5 hümik madde içeren besleme malı kullanılmıştır. Bütün tane boyutlarında ve farklı su debilerinde, ilk konsantrelerde zenginleşmeler olmuş, hümik madde içeriğinin besleme malına göre arttığı tespit edilmiştir.

2- -2+1mm tane boyut aralığında 10 lt/dak, 12,5 lt/dak, 15 lt/dak su debilerinde deneyler yapılmış, sırasıyla % 25,13 verim % 65,25 hümik madde içeriği, % 52,35 verim % 65,12 hümik madde içeriği, % 59,11 verim % 67,56 hümik madde içeren konsantreler elde edilmiştir.

3- -1+0,5 mm tane boyut aralığında 5 lt/dak , 7,5 lt/dak, 10 lt/dak su debilerinde deneyler yapılmış, sırasıyla % 22,55 verim % 71,14 hümik madde içeriği, % 55,21 verim % 60,35 hümik madde içeriği ve % 62,61 verim % 59,23 hümik madde içeren konsantreler elde edilmiştir.

4- -0,5+0,25 mm tane boyut aralığında 2,5 lt/dak, 5lt/dak, 7,5 lt/dak su debilerinde deneyler yapılmış, sırasıyla % 18,62 verim % 65,48 hümik madde içeriği, % 40,95 verim % 59,29 hümik madde içeriği ve % 64,32 verim % 60,26 hümik madde içeren konsantreler elde edilmiştir.

5- Hava ile oluşturulan akışkan yatakta yapılan fiziksel ön zenginleştirme deneylerinde ortama verilen hava basıncı değişken parametre olarak araştırılmıştır. Dene sonuçlarına göre konsantreler 2, 3 ve 4 bar basınçlarda sırasıyla, % 60,26, % 60,26 ve % 57,39 hümik madde içerikleri ile elde edilmiştir.

6- Üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcı ile yapılan zenginleştirme deneylerinde su debisi değişken parametre olarak araştırılmıştır. Deneyler 15 lt/dak, 20 lt/dak ve 30 lt/dak su debilerinde yapılmış olup, sırasıyla % 61,36, % 65,29, % 66,29 hümik madde içerikleri ile elde edilmiştir.

7- Fiziksel ön zenginleştirme deneylerinden elde edilen konsantreler kimyasal zenginleştirmeye tabi tutulduğunda, su ile oluşturulan akışkan yataktan elde edilen konsantreden % 92,4 kazanma verimi ile % 62,74 hümik içerikli ürün elde edilmiştir. Benzer şekilde havanın akışkan olarak kullanıldığı deney sonunda alınan konsantreden ise % 87,25 kazanma verimi ile % 51,61 hümik içerikli madde elde edilmiştir. Üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcıdan elde edilen konsantreden ise % 91 kazanma verimi ile % 59,29 hümik madde içerikli ürün elde edilmiştir.

Kimyasal zenginleştirme sonunda N₁ numunesinden % 87,67 kazanma verimi ile hümik madde elde edilirken, N₂ numunesinin kullanıldığı kimyasal testlerde ise % 85,50 verim ile hümik madde kazanılmıştır. Suyun akışkan olarak kullanıldığı yatak, havanın akışkan olarak kullanıldığı yatak ve üç kompartımanlı hidrolik sınıflandırıcı ile yapılan ön zenginleştirme sonrasında yapılan liç işlemleri sırasıyla yaklaşık, % 7 % 2 ve % 6 verim artışı elde edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada kalite sınıflamasına göre % 50 hümik madde içeren orta kaliteli leonarditlerden yüksek kaliteli (>%65) ürünler üretilebileceği gösterilmiştir. Ülkemizde oldukça fazla düşük ve orta kalite leonardit kaynağı mevcut olup, bu kaynakların değerlendirilmesi ekonomiye katkı sağlarken, bu kaynakların değerlendirilmesine yönelik geliştirilecek yeni bilgi ve teknikler bilime ve teknolojiye önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu çalışmada kimyasal zenginleştirmeye yönelik şartların belirlenmesi için yapılan deneyler ile kimyasal zenginleştirme öncesi yapılan ve ilk kez uygulanan teknikler çalışmaya özgünlük katarken, bilime teknolojiye ve endüstriyel faaliyetlere yön verecek bilgiler içermektedir. Bu tez çalışmasında önerilen tekniklerin geliştirilmesi ve detaylı olarak çalışılması ülke kaynaklarını değerlendirme ve istihdam yaratma potansiyeline sahiptir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Aiken, G.R., D. McKnight, D.M., Wershaw, R.L., MacCarthy, P., (1985), *Humic Substances in Soil, Sediment, and Water: Geochemistry, Isolation and Characterization*, 1, New York.
- Alak, H.C., Müftüoğlu, N.M., (2014), Hümik asit uygulamalarının alınabilir potasyum üzerine etkisi, *Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2), s. 61–66.
- Anonim. (2003), Kahverengi kömürler ve linyitler – humik asitlerin tayini. TSE Türk Standardı, TS 5869 ISO 5073.
- Aşık, S., (2008), Bazı sıvı hümik asit içerikli toprak düzenleyicilerin kimi kimyasal özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bakan, F., Laçın, O., Saraç, H., Bayrak, B.,(2014),Manyezit cevherinin laktik asit çözeltilerindeki çözünürlük kinetiği, Atatürk Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 25240, Erzurum
- Bozkurt, M., (2005), Ayrışma dereceleri farklı peatlerin hümik asit kapsamalarının iki farklı yöntemle karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Buffle, J., (1988), *Complexation Reactions in Aquatic Systems: An Analytical Approach*, Wiley, New York.
- Chiou, C.T., (1989), *Theoretical Considerations in The Partition Uptake of Nonionic Organic Compounds by Soil Organic Matter*, U.S. Geological Survey, Colorado s. 1-23.
- Doskocil, L., Grasset, L., Valkova, D., Pekar, M., (2014), Hydrogen peroxide oxidation of humic acids and lignite, *Fuel*, 134, s. 406-413.
- Engin, V.T., (2013), Türkiye leonarditlerinin değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Eser, G., (2011), Türkiye linyitlerinden organik gübre üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gezgin, S., (2012), Bitki yetiştiriciliğinde hümik asit ve fülvik asit kaynağı olan T.K.İ humas'ın kullanımı, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi.
- Giannouli, A., Kalaitzidis, S., Siavalas, G., Chatziapostolou, A., Christanis, K., Papazisimou, S., Papanicolaou, C., and Foscolos, A., (2009), Evaluation of greek low-rank coals as potential raw material for the production of soil amendments and organic fertilizers, *International Journal of Coal Geology*, 77, s. 383–393.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Güçdemir, İ.H., (2006), Türkiye gübre ve gübreleme rehberi, 5. Baskı., Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TAGEM, Toprak ve Gübre Arş. Ens. Müd., G.Yayın no:231, Teknik yayın no:T.69, Ankara.

Güneş, A., (2007), Alüviyal materyaller üzerinde oluşan topraklarda yetişen mısır bitkisinin verim ve besin içeriği üzerine organik ve mineral gübre uygulamalarının etkisi, Yüksek Lisans Tez Çalışması, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

<http://www.humintech.com>.

<http://www.frmtr.com>.

<http://acikders.ankara.edu.tr>

Huang, P.M., Senesi, N., Buffle J., (1998), Structure and Surface Reactions of Soil Particles, Wiley, New York, Chapter 1, s. 23.

Jackson, R.W., (1994), Enviro Consultant service of evergsreen, Humic, fulvic and Microbial Balance: Organic soil Conditioning, National First Place Nonfiction Award from Writer's Digest Journal, Colorado.

Kalınbacak, K., Madenoğlu, S., (2012),Organik materyallerde bazı hümik asit analiz yöntemlerinin karşılaştırılması ve uygun yöntemlerin seçimi,Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi

Kibar, M.E., Yıldırım, R., Akın, A., (2014), CuO-CoO-CeO₂ Kompozit katalizörlerinin Deneysel Tasarım Yöntemi ile Hazırlama Koşullarının İncelenmesi, 11. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, Eskişehir.

Kluesner, D., Redmond D., (2015), Humic acid lignite coal based liquid fertilizer, United States Patent-Patent No: 9073796.

Kononova, M.M., (1966), Soil organic matter Its nature its role in soil formation and in soil fertility, Oxford, England, Pergamon Press, s. 544.

Kural, O., (1978), Türkiye linyitlerinde hümik asit dağılımının incelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Kutluca, M., (2007), Hümik asitlerin metal tutma ve ligand değiştirme özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Lin, H.K., Rao,P.D., (1988), Ferric Chloride Leaching of The Delta Sulfide Ores and Gold Extraction From The Leaching Residue, Mineral Industry Research Laboratory School of Mineral Engineering University of Alaska Fairbanks, Report No:84.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Li, H., Jin, Y., Nie, Y., (2009), Application of alkaline treatment for sludge decrement and humic acid recovery, *Bioresource Technology*, 100(24), s. 6278–6283.
- Lobartini, J.C., Orioli, G.A., Tan, K.H., (1997), Characteristics of Soil Humic Acid Fractions Separated by Ultrafiltration, *Communications in Soil Science and Plant Analyses*, 28(9&10), s. 787-796.
- Moran, E.F., Hartung H.A., (1984), Process for treating humus materials, United States Patent-Patent No: 4459149.
- Ok, S.S., (2007), Humik maddelerin yapısal özellikleri ve tarımsal önemi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Basılmamış Ders Notları, Ankara.
- Özdemir, A., (2011), Türkiye linyitlerinden humik asit ve fülvik asit üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özkan, A., (2008), Humik asit içeren toprak düzenleyicilerinin humik asit kapsamalarının uygun yöntemlerle belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özkan, S., (2007), Türkiye linyitlerinden humik asit ve gübre üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pettit, R. E.,(2004), Organik Matter, Humus, Hümate, Humic Acid, Fulvic Acid and Humin: Their Importance in Soil Fertility and Plant Health, Texas A&M University.
- Peuravuori, J., Zbankova, P., Pihlaja, K., (2006), Aspects of structural features in lignite and lignite humic acids, *Fuel Processing Technology*, 87(9), s. 829-839.
- Rath, R.K., Hiroyoshi, N., Tsunekawa, M., Hirajima, t., (2003), Ammoniacal Thiosulphate Leaching of Gold Ore, *The European Journal of Mineral Processing and Environmental Protection*, 3, s. 344-352.
- Saito, B., Seckler M.M., (2014), Alkaline extraction of humic substances from peat applied to organic-mineral fertilizer production, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 31(3).
- Savaşürk, Ö., (2005), Türkiye’de organik gübre üretimi ve tüketimi, Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Schmidt, R.E., Xunzhong Zhang, (1998), How humic substances help turfgrass grow, Virginia Technology University, Golf Course Management.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Schulten, HR, Schnitzer, M., (1997), Chemical model structures for soil organic matter and soils, *Soil Science*, 162(2), s. 115–130.

Schwartz, N.N., Township, L., County, M., (1968), Production of Humic Acid, United States Patent Office Patent No:33981.

Shirshova, L.T., Ghabbour, E.A., Davies, G., (2006), Spectroscopic characterization of humic acid fractions isolated from soil using different extraction procedures, *Geoderma*, 133(3-4), s. 204-216.

Silva, M.E, Lemos, L.E., Bastos, M.M., Nunes, O.C., Cunha-Queda, A.C., (2013), Recovery of humic-like substances from low quality composts, *Bioresource Technology*, 128, s. 624–632.

Sönmez, Y.S., Uysal, B.Z., Zafer, U.G., Anaç, S., Uysal, D., Öztan, D., (2014), Leonarditlerden fülvik asit üretimi, 11. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, Eskişehir.

Sözüdoğru, S., Kütük, C., Yalçın, R., Usta, S., (1996), Humik asitin fasülye bitkisinin gelişimi ve besin maddelerini alımı üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, No: 800, Yayın No:1452, Ankara.

Stevenson, F.J., (1982), *Humus chemistry: genesis, composition, reactions.*, Wiley-Interscience, New York

Tarhan, İ., (2011), Hümik maddelerin bazı biyokimyasal kaynaklardan ekstraksiyonu ve akış enjeksiyon sistemleriyle tayin yöntemlerinin geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Topkafa, M., (2006), İmmobilize hümik asitlerin katı faz ekstraksiyon sistemlerinde kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Kimya Anabilimdalı, Konya.

Trompowsky, P.M., Benites, V.M., Madari, B.E., Pimenta, A.S., Hockaday W.C., Hatcher P.G., (2005), Characterization of humic like substances obtained by chemical oxidation of eucalyptus charcoal, *Organic Geochemistry*, 36, s. 1480-1489.

Ünal, H., Baskaya, H., (1981), *Toprak kimyası*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 759, Ankara.

Vaughan, D., Linehan, D.J., (1976), The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions, *Plant and Soil*, 44, s. 448-449.

Vaughan, D., Malcolm, R.E., (1979), Effect of humic acid on invertase synthesis in roots of higher plants, *Soil Biology and Biochemistry*, 11, s. 247-252.

Yamamoto, S., Honna, T., Sanatani, N., Iimura, K.,(1994), Influences of extracting temperature on diluted sodium hydroxide soluble humus properties, 2: Denaturation of humus extracts caused by the heating extraction in boiling water, *Pedologist*, 38(2), s.3

EKLER

Ek.1. KOH Miktarının Hümkik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deneş Sonuçları.

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	(%) Hümkik Madde	(%)Verim
KOH Miktarı (gr/ml)											
2											
1a	15,20	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	45,20	45,2	73,49
1b	15,10	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	46,20		
2a	15,20	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	45,20		
2b	15,20	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	45,20		
3a	15,60	19,70	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	41,22		
3b	15,70	19,70	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	40,22		
4											
% İçerik											
1a	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21	47,21	77,01
1b	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21		
2a	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21		
2b	15,20	19,70	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	45,26		
3a	15,20	19,70	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	45,35		
3b	14,80	19,70	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	49,39		
6											
% İçerik											
1a	16,10	19,60	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	35,15	35,89	58,54
1b	16,10	19,60	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	35,15		
2a	15,90	19,60	0,204	0,59	0,003	0,1	40	100	36,89		
2b	16,00	19,60	0,204	0,59	0,003	0,1	40	100	35,89		
3a	16,00	19,60	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	36,14		
3b	16,20	19,60	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	34,13		
8											
% İçerik											
1a	16,40	19,90	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	34,98	34,07	55,57
1b	17,30	19,90	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	25,99		
2a	16,50	19,90	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	34,07		
2b	16,50	19,90	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	34,07		
3a	16,50	19,90	0,2028	0,59	0,003	0,1	40	100	34,10		
3b	16,50	19,90	0,2028	0,59	0,003	0,1	40	100	34,10		
10											
% İçerik											
1a	16,10	19,90	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	38,15	35,07	57,21
1b	16,40	19,90	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	35,14		
2a	16,10	19,90	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	38,07		
2b	16,40	19,90	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	35,07		
3a	16,30	19,90	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	36,16		
3b	16,50	19,90	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	34,15		

Ek.2.Karıştırma Süresinin Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deneç Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	(%) Hümik Madde	(%)Verim
Süre (saat)											
1											
1a	16,60	19,90	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	33,18	39,20	63,94
1b	16,00	19,90	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	39,21		
2a	16,00	19,90	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	39,21		
2b	16,00	19,90	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	39,21		
3a	15,70	19,90	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	42,27		
3											
1a	15,90	19,90	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	40,28	40,20	65,57
1b	16,00	19,90	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	39,27		
2a	15,90	19,90	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	40,24		
2b	16,10	19,90	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	38,22		
5											
1a	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21	47,21	77,01
1b	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21		
2a	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21		
2b	15,20	19,70	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	45,26		
3a	15,20	19,70	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	45,35		
3b	14,80	19,70	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	49,39		
10											
1a	15,90	20,10	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	42,18	45,3	73,89
1b	15,60	20,10	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	45,20		
2a	15,60	20,10	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	45,31		
2b	15,60	20,10	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	45,31		
3a	15,40	20,10	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	47,30		
3b	15,50	20,10	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	46,29		
12											
1a	16,20	19,80	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	36,21	45,0	73,4
1b	16,00	19,80	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	38,22		
2a	15,30	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	45,09		
2b	15,30	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	45,09		
3a	15,30	19,80	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	45,15		
3b	15,30	19,80	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	45,15		
24											
1a	13,80	19,60	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	58,28	57,39	93,62
1b	13,90	19,60	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	57,28		
2a	13,90	19,60	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	57,39		
2b	13,90	19,60	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	57,34		
3a	13,90	19,60	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	57,34		

Ek.3. Ortam Sıcaklığının Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deneş Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	(%) Hümik Madde	(%)Verim
3-Sıcaklık (°C)											
25										Ortalama	(%)Verim
1b	15,30	19,30	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	40,14	40,16	65,54
2a	15,30	19,30	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	40,16		
2b	15,10	19,30	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	42,16		
3b	15,30	19,30	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	40,26		
40										Ortalama	
1a	16,50	20,30	0,2028	0,59	0,003	0,1	40	100	38,11	40,14	65,48
1b	16,40	20,30	0,2028	0,59	0,003	0,1	40	100	39,11		
2a	16,20	20,30	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	41,14		
2b	16,30	20,30	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	40,14		
3a	16,30	20,30	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	40,14		
3b	16,30	20,30	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	40,14		
60										Ortalama	
1a	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21	47,21	77,01
1b	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21		
2a	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21		
2b	15,20	19,70	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	45,26		
3a	15,20	19,70	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	45,35		
3b	14,80	19,70	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	49,39		
80										Ortalama	
1a	15,20	20,10	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	49,29	49,30	80,47
1b	15,20	20,10	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	49,29		
2a	15,10	20,10	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	50,32		
2b	15,20	20,10	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	49,31		
3a	15,20	20,10	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	49,31		
3b	15,20	20,10	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	49,31		

Ek.4. Katı Konsantrasyonunun Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	(%) Hümik Madde	(%)Verim
4- Katı Oranı (%)											
5										% İçerik	
1a	15,80	19,30	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	35,19	%43,80	71,45
1b	14,70	19,30	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	46,25		
2a	14,90	19,30	0,2043	0,59	0,003	0,1	40	100	43,80		
2b	14,90	19,30	0,2043	0,59	0,003	0,1	40	100	43,80		
3a	14,90	19,30	0,2043	0,59	0,003	0,1	40	100	43,80		
3b	15,00	19,30	0,2033	0,59	0,003	0,1	40	100	43,02		
10										% İçerik	
1a	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21	%47,21	77,01
1b	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21		
2a	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21		
2b	15,20	19,70	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	45,26		
3a	15,20	19,70	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	45,35		
3b	14,80	19,70	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	49,39		
15										% İçerik	
1a	14,90	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	49,09	%49,09	79,82
1b	14,90	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	49,09		
2a	14,90	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	49,09		
2b	14,90	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	49,09		
3a	15,20	19,80	0,2013	0,59	0,003	0,1	40	100	46,48		
3b	15,20	19,80	0,2013	0,59	0,003	0,1	40	100	46,48		
20										% İçerik	
1a	15,50	19,80	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	43,21	%46,20	75,36
1b	15,20	19,80	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	46,22		
2a	15,30	19,80	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	45,26		
2b	15,20	19,80	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	46,20		
3a	15,20	19,80	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	46,20		
3b	15,20	19,80	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	46,20		
25										% İçerik	
1a	15,10	19,50	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	44,28	%44,30	72,26
1b	15,20	19,50	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	43,27		
2a	15,10	19,50	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	44,30		
2b	15,10	19,50	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	44,30		
3a	15,10	19,50	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	44,24		
3b	15,00	19,50	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	45,24		

Ek.5. Karıştırma Hızının Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deneç Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	(%) Hümik Madde	(%)Verim
5-Karıştırma Hızı (dev/dak)											
100											
										% İçerik	
1a	15,50	19,30	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	38,07	72,2	
1b	15,50	19,30	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	38,07		
2a	15,00	19,30	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	43,25		
2b	15,00	19,30	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	43,25		
3a	15,00	19,30	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	43,25		
3b	15,00	19,30	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	43,25		
										% İçerik	
150											
1a	16,10	19,50	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	34,20	83,12	
1b	14,80	19,50	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	47,28		
2a	14,40	19,50	0,2029	0,59	0,003	0,1	40	100	51,12		
2b	14,40	19,50	0,2029	0,59	0,003	0,1	40	100	51,12		
3a	14,40	19,50	0,2029	0,59	0,003	0,1	40	100	51,12		
3b	14,40	19,50	0,2029	0,59	0,003	0,1	40	100	51,12		
										% İçerik	
200											
1a	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21	77,01	
1b	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21		
2a	15,00	19,70	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	47,21		
2b	15,20	19,70	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	45,26		
3a	15,20	19,70	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	45,35		
3b	14,80	19,70	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	49,39		
										% İçerik	
250											
1a	14,80	19,40	0,2015	0,59	0,003	0,1	40	100	46,43	75,56	
1b	14,90	19,40	0,2015	0,59	0,003	0,1	40	100	45,42		
2a	14,80	19,40	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	46,32		
2b	14,80	19,40	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	46,32		
3a	14,90	19,40	0,2016	0,59	0,003	0,1	40	100	45,40		
3b	14,90	19,40	0,2016	0,59	0,003	0,1	40	100	45,40		
										% İçerik	
300											
1a	14,10	19,10	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	50,10	76,93	
1b	14,20	19,10	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	49,09		
2a	14,30	19,10	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	48,07		
2b	14,40	19,10	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	47,16		
3a	14,40	19,10	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	47,16		
3b	14,30	19,10	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	48,16		

Ek.6. Tane Boyutunun Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Üzerindeki Etkisi Deneysel Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	(%) Hümik Madde	(%)Verim
6-Tane Boyutu											
-500											
										% İçerik	
1a	15,30	19,70	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	43,98	43,95	71,46
1b	15,30	19,70	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	43,98		
2a	15,50	19,70	0,2034	0,59	0,003	0,1	40	100	42,00		
2b	15,30	19,70	0,2036	0,59	0,003	0,1	40	100	43,95		
3a	15,30	19,70	0,2036	0,59	0,003	0,1	40	100	43,95		
3b	15,30	19,70	0,2036	0,59	0,003	0,1	40	100	43,95		
-250											
										% İçerik	
1a	15,20	19,50	0,201	0,59	0,003	0,1	40	100	43,51	43,50	70,73
1b	15,20	19,50	0,201	0,59	0,003	0,1	40	100	43,51		
2a	15,20	19,50	0,201	0,59	0,003	0,1	40	100	43,51		
2b	15,30	19,50	0,201	0,59	0,003	0,1	40	100	42,50		
-106											
										% İçerik	
1a	14,10	19,40	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	53,08	52,70	85,69
1b	14,10	19,40	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	53,08		
2a	13,90	19,40	0,2045	0,59	0,003	0,1	40	100	54,70		
2b	14,10	19,40	0,2045	0,59	0,003	0,1	40	100	52,71		
3a	14,10	19,40	0,2045	0,59	0,003	0,1	40	100	52,71		
3b	14,10	19,40	0,2045	0,59	0,003	0,1	40	100	52,71		
-75											
										% İçerik	
1a	16,10	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	37,07	53,90	87,67
1b	14,80	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	50,10		
2a	14,40	19,80	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	53,97		
2b	14,40	19,80	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	53,97		
3a	14,40	19,80	0,2037	0,59	0,003	0,1	40	100	53,92		
3b	14,40	19,80	0,2037	0,59	0,003	0,1	40	100	53,92		
-38											
										% İçerik	
1a	14,60	19,90	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	53,31	53,31	86,68
1b	14,70	19,90	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	52,31		
2a	14,60	19,90	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	53,31		
2b	14,60	19,90	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	53,31		
3a	14,60	19,90	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	53,31		
3b	14,60	19,90	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	53,31		

Ek.7. Su ile Akışkan Yatakta (-2+1 mm) Tane Boyutunda 10 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde(%)	%Verim
-2+1 mm											
10 lt/dak		Ks 1								% İçerik	
1a	13,1	19,5	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	64,25	65,25	25,13
1b	13	19,5	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	65,25		
2a	13	19,5	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	65,22		
2b	12,9	19,5	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	66,22		
10 lt/dak		Ks 2								% İçerik	
1a	14,1	19,9	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	58,34	58,34	11,51
1b	14,1	19,9	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	58,34		
2a	14	19,9	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	59,23		
2b	14	19,9	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	59,23		
10 lt/dak		Ks 3								% İçerik	
1a	14,5	19,7	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	52,23	53,31	1,95
1b	14,4	19,7	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	53,23		
2a	14,4	19,7	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	53,31		
2b	14,5	19,7	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	52,31		
10 lt/dak		Artık								% İçerik	
1a	14,8	19,7	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	48,97	46,97	61,41
1b	14,9	19,7	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	47,97		
2a	15	19,7	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	46,97		
2b	15	19,7	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	46,97		

Ek.8. Su ile Akışkan Yatakta (-2+1 mm) Tane Boyutunda 12,5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde(%)	%Verim	
-2+1 mm												
12,5 lt/dak		Ks 1									% İçerik	%Verim
1b	13,30	19,8	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	65,12	65,12	52,35	
2a	13,30	19,8	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	65,12			
2b	13,30	19,8	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	65,12			
3b	13,30	19,8	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	65,12			
12,5 lt/dak		Ks 2									% İçerik	
1a	14,20	19,5	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	53,34	53,34	16,02	
1b	14,20	19,5	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	53,34			
2a	14,30	19,5	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	52,10			
2b	14,10	19,5	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	54,10			
12,5 lt/dak		Ks 3									% İçerik	
1a	14,50	19,5	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	50,22	50,22	10,03	
1b	14,50	19,5	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	50,22			
2a	14,40	19,5	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	51,35			
2b	14,50	19,5	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	50,29			
12,5 lt/dak		Artık									% İçerik	
1a	15,30	19,8	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	45,31	45,31	21,59	
1b	15,30	19,8	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	45,31			
2a	15,30	19,8	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	45,31			
2b	15,20	19,8	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	46,20			

Ek.9. Su ile Akışkan Yatakta (-2+1 mm) Tane Boyutunda 15 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde (%)	%Verim	
-2+1 mm												
15 lt/dak			Ks 1								% İçerik	%Verim
1a	12,90	19,6	0,2017	0,59	0,003	0,1	40	100	67,56	67,56	59,11	
1b	12,80	19,6	0,2017	0,59	0,003	0,1	40	100	68,57			
2a	12,70	19,6	0,2017	0,59	0,003	0,1	40	100	69,58			
2b	12,90	19,6	0,2017	0,59	0,003	0,1	40	100	67,56			
15 lt/dak			Ks 2								% İçerik	
1a	14,30	19,5	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	52,23	52,23	20,18	
1b	14,30	19,5	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	52,23			
2a	14,10	19,5	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	54,24			
2b	14,10	19,5	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	54,24			
3a	14,30	19,5	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	52,41			
3b	14,20	19,5	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	53,42			
15 lt/dak			Ks 3								% İçerik	
1a	14,80	19,9	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	51,38	51,38	9,92	
1b	14,80	19,9	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	51,38			
2a	14,70	19,9	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	52,33			
2b	14,90	19,9	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	50,32			
3a	14,80	19,9	0,2013	0,59	0,003	0,1	40	100	51,53			
3b	15,20	19,9	0,2013	0,59	0,003	0,1	40	100	47,49			
15 lt/dak			Artık								% İçerik	
1a	14,60	19,5	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	49,26	49,26	10,79	
1b	14,60	19,5	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	49,26			
2a	14,40	19,5	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	51,25			
2b	14,50	19,5	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	50,24			

Ek.10. Su ile Akışkan Yatakta (-1+0,5 mm) Tane Boyutunda 5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde (%)	%Verim
-1+0,5 mm											
5 lt/dak		Ks 1								% İçerik	
1a	12,20	19,3	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	71,14	71,14	22,55
1b	12,20	19,3	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	71,14		
2a	12,10	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	72,32		
2b	12,20	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	71,31		
5 lt/dak		Ks 2								% İçerik	
1a	13,60	19,9	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	63,37	64,38	13,39
1b	13,70	19,9	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	62,36		
2a	13,50	19,9	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	64,38		
2b	13,50	19,9	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	64,38		
5 lt/dak		Ks 3								% İçerik	
1a	14,40	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	55,24	55,32	3,94
1b	14,40	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	55,24		
2a	14,60	19,9	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	53,31		
2b	14,50	19,9	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	54,32		
3a	14,30	19,9	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	56,44		
3b	14,30	19,9	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	56,44		
5 lt/dak		Artık								% İçerik	
1a	14,30	19,3	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	49,97	49,97	60,12
1b	14,30	19,3	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	49,97		
2a	14,30	19,3	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	50,07		
2b	14,20	19,3	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	51,07		

Ek.11. Su ile Akışkan Yatakta (-1+0,5 mm) Tane Boyutunda 7,5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde (%)	%Verim
-1+0,5 mm											
7,5 lt/dak		Ks 1								% İçerik	
1a	14,00	20	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	60,35	60,35	55,21
1b	14,00	20	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	60,35		
2a	14,10	20	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	59,35		
2b	14,10	20	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	59,29		
7,5 lt/dak		Ks 2								% İçerik	
1a	14,00	19,8	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	58,23	58,23	22,98
1b	14,00	19,8	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	58,23		
2a	14,00	19,8	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	58,23		
2b	14,00	19,8	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	58,23		
7,5 lt/dak		Ks 3								% İçerik	
1a	14,10	19,5	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	54,08	54,86	12,73
1b	14,10	19,5	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	54,08		
2a	13,90	19,5	0,2042	0,59	0,003	0,1	40	100	55,78		
2b	14,10	19,5	0,2042	0,59	0,003	0,1	40	100	53,79		
3a	14,10	19,5	0,2039	0,59	0,003	0,1	40	100	53,86		
3b	14,10	19,5	0,2039	0,59	0,003	0,1	40	100	53,86		
7,5 lt/dak		Artık								% İçerik	
1a	15,00	20	0,2016	0,59	0,003	0,1	40	100	50,44	50,59	9,08
1b	14,50	20	0,2016	0,59	0,003	0,1	40	100	55,49		
2a	15,00	20	0,201	0,59	0,003	0,1	40	100	50,59		
2b	15,00	20	0,201	0,59	0,003	0,1	40	100	50,59		

Ek.12. Su ile Akışkan Yatakta (-1+0,5 mm) Tane Boyutunda 10 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde(%)	%Verim
-1+0,5 mm											
10 lt/dak		Ks 1								% İçerik	
1a	13,30	19,3	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	60,44	59,23	62,61
1b	13,80	19,3	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	55,41		
2a	13,40	19,3	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	59,23		
2b	13,40	19,3	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	59,23		
10 lt/dak		Ks 2								% İçerik	
1a	14,00	19,7	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	57,22	57,22	22,7
1b	14,00	19,7	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	57,22		
2a	13,90	19,7	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	58,23		
2b	13,60	19,7	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	61,24		
3a	14,00	19,7	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	57,28		
3b	14,10	19,7	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	56,27		
10 lt/dak		Ks 3								% İçerik	
1a	14,30	19,4	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	51,07	50,80	6,55
1b	14,30	19,4	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	51,07		
2a	14,30	19,4	0,2042	0,59	0,003	0,1	40	100	50,80		
2b	14,30	19,4	0,2042	0,59	0,003	0,1	40	100	50,80		
10 lt/dak		Artık								% İçerik	
1a	14,80	19,3	0,2017	0,59	0,003	0,1	40	100	45,38	46,20	8,14
1b	14,70	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	46,20		
2a	14,70	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	46,20		
2b	14,40	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	49,22		

Ek.13. Su ile Akışkan Yatakta (-0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 2,5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/V _a	%	Sonuç	Hümik Madde(%)	%Verim
-0,5+0,25 mm											
2,5 lt/dak		Ks 1									% İçerik
1a	12,60	19,3	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	67,49	65,48	18,62
1b	12,80	19,3	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	65,48		
2a	12,80	19,3	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	65,48		
2b	12,80	19,3	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	65,48		
2,5 lt/dak		Ks 2									% İçerik
1a	13,00	19,3	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	63,25	63,31	20,22
1b	12,90	19,3	0,2026	0,59	0,003	0,1	40	100	64,25		
2a	13,00	19,3	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	63,31		
2b	13,00	19,3	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	63,31		
2,5 lt/dak		Ks 3									% İçerik
1a	14,10	19,7	0,2048	0,59	0,003	0,1	40	100	55,61	55,61	6,17
1b	14,10	19,7	0,2048	0,59	0,003	0,1	40	100	55,61		
2a	13,90	19,7	0,204	0,59	0,003	0,1	40	100	57,83		
2b	14,10	19,7	0,204	0,59	0,003	0,1	40	100	55,83		
3a	14,30	19,7	0,2043	0,59	0,003	0,1	40	100	53,76		
3b	14,10	19,7	0,2043	0,59	0,003	0,1	40	100	55,75		
2,5 lt/dak		Artık									% İçerik
1a	13,80	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	52,23	52,23	54,98
1b	13,80	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	52,23		
2a	14,20	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	48,21		
2b	13,70	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	53,23		
3a	14,40	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	46,20		
3b	13,80	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	101	52,75		

Ek.14. Su ile Akışkan Yatakta (-0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde(%)	%Verim
-0,5+0,25 mm											
5 lt/dak		Ks 1								% İçerik	
1a	13,60	19,5	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	59,29	59,29	40,95
1b	13,60	19,5	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	59,29		
2a	13,60	19,5	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	59,20		
2b	13,60	19,5	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	59,20		
5 lt/dak		Ks 2								% İçerik	
1a	13,50	19,4	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	59,20	58,25	35,47
1b	13,40	19,4	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	60,20		
2a	13,60	19,4	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	58,25		
2b	13,60	19,4	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	58,25		
5 lt/dak		Ks 3								% İçerik	
1a	14,10	19,3	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	52,33	52,23	18,06
1b	14,10	19,3	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	52,33		
2a	14,10	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	52,23		
2b	14,10	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	52,23		
3a	13,90	19,3	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	54,37		
3b	13,70	19,3	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	56,39		
5 lt/dak		Artık								% İçerik	
1a	15,00	19,3	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	43,30	43,25	5,51
1b	15,10	19,3	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	42,29		
2a	15,00	19,3	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	43,25		
2b	14,70	19,3	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	46,27		

Ek.15. Su ile Akışkan Yatakta (-0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 7,5 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde(%)	%Verim
-0,5+0,25 mm											
7,5 lt/dak		Ks 1								% İçerik	
1a	12,9 0	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	64,28	60,26	64,32
1b	13,0 0	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	63,28		
2a	13,3 0	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	60,26		
2b	13,3 0	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	60,26		
3a	13,3 0	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	101	60,87		
3b	13,3 0	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	102	61,47		
7,5 lt/dak		Ks 2								% İçerik	
1a	13,9 0	19,3	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	54,18	54,18	27,54
1b	13,9 0	19,3	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	54,18		
2a	13,9 0	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	54,24		
2b	13,9 0	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	54,24		
7,5 lt/dak		Ks 3								% İçerik	
1a	14,1 0	19,2	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	51,07	51,07	6,16
1b	14,1 0	19,2	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	51,07		
2a	13,9 0	19,2	0,2042	0,59	0,003	0,1	40	100	52,79		
2b	14,1 0	19,2	0,2042	0,59	0,003	0,1	40	100	50,80		
7,5 lt/dak		Artık								% İçerik	
1a	15,0 0	19,3	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	43,27	46,29	1,97
1b	14,7 0	19,3	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	46,29		
2a	14,7 0	19,3	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	46,29		
2b	14,5 0	19,3	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	48,31		

Ek.16. Hava ile Akışkan Yatakta (- 0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 2 Bar Basınçta Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde(%)	%Verim
-0,5+0,25 mm											
2 bar		Kh 1								% İçerik	
1a	13,90	19,9	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	60,32	60,26	59,54
1b	13,80	19,9	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	61,33		
2a	13,90	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	60,26		
2b	13,90	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	60,26		
2 bar		Kh 2								% İçerik	
1a	14,00	19,6	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	56,25	53,23	11,34
1b	14,30	19,6	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	53,23		
2a	14,20	19,6	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	54,40		
2b	14,30	19,6	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	53,39		
3a	14,10	19,6	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	55,35		
3b	14,30	19,6	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	53,34		
2 bar		Kh 3								% İçerik	
1a	14,80	19,6	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	48,26	48,21	6,32
1b	14,60	19,6	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	50,27		
2a	14,80	19,6	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	48,21		
2b	14,70	19,6	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	49,22		
3a	14,80	19,6	0,2028	0,59	0,003	0,1	40	100	48,14		
3b	14,80	19,6	0,2028	0,59	0,003	0,1	40	100	48,14		
2 bar		Artık								% İçerik	
1a	15,10	19,5	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	44,19	45,20	22,79
1b	15,20	19,5	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	43,19		
2a	15,00	19,5	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	45,20		
2b	15,00	19,5	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	45,20		

Ek.17. Hava ile Akışkan Yatakta (- 0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 3 Bar Basınçta Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde(%)	%Verim
-0,5+0,25 mm											
3 bar		Kh 1								% İçerik	
1a	13,00	19	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	60,32	60,26	75,69
1b	13,10	19	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	59,32		
2a	13,00	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	60,26		
2b	13,00	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	60,26		
3a	12,90	19	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	61,39		
3b	12,90	19	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	61,39		
3 bar		Kh 2								% İçerik	
1a	13,40	19	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	56,19	56,25	7,37
1b	13,10	19	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	59,20		
2a	13,40	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	56,25		
2b	13,40	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	56,25		
3,5 bar		Kh 3								% İçerik	
1a	13,60	19	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	54,08	53,23	3,59
1b	13,70	19	0,2031	0,59	0,003	0,1	40	100	53,08		
2a	13,70	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	53,23		
2b	13,70	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	53,23		
3a	13,50	19	0,2029	0,59	0,003	0,1	40	100	55,13		
3b	13,40	19	0,2029	0,59	0,003	0,1	40	100	56,14		
3 bar		Artık								% İçerik	
1a	14,60	19	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	44,28	44,28	13,35
1b	14,60	19	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	44,28		
2a	14,50	19	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	45,29		
2b	14,60	19	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	44,28		

Ek.18. Hava ile Akışkan Yatakta (-0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 4 Bar Basıncıta Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde(%)	%Verim
-0,5+0,25 mm											
4 bar		Kh 1								% İçerik	
1a	13,70	19,4	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	57,39	57,39	81,85
1b	13,70	19,4	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	57,39		
2a	13,60	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	57,25		
2b	13,70	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	56,25		
4 bar		Kh 2								% İçerik	
1a	13,60	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	54,24	54,24	8,22
1b	13,60	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	54,24		
2a	13,60	19	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	54,34		
2b	13,30	19	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	57,36		
4 bar		Kh 3								% İçerik	
1a	15,20	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	41,18	46,22	3,65
1b	14,70	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	46,20		
2a	15,20	19,3	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	41,30		
2b	14,70	19,3	0,2019	0,59	0,003	0,1	40	100	46,34		
3a	15,10	19,3	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	42,29		
3b	15,20	19,3	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	41,28		
4 bar		Artık								% İçerik	
1a	15,20	19,1	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	39,27	39,27	6,27
1b	14,80	19,1	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	43,30		
2a	15,20	19,1	0,201	0,59	0,003	0,1	40	100	39,46		
2b	15,00	19,1	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	41,28		
3a	14,00	19,1	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	51,35		
3b	15,10	19,1	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	40,28		

Ek.19. Üç Kompartımanlı Hidrolik Sınıflandırıcı ile (- 0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 15 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde(%)	%Verim
-0,5+0,25 mm											
15 lt/dak		Kç 1								% İçerik	
1a	13,30	19,4	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	61,39	61,36	13,59
1b	13,10	19,4	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	63,40		
2a	13,30	19,4	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	61,36		
2b	13,30	19,4	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	61,36		
3a	12,90	19,4	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	65,29		
3b	12,90	19,4	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	65,29		
15 lt/dak		Kç 2								% İçerik	
1a	13,60	19	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	54,37	54,37	11,1
1b	13,30	19	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	57,39		
2a	13,50	19	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	55,30		
2b	13,60	19	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	54,29		
15 lt/dak		Kç 3								% İçerik	
1a	14,50	19,6	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	51,35	51,35	6,06
1b	14,50	19,6	0,202	0,59	0,003	0,1	40	100	51,35		
2a	14,70	19,6	0,2029	0,59	0,003	0,1	40	100	49,12		
2b	14,40	19,6	0,2029	0,59	0,003	0,1	40	100	52,13		
15 lt/dak		Artık								% İçerik	
1a	14,60	19,7	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	51,25	51,25	59,25
1b	14,50	19,7	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	52,25		
2a	14,60	19,7	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	51,27		
2b	14,60	19,7	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	51,27		

Ek.20. Üç Kompartımanlı Hidrolik Sınıflandırıcı ile (- 0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 20 lt/dak'da Elde Edilen Hüyük Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hüyük Madde(%)	%Verim
-0,5+0,25 mm											
20 lt/dak		Kç 1									% İçerik
1a	13,40	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	65,29	65,29	28,83
1b	13,90	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	60,26		
2a	13,20	19,9	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	67,33		
2b	13,40	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	65,29		
3a	13,40	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	101	65,94		
20 lt/dak		Kç 2									% İçerik
1a	13,90	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	60,26	60,26	19,84
1b	13,60	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	63,28		
2a	13,90	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	60,26		
2b	13,90	19,9	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	60,26		
20 lt/dak		Kç 3									% İçerik
1a	13,70	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	56,25	53,23	12,84
1b	14,00	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	53,23		
2a	14,10	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	52,23		
2b	14,00	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	53,23		
3a	13,90	19,3	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	54,34		
3b	14,00	19,3	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	53,34		
20 lt/dak		Artık									% İçerik
1a	14,80	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	45,20	45,20	38,49
1b	14,80	19,3	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	45,20		
2a	14,90	19,3	0,2028	0,59	0,003	0,1	40	100	44,13		
2b	14,80	19,3	0,2028	0,59	0,003	0,1	40	100	45,13		
3a	14,60	19,3	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	47,23		
3b	14,20	19,3	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	51,25		

Ek.21. Üç Kompartımanlı Hidrolik Sınıflandırıcı ile (- 0,5+0,25 mm) Tane Boyutunda 30 lt/dak'da Elde Edilen Hümik Madde Miktarı ve Kazanma Verimi Deney Sonuçları

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hümik Madde(%)	%Verim
-0,5+0,25 mm											
30 lt/dak		Kç 1								% İçerik	
1a	12,50	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	65,29	64,28	55,12
1b	12,60	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	64,28		
2a	12,40	19	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	66,36		
2b	12,60	19	0,2023	0,59	0,003	0,1	40	100	64,34		
30 lt/dak		Kç 2								% İçerik	
1a	13,30	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	57,25	57,25	23,91
1b	13,30	19	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	57,25		
2a	13,00	19	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	60,38		
2b	13,30	19	0,2021	0,59	0,003	0,1	40	100	57,36		
30 lt/dak		Kç 3								% İçerik	
1a	14,30	19,1	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	48,16	48,22	12,38
1b	14,40	19,1	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	47,16		
2a	14,30	19,1	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	48,21		
2b	14,30	19,1	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	48,21		
3a	14,20	19,1	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	49,22		
3b	14,20	19,1	0,2025	0,59	0,003	0,1	40	100	49,22		
30 lt/dak		Artık								% İçerik	
1a	14,50	19	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	45,26	42,14	8,59
1b	14,70	19	0,2022	0,59	0,003	0,1	40	100	43,25		
2a	14,80	19	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	42,14		
2b	14,80	19	0,2027	0,59	0,003	0,1	40	100	42,14		
3a	14,70	19	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	43,21		
3b	14,60	19	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	101	44,66		

Ek.22. Yapılan Ön Zenginleştirme Çalışmalarında ve Kimyasal Zenginleştirmede Elde Edilen Konsantrelerin Kazanma Verimlerinin Karşılaştırılması.

Örnek	Titre (ml)	Şahit	Tartım (gr)	Sabit Değer	Sabit Değer	c	Ve/Va	%	Sonuç	Hüyük Madde (%)		
N ₁ Kimyasal Zenginleştirme										İçerik %	Besleme %	Verim%
1a	16,10	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	37,07	53,90	61,5	87,67
1b	14,80	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	50,10			
2a	14,40	19,80	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	53,97			
2b	14,40	19,80	0,2035	0,59	0,003	0,1	40	100	53,97			
3a	14,40	19,80	0,2037	0,59	0,003	0,1	40	100	53,92			
3b	14,40	19,80	0,2037	0,59	0,003	0,1	40	100	53,92			
N ₂ Kimyasal Zenginleştirme										İçerik %	Besleme %	Verim%
1a	15,00	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	48,09	47,03	55	85,5
1b	14,90	19,80	0,203	0,59	0,003	0,1	40	100	49,09			
2a	15,10	19,80	0,2033	0,59	0,003	0,1	40	100	47,02			
2b	15,10	19,80	0,2033	0,59	0,003	0,1	40	100	47,02			
3a	15,10	19,80	0,2032	0,59	0,003	0,1	40	100	47,04			
3b	15,10	19,80	0,2032	0,59	0,003	0,1	40	100	47,04			
Fiziksel En İyi Konsantreler Liçi												
Su ile Akışkan Yatakta Ön Zenginleştirme+ Kimyasal Zenginleştirme										İçerik %	Besleme %	Verim%
1a	13,6	19,9	0,2015	0,59	0,003	0,1	40	100	63,59	62,74	67,90	92,4
1b	13,2	19,4	0,2015	0,59	0,003	0,1	40	100	62,58			
2a	13,2	19,4	0,201	0,59	0,003	0,1	40	100	62,74			
2b	13,2	19,4	0,201	0,59	0,003	0,1	40	100	62,74			
Fiziksel En İyi Konsantreler Liçi												
Hava ile Akışkan Yatakta Ön Zenginleştirme+ Kimyasal Zenginleştirme										İçerik %	Besleme %	Verim%
1a	14,8	19,9	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	51,40	51,61	59,15	87,25
1b	14,8	19,9	0,2018	0,59	0,003	0,1	40	100	51,40			
2a	14,8	19,9	0,201	0,59	0,003	0,1	40	100	51,61			
2b	14,8	19,9	0,201	0,59	0,003	0,1	40	100	51,61			
Fiziksel En İyi Konsantreler Liçi												
Üç kompartımanlı Sınıflandırıcı ile Ön Zeng.+Kimyasal Zenginleştirme										İçerik %	Besleme %	Verim%
1a	13,9	19,8	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	59,29	59,29	65,15	91
1b	13,9	19,8	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	59,29			
2a	13,9	19,8	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	59,29			
2b	13,9	19,8	0,2024	0,59	0,003	0,1	40	100	59,29			

ÖZGEÇMİŞ

1.) **Adı:** Ömer

2.) **Soyadı:** CANIEREN

3.) **Doğum Tarihi:** 04.07.1989

4.) **Doğum Yeri:** Nevşehir

5.) **Öğrenim Durumu:**

<u>Derece</u>	<u>Alan</u>	<u>Öğretim Kurumu</u>	<u>Yıl</u>
Lisans	Maden Mühendisliği	Selçuk Üniversitesi	(2008-2012)
Y. Lisans	Fen Bilimleri ABD	Dumlupınar Üniversitesi	(2013-...)

6.) **Ales Puanı:** 84,3

7.) **KPDS Puanı:** 67,5

8.) **Yabancı Diller:** İngilizce

9.) **Hizmet Durumu:**

-Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Maden Mühendisliği Bölümü(11.01.2013-.....)

10.) **Projeler**

Afşin Elbistan Leonarditlerinin Değerlendirilmesi, DPÜ Bilimsel Araştırma Projesi, 2014 (Proje Yürütücüsü:Prof.Dr. Ahmet AYDIN)

11.) **İletişim Bilgileri:** Pirlar Mah. Yapıcı Sok. Türkel Apt. No: 28 KÜTAHYA

e-posta: omer.canieren@dpu.edu.tr

12.) **Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler**

- Aydın, A., Demir, U., Canieren, Ö., “Investigation of Beneficiation Possibility of Kutahya-Türkmen Mount Clays by Hydrocyclone” IX. Endüstriyel Hammadde Sempozyumu, 14-15 Mayıs 2015

