



T.C.
SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÖMÜRÜN FLOTASYON YÖNTEMİ İLE
ZENGİNLEŞTİRİLEBİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şaban ÖZÜTÜRKER

(201492111209)

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr.Öğr.Üyesi Özlem KAYA

SIVAS
EYLÜL 2019

Şaban ÖZÜTÜRKER'in hazırladığı ve "Kömürün Flotasyon Yöntemi İle Zenginleştirilebilirliğinin Araştırılması" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı Dr. Öğr. Üyesi Özlem KAYA
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Jüri Üyesi Prof. Dr. Murat ERDEMOĞLU
İnönü Üniversitesi

Jüri Üyesi Prof. Dr. Ünal AKDEMİR
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Özlem Pelin CAN
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.



Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Şaban ÖZÜTÜRKER, 2019

ETİK

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

4.09.2019

Şaban ÖZÜTÜRKER

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince gerek deneysel çalışmalarında gerekse bilgilerin derlenmesi ve sonuçların yorumlanmasında katkılarını esirgemeyen Danışman Hocam Dr. Öğretim Üyesi Özlem KAYA'ya teşekkür ederim.

Bu çalışmalarım süresince bana yardımlarını esirgemeyen eşim Rabia ÖZÜTÜRKER'e ve yüksek lisanstan arkadaşım olan Neriman TAŞDÖĞEN'e ayrıca teşekkür ederim.



ÖZET

KÖMÜRÜN FLOTASYON YÖNTEMİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLEBİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Şaban ÖZÜTÜRKER

Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman. Dr. Öğr. Üyesi Özlem KAYA

2019, 50 s+xiii sayfa

Bu çalışmada, Sivas Gemerek ve Yozgat Sorgun linyit kömürlerinin flotasyon yöntemiyle zenginleştirilebilirliği araştırılmıştır. Bastırıcı (Na_2SiO_3) miktarı, toplayıcı (gazyağı) miktarı, köpürtücü (metil izobütil karbinol, dowfroth 250, çamyacı) miktarı, pülp pH'ı, ağırlıkça katı oranı ve partikül boyutu gibi birçok proses parametresinin linyit kömürlerinin flotasyon performansı üzerindeki etkileri araştırılmış ve sonuçlar ağırlıkça verim, yanabilir verim ve kül açısından değerlendirilmiştir.

Sivas Gemerek linyiti için, optimum koşullar, 150 g/t bastırıcı (Na_2SiO_3) miktarı, 500 g/t toplayıcı (gazyağı) miktarı, 150 g/t köpürtücü (MIBC) miktarı, pülp pH'ı 3, katı oranı %10 (% ağırlık), flotasyon süresi 4 dakika ve partikül boyutu -500 μm olarak belirlenmiştir. Bu optimum koşullarda; linyit kömürünün kül içeriği, %44,75 ağırlıkça verim ve %47,66 yanabilir verim ile %17,43'den %12,06'ya düşürülmüştür.

Yozgat Sorgun linyiti için, optimum koşullar, 750 g/t bastırıcı (Na_2SiO_3) miktarı, 750 g/t toplayıcı (gazyağı) miktarı, 500 g/t köpürtücü (MIBC) miktarı, pülp pH'ı 7, katı oranı %15 (% ağırlık), flotasyon süresi 5 dakika ve partikül boyutu -500 μm olarak belirlenmiştir. Bu optimum koşullarda; linyit kömürünün kül içeriği, %60,10 ağırlıkça verim ve %63,85 yanabilir verim ile %38,66'dan %34,83'e düşürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Linyit, flotasyon, ağırlıkça verim, yanabilir verim, kül

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ENRICHMENT OF COAL WITH FLOTATION METHOD

Şaban ÖZÜTÜRKER

Master of Science Thesis

Department of Mining Engineering

Supervisor: Assist. Dr. Özlem Kaya

2019, 50 p+xiii pages

In this study, enrichment of lignite coals which were obtained from Sivas Gemerek (in Turkey) and Yozgat Sorgun (in Turkey) with flotation were investigated. The effects of many process parameters such as depressant (Na_2SiO_3) amount, collector (kerosene) amount, frother (methyl isobutyl carbinol, dowfroth 250, pine oil) amount, pulp pH, solid ratio (weight %) and particle size were investigated on lignite coals flotation performance and the results were analyzed on terms of yield, combustible recovery and ash values.

For Sivas Gemerek lignite; the optimum conditions were determined to be 150 g/t of depressant (Na_2SiO_3) amount, 500 g/t of collector (kerosene) amount, 150 g/t of frother (MIBC) amount, pulp pH of 3, solid ratio of 10% (weight %), flotation time of 4 minute and particle size of -500 μm . Under these optimum conditions, the ash content of lignite coal was reduced from 17,43% to 12,06%, at a yield and combustible recovery of 44,75% and 47,66%, respectively.

For Yozgat Sorgun lignite; the optimum conditions were determined to be 750 g/t of depressant (Na_2SiO_3) amount, 750 g/t of collector (kerosene) amount, 500 g/t of frother (MIBC) amount, pulp pH of 7, solid ratio of 15% (weight %), flotation time of 5 minute and particle size of -500 μm . Under these optimum conditions, the ash content of lignite coal was reduced from 38,66% to 34,83%, at a yield and combustible recovery of 60,10% and 63,85%, respectively.

Keywords: Lignite, flotation, yield, combustible recovery, ash

İÇİNDEKİLER

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR.....	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ	1
2. KÖMÜR OLUŞUM SÜRECİ	2
2.1 Kömür Tanımı ve Sınıflandırması	2
2.2 Kömür Türleri	4
2.2.1 Turba	5
2.2.2 Linyit	5
2.2.3 Taşkömürü.....	5
2.2.4 Antrasit	6
2.2.5 Grafit	6
2.2.6 Odun kömürü.....	6
2.2.7 Kok kömürü.....	6
2.3 Kömürün Kısa Analizi	6
2.3.1 Isıl değer	6
2.3.2 Kül oranı.....	7
2.3.3 Nem oranı	7
2.3.4 Uçucu madde	7
2.3.5 Kükürt.....	7
2.4 Kömür Hazırlama ve Zenginleştirme Yöntemleri.....	8
2.4.1 Yoğunluk farkına göre ayırma yapan yöntemler.....	8
2.4.2 Yüzey özelliklerine göre ayırma yapan yöntemler.....	8
2.4.2.1 Flotasyonun tanımı	8
2.4.2.2 Flotasyon makineleri.....	9
2.4.3 Flotasyon reaktifleri	10
2.4.3.1 Toplayıcı (kollektörler) reaktifler	10
2.4.3.2 Bastırıcı reaktifler	10

2.4.3.3 Köpürtücü reaktifler.....	11
2.4.3.4 Kontrol reaktifleri	11
2.4.4 Kömür flotasyonu.....	11
3.MATERYAL VE METOD	13
3.1 Metod	13
3.1.2 Numune hazırlama	13
3.1.3 Elek analizi	13
3.1.4 Flotasyon deneyleri	14
3.1.5 Ortam pH'ı ayarlama.....	15
3.1.6 Hesaplamalar	15
4. BULGULAR.....	16
4.1 Sivas Linyit Kömürü Flotasyon Deneyleri	16
4.1.1 Bastırıcı (sodyum silikat) miktarının etkisi	16
4.1.2 Toplayıcı (gazyağı) miktarının etkisi	17
4.1.3 Köpürtücü (MIBC) miktarının etkisi.....	18
4.1.4. Köpürtücü (DF-250) miktarının etkisi	19
4.1.5 Köpürtücü (çamyacı) miktarının etkisi	20
4.1.6 pH'ın etkisi	21
4.1.7 Ağırlıkça katı oranının etkisi	22
4.1.8 Köpük alma süresinin etkisi	23
4.1.9 Tane boyutunun etkisi	24
4.2 Yozgat Sorgun Kömürü Flotasyon Deneyleri.....	25
4.2.1 Bastırıcı (sodyum silikat) miktarının etkisi	25
4.2.2 Toplayıcı (gazyağı) miktarının etkisi	27
4.2.3. Köpürtücü (MIBC) miktarının etkisi.....	28
4.2.4 Köpürtücü (DF-250) miktarının etkisi	29
4.2.5 Köpürtücü (çamyacı) miktarının etkisi	30
4.2.6 pH'ın etkisi	31
4.2.7 Ağırlıkça katı oranının etkisi	32
4.2.8 Köpük alma süresinin etkisi	33
4.2.9 Tane boyutunun etkisi	34
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	36
KAYNAKLAR	39

EKLER	41
EK 1: Tane Boyu Dağılım Eğrileri Verileri	42
EK 2: Sivas Gemerek Kömürü Flotasyon Deneyleri	43
EK 3: Yozgat Sorgun Kömürü Flotasyon Deneyleri	46
ÖZGEÇMİŞ	49



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1 Sivas Gemerek kömür numunesinin tane boyu dağılım eğrileri	14
Şekil 3.2 Yozgat Sorgun kömür numunesinin tane boyu dağılım eğrileri	14
Şekil 4.3 Bastırıcı (sodyum silikat) miktarının flotasyona etkisi	16
Şekil 4.4 Toplayıcı (gazyağı) miktarının flotasyona etkisi.....	17
Şekil 4.5 Köpürtücü (MIBC) miktarının flotasyona etkisi	18
Şekil 4.6 Köpürtücü (DF-250) miktarını flotasyona etkisi.....	19
Şekil 4.7 Köpürtücü (çamyacı) miktarının flotasyona etkisi.....	20
Şekil 4.8 pH'ın flotasyona etkisi	22
Şekil 4.9 Ağırlıkça katı oranının flotasyona etkisi	23
Şekil 4.10 Köpük alma süresinin flotasyona etkisi.....	24
Şekil 4.11 Tane boyutunun flotasyona etkisi.....	25
Şekil 4.12 Bastırıcı (sodyum silikat) miktarının flotasyona etkisi	26
Şekil 4.13 Toplayıcı (gazyağı) miktarının flotasyona etkisi.....	27
Şekil 4.14 Köpürtücü (MIBC) miktarının flotasyona etkisi	28
Şekil 4.15 Köpürtücü (DF-250) miktarının flotasyona etkisi.....	29
Şekil 4.16 Köpürtücü (çamyacı) miktarının flotasyona etkisi.....	30
Şekil 4.17 pH'ın flotasyona etkisi	32
Şekil 4.18 Ağırlıkça katı oranının flotasyona etkisi	33
Şekil 4.19 Köpük alma süresinin flotasyona etkisi.....	34
Şekil 4.20 Tane boyutunun flotasyona etkisi.....	35

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2. 1 Çeşitli ranklarda(kömürleşme derecelerinde) kömür özellikleri	3
Tablo 2.2 Genel sınıflandırmada yeralan kömürlerin tanıtıcı özellikleri.....	4
Tablo 2.3 Linyitle turbayı ayıran ölçütler	5
Tablo 2.4 Toplayıcı reaktifler.	10
Tablo 3.1 Kömür numunelerinin özellikleri.....	13
Tablo 4. 1 Bastırıcı (sodyumsilikat) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları	16
Tablo 4. 2 Toplayıcı (gazyağı) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları	17
Tablo 4. 3 Köpürtücü (MIBC) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları.....	18
Tablo 4. 4 Köpürtücü (DF-250) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları	19
Tablo 4. 5 Köpürtücü (çamyağı) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları	20
Tablo 4. 6 Optimum seçilen köpürtücü reaktiflerin karşılaştırılması	21
Tablo 4. 7 pH belirlenmesi flotasyon deney koşulları	21
Tablo 4. 8 Ağırlıkça katı oranının belirlenmesi flotasyon deney koşulları.....	22
Tablo 4. 9 Köpük alma süresinin belirlenmesi flotasyon deney koşulları	23
Tablo 4. 10 Tane boyutunun belirlenmesi flotasyon deney koşulları	24
Tablo 4. 11 Sivas Gemerek kömür numunesi flotasyon deneyleri optimum sonuçlar ..	25
Tablo 4. 12 Bastırıcı (sodyumsilikat)miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları	26
Tablo 4. 13 Toplayıcı (gazyağı) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları	27
Tablo 4. 14 Köpürtücü (MIBC) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları.....	28
Tablo 4. 15 Köpürtücü (DF-250) etkisi için gerekli parametreler	29
Tablo 4. 16 Köpürtücü (çamyağı) miktarının belirlenmesi flotasyon deneykoşulları ...	30
Tablo 4. 17 Optimum seçilen köpürtücü reaktiflerin karşılaştırılması	31
Tablo 4. 18 pH belirlenmesi flotasyon deney koşulları	31
Tablo 4. 19 Ağırlıkça katı oranının belirlenmesi flotasyon deney koşulları.....	32
Tablo 4. 20 Köpük alma süresinin belirlenmesi flotasyon deney koşulları	33
Tablo 4. 21 Tane boyutunun belirlenmesi flotasyon deney koşulları	34
Tablo4.22 Yozgat Sorgun kömür numunesinin flotasyon deneyleri optimum sonuçları	35

1.GİRİŞ

Kömürün uzun vadeli enerji kullanımında lider enerji kaynağı olmayı sürdürecektir olması ve gelişen teknoloji ile birlikte üretimde artan toz kömür oranı, toz kömürün temizlenmesine ilginin artmasına sebep olmuştur. Bunun yanında, enerji maliyetlerinin düşürülme isteği, temiz kömüre olan talebi artırmakla birlikte daha düşük küllü ve daha düşük kükürlü kömür üretimini teşvik etmektedir. Toz kömürlerin temizlenmesi, iri boyutlu kömürlerin temizlenmesine göre 2–3 misli daha pahalı olmasına karşın, satış fiyatı da oldukça düşüktür. Bu nedenle de kömürün daha değerli olması ancak çok daha temiz bir yakıt haline gelmesi ile mümkün olmaktadır.

Türkiye, büyük kömür rezervlerine sahip olmasına karşın bu rezervlerin çoğunluğu düşük kaliteli, yüksek kül, nem ve kükürt içeriğine sahiptir. %20'den az kül içeren linyitlerin toplam rezerv içindeki payı %3,73'tür (Kemal & Aslan , 1999).

Toplam linyit kapasitesinin sadece %3,70'i, %1'den az kükürt içerir, %20'den az nem içeren linyit oranı %15,14'tür. Isıl değeri 4000 kcal/kg'dan fazla olan linyitlerin kapasitesindeki payı sadece %1,83'tür (Boylu & Ateşok, 1999).

Linyitin yerli enerji ham maddesi olması büyük avantajdır. Üretimi kota veya düzenlemeler ile sınırlanmadığından istikrarlı bir fiyata sahiptir. Linyitin taşıma, depolama ve kullanımı uygun koşullarda yapıldığında güvenilirliği son derece yüksek enerji ham maddesidir. Organik madde içeriği ile tarım ve endüstride proses ham maddesi olarak da kullanılabilir. Bu çalışmada, Sivas Gemerek ve Yozgat Sorgun linyit kömürlerinin flotasyon ile zenginleştirilebilirliği araştırılmıştır.

2. KÖMÜR OLUŞUM SÜRECİ

Kömür, farklı oranlarda organik ve inorganik bileşenler ve nem içeren tortul bir kaya türüdür. Tabiatta; yapı, doku, bileşenler ve köken açısından birbirleriyle tam anlamda benzer iki kömür oluşumuna rastlamak hemen hemen imkânsızdır.

Kömürün ana elemanı karbondur. Bu sebeble oluşumu karbon çevrimiyle bire bir ilgilidir. Kömür hava çevrimi bataklıklarda başlar. Kömürleşmenin temel kaynakları bitkiler, havadan veya yüzeysel sulardan alınan CO₂ 'dir.

Magma bir miktar da olsa CO₂, CO, CH₄ vb. içerir ve hidrotermal-pnömatolitik ve volkanik etkinlik süreçlerinde, gaz, buhar ve çözeltilerle karbon döngüsüne katılırlar. Hava ve sudaki CO₂'nin önemli bir kısmını bitkiler özümlemeler, yaşamları için gerekli olan yapılarında tutarlar, artığı solunum yoluyla geriye döner, doğal denge korunur. Fakat sanayi gazları bu dengede bozucu etkiye sahiptir. CO₂'nin suda çözünen kısmı, karbonatlı kayalarda ve organik tortularda birikir. Bunların başkalaşması sonucu tekrar döngüye katılır. Kömür, uygun ortamlarda bataklıklarda bozunma ve çürümeden kurtulan, bitki ve kalıntı birikimlerinin, zamanla biyokimyasal ve fiziksel etkilerle değişimi sonucu oluşur (Kemal & Aslan , 1999).

2.1 Kömür Tanımı ve Sınıflandırması

Kömür; karbonlu maddelerin kapalı ve havasız yerlerde için için yanmasından ya da çok uzun süre toprak katmanları altında kalıp birtakım kimyasal değişimlere uğramasından oluşan, kara renkli, bitkisel kaynaklı, içinde yüksek oranda karbon olan katı yakıttır. Diğer içerikleri ise kül içeren inorganik bileşikler ve mineral maddelerdir. Kömürleşme süreci ve yataklanma, nem içeriği, kül ve uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, kükürt ve mineral madde içeriklerinin yanı sıra jeolojik, petrografik, fiziksel, kimyasal ve termik özellikler bakımından kömürler çeşitlilik gösterirler. Bu durumdan ötürü kömürlerin birbirine benzer özellikler ve yakın değerler temelinde sınıflandırılmasını mecburi kılmıştır.

Farklı tipte kömürlerin kullanım amaçlarına göre uluslararası sınıflandırılmasında; ilk olarak 1957 yılında çeşitli ülkelerden üyelerin oluşturduğu Uluslararası Kömür

Kurulu'nca birçok ülkeden temin edilen numuneler üzerinde yapılan çalışmalar, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından da desteklenerek genel bir sınıflama yapılmıştır. Bu sınıflamada; kalorifik değer, uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, koklaşma ve kekleşme özellikleri esas alınarak sert ve kahverengi kömürler olmak üzere iki ayrı sınıfa ayrılmıştır:

a) Sert kömürler; sulu ve külsüz bazda 5700 kcal/kg'ın üzerinde kalorifik değerlerdedir. Uçucu madde içeriği, kalorifik değer ve koklaşma özelliklerine göre alt sınıflara ayrılırlar.

b) Kahverengi kömürler; sulu ve külsüz bazda 5700 kcal/kg'ın altında kalorifik değerlerdedir. Toplam nem içeriği ve kalorifik değerlere göre alt sınıflara ayrılırlar. Uluslararası kömür sınıflamasında kabul edilen bir sınıflama işlemi ise, Kömür Rank Sınıflamasıdır (Kömürleşme Derecesi Sınıflaması). Bu sınıflandırmada karbon içeriği esas değişkendir. Tablo 2.1'de çeşitli ranklarda (kömürleşme derecelerinde) kömür özellikleri verilmiştir (DPT, 2001). Yüksek ranklı (kömürleşme derecesi yüksek) kömürlerde uçucu madde içeriği, düşük ranklı (kömürleşme derecesi düşük) kömürlerde ise kalorifik değer baz alınarak sınıflandırılmıştır. Tablo 2.2'de kömürlerin özellikleri verilmiştir (DPT, 2001).

Tablo 2. 1 Çeşitli ranklarda(kömürleşme derecelerinde) kömür özellikleri

No	Rank (Kömürleşme Derecesi)	Uçucu Madde İçeriği (Ağırlık%)	Islak- Külsüz Karbon İçeriği (Ağırlık%) Islak- Külsüz	Kalorifik Değer (Btu/Lb) Mineral Maddesiz	Nem İçeriği (Ağırlık%)
1	Linyit	69-44	76-62	8300-6300	52-30
2	Alt Bitümlü	52-40	80-71	11500-8300	30-12
3	Bitümlü				
	Yüksek uçuculu -B	50-29	86-76	13500	15-2
	Yüksek uçuculu - C	48-35	87-76	14000	5-1
	Yüksek uçuculu - A	49-31	88-78	14000	5-1
d	Orta uçuculu	31-22	91-86	14000	5-1
e	Düşük uçuculu	22-14	91-86	14000	5-1
4	Antrasit	14-2	99-91	14000	5-1

Tablo 2.2 Genel sınıflandırmada yer alan kömürlerin tanıtıcı özellikleri
(Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 1996)

Linyit	Alt Bitümlü Kömürler	Bitümlü Kömürler	Antrasit
Kahverengi	Siyah	Koyu siyah	Parlak siyah
Kırılgan, çabuk halinde ufalama	Oksidasyon veya kurutma sonucunda ince parçalar ve toz halinde ufalanma	Blok halinde kırılma	Mercek halinde kırılma
Masif veya üniform kilsli doku	Masif	Bantlı ve kompakt	Sert ve dayanıklı
Isıl değeri; 4610 kcal/kg'in altında	Isıl değeri; 4610-6930 kcal/kg arasında	Isıl değeri; 5390-7700 kcal/kg arasında	Isıl değeri; 7000 kcal/kg üzerinde
Uçucu madde miktarı ve nem içeriği yüksek	Uçucu madde ve nem içerikleri bitümlü kömürlerden daha yüksek	Uçucu madde miktarı ve nem içeriği düşük	Uçucu madde ve nem içerikleri düşük
Düşük sabit karbon içeriği	Sabit karbon içeriği bitümlü kömürlerden düşük	Sabit karbon içeriği yüksek	Sabit karbon içeriği yüksek

2.2 Kömür Türleri

Kömürleşme ortamındaki basınç ve sıcaklığın yükselmesine bağlı olarak bünyedeki su, uçucu maddeler (CO_2 , CO , O_2 , CH_4 , NO_x , SO_2 , H_2S , H_2 vs) azalmakta, karbon oranı, kalori değeri artmaktadır. Burada ideal fiziksel ve kimyasal değişimlere bağlı olarak sırasıyla; turba, linyit, alt bitümlü kömür, bitümlü kömür (taşkömürü), antrasit, grafit kömür türleri oluşmaktadır. Turbadan grafit gidildikçe metamorfizma şiddeti (basınç ve sıcaklık etkisi) yükselmesiyle, karbon yüzdesi ve kalori miktarı yükselmekte, buna bağlı olarak su ve uçucu maddeler azalmaktadır. Ayrıca kömürün sertliği artmakta ve tozlanma azalmaktadır (Güven & Ateşok, 1991).

2.2.1 Turba

Bataklık alanlarda biriken bitki kalıntılarının toprak altında uzun zamanlar boyunca birikmesiyle oluşur. Turba kömürleşmenin ilk aşamasıdır. Tam kömür özelliklerini göstermez. Turba, henüz karbonlaşma safhasını tamamlamamış genç kömürlere dir. 3000 kalori ve daha altında kalori verir (DPT, 2001).

Turba ile linyit arasındaki sınır kesin değilse de ikisini ayırt edebilmek için bazı ölçütler kullanılabilir. Bu ölçütler Tablo 2.3'deki gibidir.

Tablo 2.3 Linyitle turbayı ayıran ölçütler (Özpeker, 1991).

	Turba	Linyit
Nem %	>73	<73
Karbon %	<61	>61
Serbest selüloz	Var	Yok
Kesilebilirliği	Evet	Hayır

2.2.2 Linyit

Linyit, kahverengi kömür olarak da adlandırılmaktadır. En düşük kaliteli kömür sınıfındadır. Linyitin farklı türleri de vardır bunlar; sarı linyit, kahverengi linyit. Daha oluşumunu tamamlamamış kömürlere dir. Karbon yüzdesi 70-80 kadardır. 3000-6000 kalori arasında ısı verir.

Linyit kömürler, turbalarla taşkömürleri arasında geniş bir bant oluştururlar. Kömürleşme derecesine göre, değişik oranlarda orijinal nem içerirler. Orijinal nem oranı arttıkça, jeokimyasal kömürleşmenin etkisi düşmekte ve yumuşak linyitlerde minimum seviyeye inmektedir.

Linyit kömürleri dış görünüşlerine göre, yumuşak ve sert linyitler diye ikiye ayrılırlar. Yumuşak linyitler, %32–73 arasında orijinal nem içeriğine sahiptirler. Yumuşak linyitler çok az parça sağlamlığına sahiptir (Gülsuna, 2007).

2.2.3 Taşkömürü

Kalorifik değeri en yüksek kaliteli kömürlerden biridir. Taşkömüründe kömürleşme daha ileri safhadadır. Yüksek kalorili bir kömürdür. Bu nedenle taşkömüründe elde edilen enerji linyitten elde edilen enerjiden daha fazladır. Daha pahalı olduğu için

evlerde çok fazla kullanılmak için tercih edilmez. Taşkömürü 6000-9000 kalori arasında yüksek ısı verir.

Bu kömürlerin orijinal nem oranları oldukça azdır (%1-2) ve karbon oranları yüksektir. Gerek nem oranlarının az olması ve gerekse de daha sağlam yapıya sahip olmaları nedeni ile taşkömürleri taşıma ve depolamada parça büyüklüklerini büyük ölçüde korur (Gülsuna, 2007).

2.2.4 Antrasit

Antrasit kömürü katı fosil yakıtların en kaliteli olanıdır. %95' i karbondan meydana gelir ve su oranı düşüktür. Sert kömür türü olup yandığında diğerlerinden daha yüksek derecede ısı verir. Tabiatta çok az miktarda bulunur ve bu yüzden bulunması zordur. Parlak renklidir ve tutuşturulması güçtür (Özpeker, 1991).

2.2.5 Grafit

Grafit; yapısı yumuşak, yağsı ve ince levhalar halinde bükülme özelliğine sahiptir. Tabiatta; kristal, pul ve 'amorf' diye tanımlanan şekilleri olup, en iyi formu kristal grafitir ve tenörü en yüksek olanıdır. Çok geniş kullanım alanları vardır (DPT, 2001).

2.2.6 Odun kömürü

Ağacın havasız ortamda yavaş yavaş yakılmasıyla elde edilen ve siyah barut üretiminde ve metallerin sert yüzeylerinin kaplanmasında kullanılan kömüre "odun kömürü" denir. Hammaddesi daha çok meşe odunundan sağlanır (Ateşok, 1986).

2.2.7 Kok kömürü

Taşkömürünün havasız ortamda, bütün uçucu bileşenlerinin giderildiği yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılmasıyla elde edilen özellikle bazı önemli ya da önemsiz işlemlerinde kullanılan malzemeye ise kok kömürü denir (Yılmazel, 2010).

2.3 Kömürün Kısa Analizi

2.3.1 Isıl değer

Isıl değer bir kömürün kalitesini belirleyen en önemli parametrelerden biridir. Katı bir yakıtın ısı değeri, birim ağırlığındaki yakıtın tamamen yanması sonucu açığa çıkan ısı biriminin sayısıdır. Isıl değer, kömürün kalorimetrede, oksijenli bir ortamda elektrikle yakılması ve meydana gelen ısının belli miktardaki suyun derecesini yükseltmesi ile

ölçülür. Alt ısıl değer ise kömürün normal şartlarda içerdiği gazları ve yakma sırasında suyun yoğunlaşması ile ortaya çıkan ısının, üst ısıl değerden çıkarılması ile elde edilir (Kural, 1991).

2.3.2 Kül oranı

Kömür yakıldığında kalan külün kaynağı içerdiği mineral maddelerdir. Kömürün mineral maddesi ile külü, ne içerik ne de miktar bakımından aynı değildir. Kömür yandığı zaman, içerdiği mineral maddelerin temel değişiklikleri sonucu kül oluşur (Kemal & Aslan , 1999).

2.3.3 Nem oranı

Kömürlerde nem içeriği kömürleşme derecesi ile orantılı olarak değişmektedir. Kömürleşme derecesi yükseldikçe kömürde nem içeriği azalır. Ayrıca kömürlerin kalorifik değerlerini düşüren parametrelerden biri de nemdir. Kömürlerde bünye ve yüzey nemi olmak üzere iki türlü nem vardır: Yüzey nemi ve bünye nemi. Yüzey nemi, kömürün yüzeyinde serbest halde bulunan sudan oluşmaktadır. Yüzey nemi, kömürün açık havada tutulmasıyla uzaklaştırılabilir. Bünye nemi ise, kömürün kristal yapısında bulunur ve açık havada uzaklaştırılması mümkün değildir (DPT, 2001).

2.3.4 Uçucu madde

Kömür oksijensiz ortamda ısıtıldığında kimyasal olarak değişikliğe uğrar ve kömürden çoğunluğu hidrojen, karbon monoksit, metan ve diğer hidrokarbonlar gibi yanıcı gazlardan oluşan katran buharları ve karbondioksit ile ve su buharı gibi yanmayan gazları da içeren “uçucu madde” çıkışı olur. Kaba ve bünye nemleri uçucu maddeye dahil edilmez (DPT, 2001).

2.3.5 Kükürt

Bütün kömürler, az miktarlarda da olsa kükürt içerirler. Kömürlerde bulunan kükürt üç formda olabilir: Organik, inorganik ve sülfat kükürdü. Bunlara ek olarak bazı kömürlerde elementer kükürtle karşılaşılır.

Organik kükürt, kömürün organik materyalinin bir parçasıdır. Bu nedenle, kömürden fiziksel yöntemlerle uzaklaştırılması mümkün değildir. Sülfat kükürdü, kömürde toplam kükürdün çok az bir kısmını oluşturur. Jips (CaSO_4) halinde bulunduğu gibi, kömürün hava ile uzun süre teması sonucu FeSO_4 olarak da bulunabilir. Piritik

kükürt ise pirit ve markasit minerallerine bağı olarak bulunur. Kömürün içerisinde bantlar, damarlar, mercekler, küresel veya dissemine tanecikler halinde türlü şekil ve biçimlerde dağılırlar. İster gözle görülebilir (makroskobik), ister mikroskobik olsun piritik kükürt, kömürden serbestleştiği takdirde flotasyon veya diğer zenginleştirme yöntemleriyle kömürden temizlenebilir (DPT, 2001).

2.4 Kömür Hazırlama ve Zenginleştirme Yöntemleri

Elle ayıklama yöntemi kuru zenginleştirme teknolojisinin en ilkel yöntemi olup halen pek çok tesiste uygulanmaktadır. Günümüzde en yaygın kullanılan kuru zenginleştirme cihazları yoğunluk farkı esasına dayalı zenginleştirme yapan cihazlardır. Endüstriyel ölçekte; FX, FGX, Akaflo ve Allair jiginin Çin, Amerika, Avustralya gibi ülkelerde pek çok uygulaması mevcuttur. Genel olarak kuru kömür hazırlama teknolojilerini 5 ana grup altında toplamamız mümkündür. Bunlar uygulama sıklığına göre; yoğunluk farkına dayalı yöntemler, görüntü ve renk farklılığına dayalı yöntemler, boyut, şekil, ufalanma, esneklik ve sürtünme katsayısına dayalı yöntemler, manyetik duyarlılığa dayalı yöntemler ve iletkenliğe dayalı yöntemlerdir (Hacıfazlıoğlu, 2012).

2.4.1 Yoğunluk farkına göre ayırma yapan yöntemler

Kuru zenginleştirme yöntemlerinin çoğu bu gruba girmektedir. Ayrıca endüstride en çok kullanılan cihazlarda bu grup içerisinde yer almaktadır. Bunlar; havalı masalar, havalı jigler, karma kuru temizleme cihazları ve kuru ağır ortam (akışkan yataklı) ayırma cihazlarıdır (Hacıfazlıoğlu, 2012).

2.4.2 Yüzey özelliklerine göre ayırma yapan yöntemler

Yüzey özelliklerine göre ayırma yapan yöntemlerin başında flotasyon gelmektedir. Mikronluk tanelere seçici toplama veya çökeltme uygulanır.

2.4.2.1 Flotasyonun tanımı

Flotasyon çok ince boyutlu mineralleri zenginleştirilen bir yöntemdir. Bu yöntemde ayırma bazı minerallerin hava kabarcıklarına ilişerek yüzmesi ile sağlanır. Bu mineraller yüzey özelliklerine veya çeşitli reaktiflerle yüzey özelliklerinin değişmesine bağı olarak hava kabarcığına tutunurlar. Bu özellikleri göstermeyen diğer mineraller ise, su içinde ıslanarak batarlar (Tekinalp, 2008).

2.4.2.2 Flotasyon makineleri

Flotasyon, ince kömürlerin zenginleştirilmesinde en büyük potansiyele sahip olup, 1920'lerden beri bitümlü kömürlerin -0.5 mm'lik fraksiyonlarının yıkanmasında kullanılmaktadır. Ancak, mekanik hücre flotasyondaki bazı olumsuz koşullar, istenen verim ve kül oranında temiz kömür üretimini engellemektedir. Bu yüzden, özellikle 1980'li yıllardan sonra flotasyon teknolojisinde birçok yenilik olmuştur (Yılmazel, 2010).

- a) **Mekanik Hücreler:** Mekanik hücreler, flotasyon işlemi için kullanılan eski makinelerdir. Bu hücrelerde karıştırma işleminin üç temel fonksiyonu vardır. Bunlar; taneleri askıda tutmak, pülpün hücre içerisindeki çevrimini ve havalandırmayı sağlamaktır. Bu makinelerin en büyük sakıncası karıştırma sonucu oluşan turbülans ile kabarcığa yapışan tanelerin zaman zaman birbirinden kopmasıdır. Ayrıca, hücrede oluşan ortalama kabarcık çapı 1 mm olup oldukça büyüktür (Aksanı, 1998).
- b) **Jet Flotasyonu :** 20 µm'nin altındaki boyutlarda bile etkili bir ayırma yapabilmektedir. Pülp herhangi bir karıştırma işlemine tabi tutulmaksızın yüksek basınçla dar bir kesitten hava ile birlikte geçirilerek enerji ile yüklenmekte ve bu enerji pülpün karıştırılmasında kullanılmaktadır. Diğer sistemlere oranla kabarcık miktarı fazla ve kabarcık çapı küçüktür. Bu da flotasyon süresinin çok kısalmasına yol açmaktadır. Nitekim 0,8 m³'lük bir Jet flotasyon hücresi ile saatte 7 ton kömür zenginleştirilebilmektedir (Önal & Güney, 1996).
- c) **Jameson Hücresi:** Pülp ve hava aynı yönde (co-current) hücre tabanına doğru inen bir boru (downcomer) içerisinde karışarak ayırmanın olduğu hücreye verilmektedir. Yükselen tane ile yüklenmiş kabarcıklar yıkama suyu ile yıkanan köpük tabakasına girerler. Jameson hücresinde tanelerin kalma sürelerinin az olması nedeniyle tek aşamada istenilen performansın elde edilmediği söylenmektedir. Bu yüzden Jameson hücresinde atığın bir bölümü tekrar hücreye beslenerek flotasyona tabi tutulur. (Aksanı, 1998).
- d) **Denver D-12 Makinası:** Minerallerin yüzey özellikleri farkına göre ayırımında yaygın olarak kullanılan bir laboratuvar cihazıdır. Hidrofobik ve hidrofilik minerallerin birbirinden ayırımında kullanılır.

2.4.3 Flotasyon reaktifleri

Genelde mineraller köpüğe yapışarak yüzmeye elverişli yüzeylere sahip değildirler. Bu nedenle minerallerin köpüğe yapışmasını sağlamak için bazı kimyasal maddelerden yararlanırlar. Köpüğe yapışmayı sağlayan reaktiflere “toplayıcı (kollektör)” reaktifler denir. Yüzmesi istenen minerallerin reaksiyona girmesini kolaylaştıran reaktiflere ise “canlandırıcı” reaktifler denir. Çok ince boyutlu minerallerin flotasyonun da şlam kaplamaya karşı “dağıtıcı reaktifler” kullanılır. Köpük oluşumunu ve dayanıklı sağlayan reaktiflere de “köpürtücü” reaktifler adı verilir (Atak, 1990).

2.4.3.1 Toplayıcı (kollektörler) reaktifler

Toplayıcı reaktifler, mineral yüzeyine bağlanarak yüzeyi hidrokarbon tabakasıyla kaplayan ve mineralin hava kabarcığına yapışmasını temin eden kimyasal maddelerdir.

Toplayıcı reaktifler Tablo 2.4’te ki gibi anyonik ve katyonik olarak ikiye ayrılmıştır. Bazı sülfanat türü reaktifler bu şekildedir. Bu tür reaktiflerin kullanım şekilleri satıcı firma kataloglarında vardır. Toplayıcı reaktiflerde yüksek çözünürlük, ucuzluk dikkate alınması gerekli önemli hususlardır (Seyrenkaya, 2003).

Tablo 2.4 Toplayıcı reaktifler (Atak, 1990).

Anyonik toplayıcılar	
Karbosilikatlar	R. COOH
Sülfatlar	R.SO ₄ H
Sülfanatlar	R.SO ₃ H
Merkaptanlar	R.SH
Ksantatlar	R.CS ₂ OH
Dithiofosfatlar	R.2PO ₂ S ₂ H
Katyonik kolektörler	
Aminler	R. NH ₃ OH

2.4.3.2 Bastırıcı reaktifler

Bastırıcılar bazı minerallerin seçimli flotasyonunu arttırmak için hidrofilik yapıp flotasyonun önlenmesi için kullanılır. Birçok tipe bastırıcı vardır. Bunların fonksiyonları karmaşık ve değişkendir.

Organik reaktifler nişasta, tanin, quebracho ve dekstrin iyonlaşmazlar fakat koloidal parçacıklar halinde mineral yüzeyine çökelirler. Flotasyonu şlam kaplamadaki engellerler (Tekinalp, 2008).

2.4.3.3 Köpürtücü reaktifler

Köpürtücüler, flotasyon devrelerinde özel olarak köpük oluşturan kimyasal maddelerdir. Kollektörlerin bazıları da köpük oluşturur. Bu tip kollektörlerle yapılan flotasyonda ayrıca köpürtücü kullanılmayabilir veya köpük şartlarını düzenlemek için bir miktar köpürtücü kullanılabilir. Ancak köpük oluşturan kollektörler flotasyon şartlarını değiştirdiklerinden, köpürtücü olarak kullanılmazlar.

Ortamda mineral taneciğini yüzeye taşıyacak nitelikte köpükler meydana getirmek için ilave edilirler. Çamyacı ve değişik bileşimlerdeki alkoller köpürtücü olarak kullanılabilirler (Atak, 1990).

2.4.3.4 Kontrol reaktifleri

Canlandırıcı reaktifler: mineral yüzeyinde kollektör adsorpsiyonunu artıran reaktiflerdir.

Diğer kontrol reaktifleri: bu sınıfta suyun sertliğini gideren ve flotasyona zararlı diğer iyonları bağlayan reaktifler, pülp içindeki bazı minerallerin flokülasyonunu, bazılarınınsa dispersiyonunu temin eden reaktifler gibi kimyasal bileşikler bahis konusudur.

Bu reaktifler ortam pH'ını düzenlemek (Na_2CO_3 , CaCO_3 , NaOH vb), deflokülasyonu (Na_2SiO_3) veya canlandırma (CuSO_4) yapmak amacıyla ilave edilirler (Atak, 1990).

2.4.4 Kömür flotasyonu

Dünyada kullanılan en önemli katı yakıt olan kömür, homojen bir madde değildir. Odunsal yapı gösteren turbadan, grafitik yapı gösteren antrasite kadar çok değişiklikler gösterir. Bundan başka, kömür yataklarında bulunan gang mineralleri de çok değişiktir. En önemlileri şist, kil, jips, markasit ve pirittir. Bu sebeple kömür yatakları çeşitli işletmelerde, hatta aynı yataktan alınan kömürler arasında büyük farklılıklar gösterir. Kömürde, karbondan başka oksijen, hidrojen, azot ve kükürt bulunur.

Linyit kömürü suyu çeken karakterdedir. Bu sebeple fazla nem içerir. Linyitten antrasite gidildikçe, nem çekme özelliği azalır. Bu özellik azaldıkça, kömürün flotasyon yeteneği

de artar. Bitümlü kömürde bantlar halinde dört kömür tipi bulunur. Bunlar vitrit, klorit, dürüt ve füzittir. Ayrıca diğer yan tipler de vardır. Vitrit ve klorit, kömürün parlak ve kristalli kısmını, dürüt ve füzit ise mat ve küçük kristalli kısmını meydana getirir. Flotasyon yeteneği füzitten vitrit'e gidildikçe artar. Kömür içinde kil, şist gibi yabancı maddeler bulunur. Diğer önemli yabancı maddeler kuvarsit, kalsit, kaolen, mika, feldspattır. Kükürt element halinde, organik bileşikler içinde, sülfür halinde bulunabilir. Organik kükürt, zenginleştirme usulleri ile kömürden ayrılmaz. Sülfürler flotasyonla ayrılabilir. Jips, kömür flotasyonu sırasında kireçle bastırılabilir. Kömür, tabii olarak yüzebilen bir maddedir. Saf su içinde çeşitli kömür yüzeylerinden 20–65° arasında değişen temas açıları ölçülmüştür. Fakat flotasyon zamanını kısaltmak ve randımanını arttırmak bakımından, bazı nötr yağlar kömür flotasyonunda kullanılır. Bunlar arasında gazyağı, kreozot, fuel oil sayılabilir. Ayrıca kresilik asit, çamyağı, diğer alkoller de köpürtücü olarak kullanılır. Yeni istihsal olunmuş kömür genellikle ocaktan çıkarılarak birkaç gün bekletilen kömüre göre daha kolay yüzer. Normal atmosfer sıcaklığında bile havanın oksijeni kömür yüzeyini oksitleyerek flotasyon yeteneğini azaltır.

Günümüzde enerjiye ödenen miktarların artması, elimizdeki kaynakları en verimli şekilde kullanmamızı gerektirmektedir. Ülkemizin kok kömürü ihtiyacını dışarıdan karşıladığı bilinmektedir. Türkiye'de çıkarılan kömürlerin incelenerek koklaşma oranı belirlenmelidir. Bilindiği gibi en yaygın kömür zenginleştirme yöntemi flotasyondur (Atak, 1990).

Bu çalışmada; iki farklı linyit kömürü üzerinde en uygun flotasyon parametreleri ile en yüksek verime ve en düşük kül içeriğine ulaşılması hedeflenmiştir.

3.MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada Sivas Gemerek ve Yozgat Sorgun linyit işletmelerinden alınan kömür numuneleri kullanılmıştır. Tablo 3.1’de flotasyon deneylerinde kullanılan kömür numunelerinin özellikleri verilmiştir.

Tablo 3.1 Kömür numunelerinin özellikleri

Numune	Kül(%)	Nem(%)	Kalori(kcal/kg)
Sivas Gemerek	17,43	21,43	4154
Yozgat Sorgun	38,66	6,59	3563

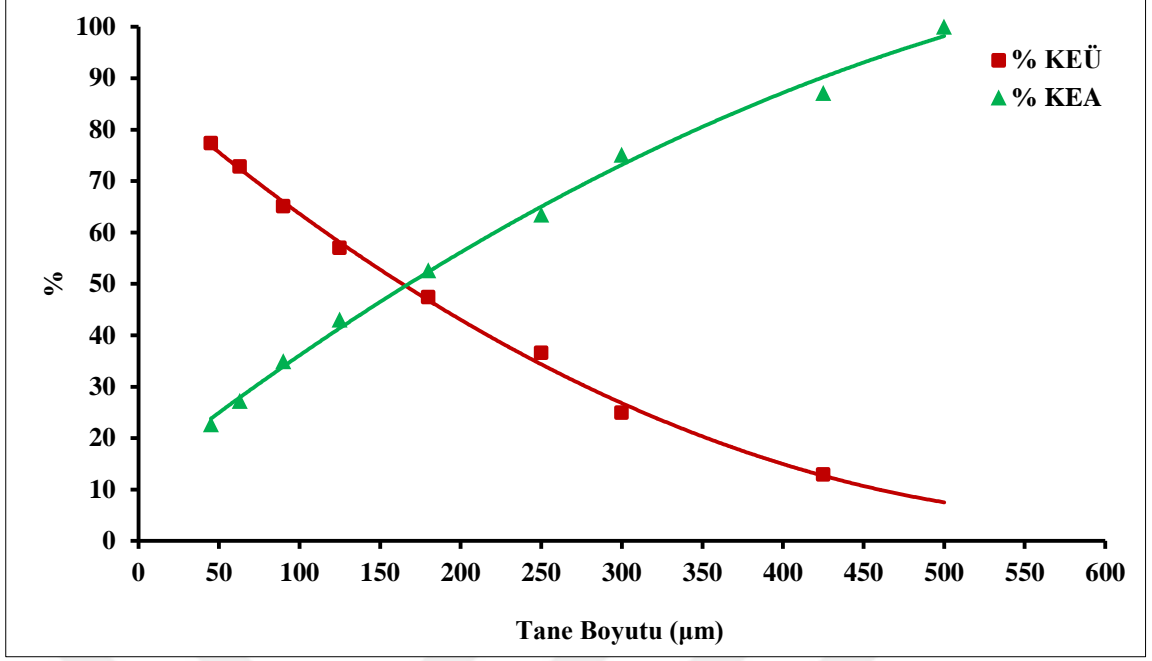
3.1 Metod

3.1.2 Numune hazırlama

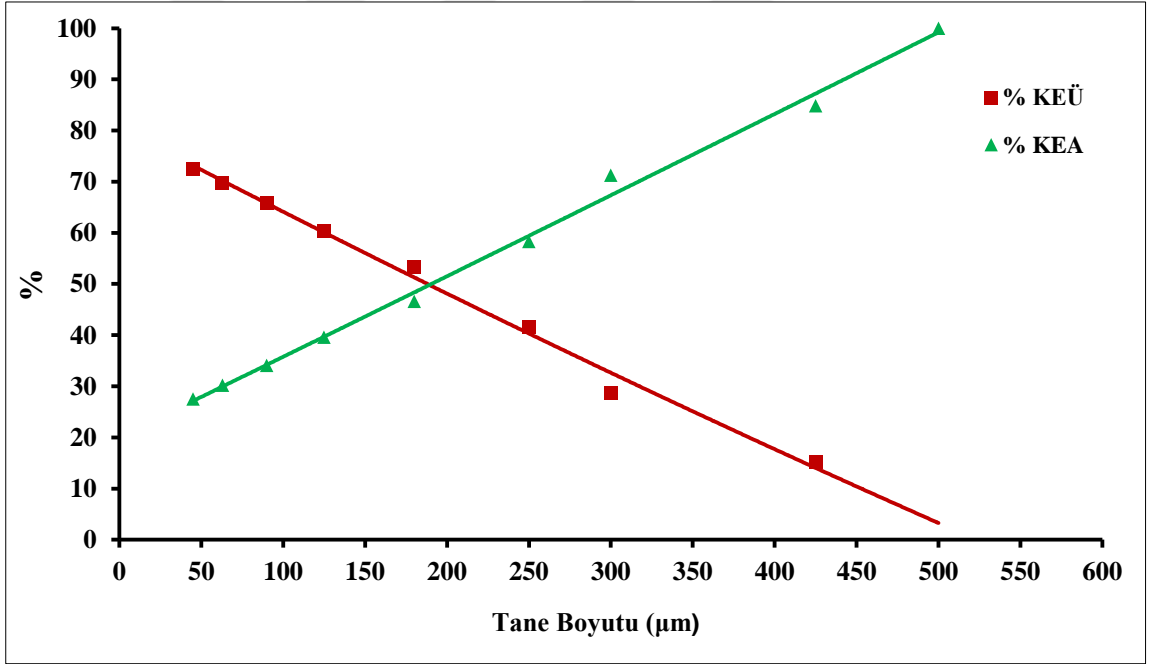
Sivas Gemerek ve Yozgat Sorgun linyit kömür numuneleri balyozla kırılarak çeneli kırıcıya beslenmiştir. Çeneli kırıcıda 2,8 cm’nin altına kırıldıktan sonra sarsıntılı elekte elenmiştir. Bilyalı değirmende; optimum öğütme süresini belirlemek amacıyla 6, 9, 12 ve 15 dk sürelerde kuru öğütme yapılmıştır. Öğütme deneyleri 7,5 cm muhtelif çaplarda bilya ve 600 g kömür numunesi kullanılarak yapılmıştır. 15 dk öğütme süresi sonunda verim %83.83 olduğu için öğütme süresi 15 dk olarak belirlenmiştir. Kritik hız: $N_k = \frac{42,3}{\sqrt{D-d}}$ formülüne göre hesaplanmıştır (D: Değirmen çapı, cm; d: Bilya çapı, cm) (Yıldız, 1999). Bilyalı değirmende 500 µm altına öğütülen kömür numuneleri flotasyon deneylerinde kullanılmak üzere stoklanmıştır.

3.1.3 Elek analizi

Sivas Gemerek Linyit İşletmesi kömür numunesinin tane boyu dağılım eğrileri Şekil 3.1’ de ve Yozgat Sorgun Linyit İşletmesi kömür numunesinin tane boyu dağılım eğrileri Şekil 3.2’ de verilmiştir.



Şekil 3.1 Sivas Gemerek kömür numunesinin tane boyu dağılım eğrileri



Şekil 3.2 Yozgat Sorgun kömür numunesinin tane boyu dağılım eğrileri

3.1.4 Flotasyon deneyleri

Denver D-12 flotasyon cihazına 125 g kömür numunesi konulduktan sonra 1125 mL su ilave edilmiştir. Kömürle suyun homojen şekilde karışması için 5 dk karıştırılmıştır. Daha sonra bastırıcı ilave edilip 5 dk karıştırma süresi verilmiştir. Sonra sırasıyla 5'er dk aralıklarla toplayıcı ve köpürtücü ilave edilmiştir. Sonrasında 5 dk daha karıştırma

süresi verilip cihazın hava musluğu açılmıştır. Selülde oluşan köpükler temiz bir kaba alınıp süzülmesi için filtre kâğıtlarına konulmuştur. Süzülen kâğıtlar 105°C etüvde kurutulduktan sonra ağırlıkça verimlerini bulmak için tartımları alınmıştır. Kurutulan numuneler nem ve kül analizleri için hazırlanmıştır.

3.1.5 Ortam pH'ı ayarlama

Flotasyon hücresinin içine 125 g kömür numunesini koyup 1125 mL su ekledikten sonra 5 dk karıştırılmıştır. Homojen olarak karıştırıldıktan sonra pH metre ile flotasyon selülündeki kömürün pH'ı ölçülmüştür. Sonrasında ortamı bazik yapmak için NaOH (sodyum hidroksit) kullanılmıştır. Ortamı asidik yapmak için H₂SO₄ (sülfirik asit) kullanılmıştır. Sonrasında sırasıyla bastırıcı, toplayıcı ve köpürtücü reaktifleri 5'er dk ara ile eklenip karıştırdıktan sonra flotasyon makinesinin hava musluğu açılarak kömür taneciklerinin tutunmuş olduğu köpüğü bir kaba alınmıştır.

3.1.6 Hesaplamalar

Flotasyon deneyleri sonrasında; % ağırlıkça verim, % kül, % yanabilir verim ve kalori değerleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{Ağırlıkça Verim} = \frac{\text{Lave Ağırlığı (g)}}{\text{Beslenen Kömür Ağırlığı (g)}} \times 100$$

$$\% \text{Kül} = \frac{\text{Kül Analizi Sonrası Kalan Ağırlık (g)}}{\text{Beslenen Kömür Ağırlığı (g)}} \times 100$$

$$\% \text{Yanabilir Verim} = \frac{\text{Ağırlıkça Verim} \times (100 - \text{Lave Külü})}{100 \times (100 - \text{Besleme Külü})} \times 100$$

$$\text{Orijinal Kömürde Alt Kalori} = \text{Orijinal Kömürde Üst Kalori} - 5,85(9 \times \text{Orijinal Kömürde Hidrojen Değeri} + \text{Orijinal Kömürde Nem})$$

$$\text{Orijinal Kömürde Hidrojen Değeri} = (100 - (\text{Orijinal Kömürde Nem} + \text{Orijinal Kömürde Kül})) \times 0,055$$

4. BULGULAR

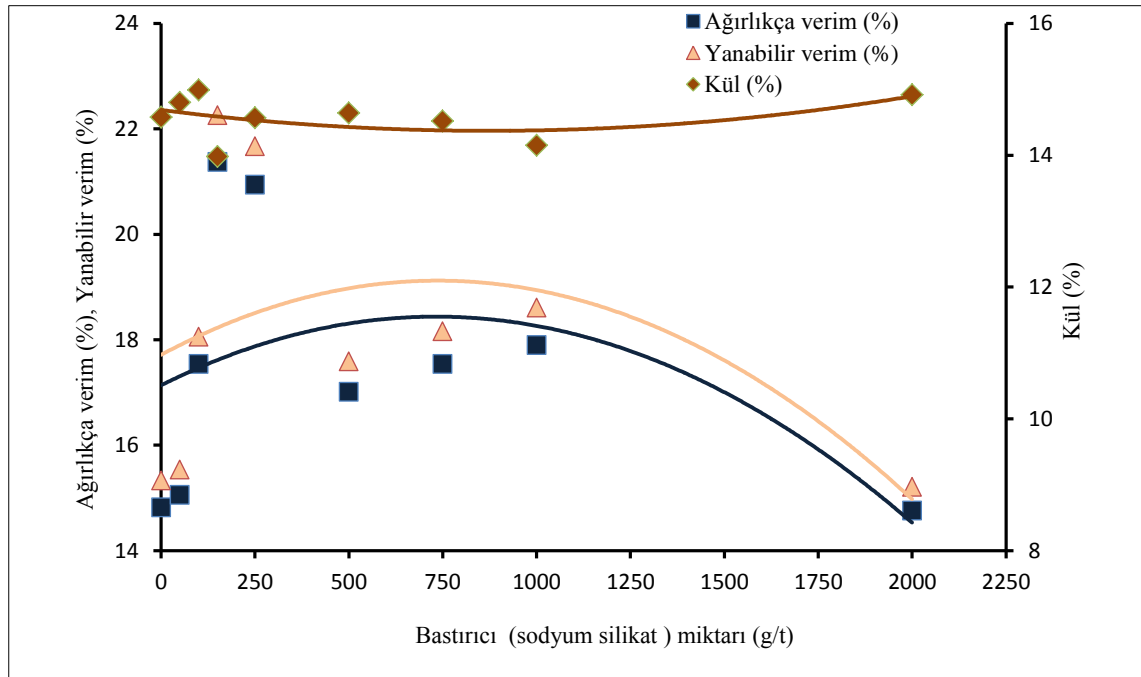
4.1 Sivas Linyit Kömürü Flotasyon Deneylei

4.1.1 Bastırıcı (sodyum silikat) miktarının etkisi

Optimum sodyum silikat miktarının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde dokuz farklı miktar kullanılmıştır. Bu miktarlar; 0 g/ton, 50 g/ton, 100 g/ton, 150 g/ton, 250 g/ton, 500 g/ton, 750 g/ton, 1000 g/ton ve 2000 g/ton'dur. Tablo 4.1'de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 1 Bastırıcı (sodyum silikat) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülöp ağırlıkça katı oranı (%)	% 10
Pülöp pH'ı	5,5-6
Na_2SiO_3 (g/ton)	0, 50, 100, 150, 250, 500, 750, 1000, 2000
Gazyağı (g/ton)	250
MIBC (g/ton)	50
Köpük alma süresi (dk)	5



Şekil 4.3 Bastırıcı (sodyum silikat) miktarının flotasyona etkisi

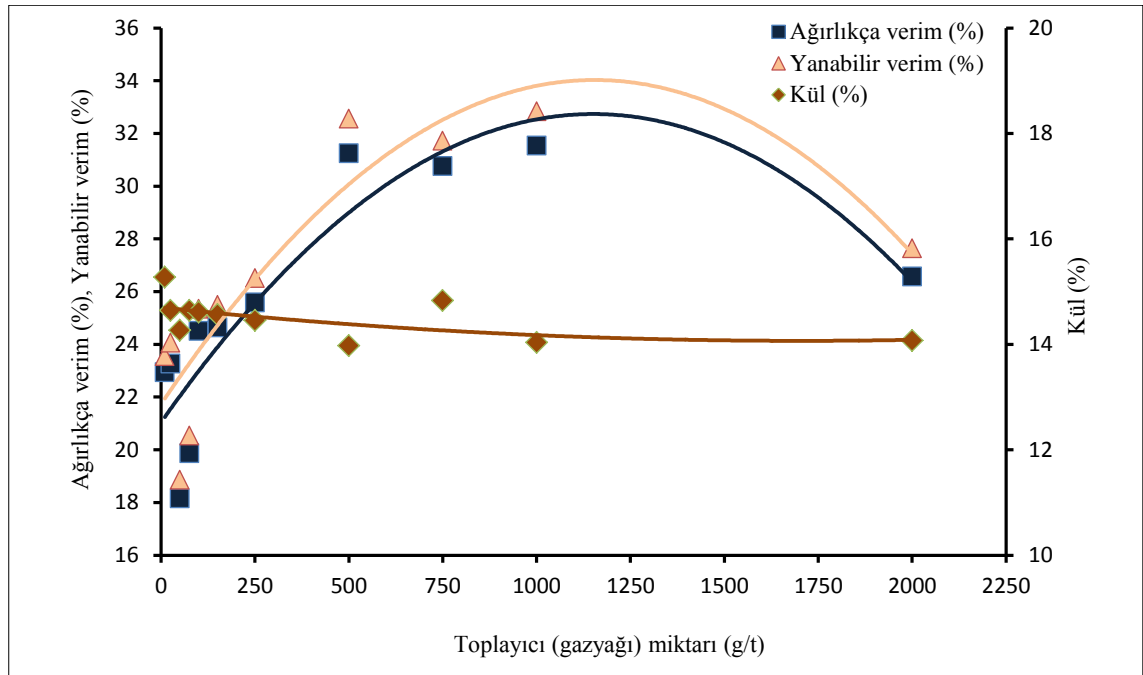
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.3' de görüldüğü gibi; sodyum silikat miktarı ağırlıkça verim(%21,37) yanabilir verim (%22,26) ve kül içeriği (%13,98) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği 150 g/ton optimum seçilmiştir.

4.1.2 Toplayıcı (gazyacı) miktarının etkisi

Optimum gazyağı miktarının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, on bir farklı miktar kullanılmıştır. Bu miktarlar; 10 g/ton, 25 g/ton, 50 g/ton, 75 g/ton, 100 g/ton, 150 g/ton, 250 g/ton, 500 g/ton, 750 g/ton, 1000g/ton ve 2000g/ton'dur. Tablo 4.2' de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 2 Toplayıcı (gazyacı) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülöp ağırlıkça katı oranı (%)	% 10
Pülöp pH'ı	5,5-6
Na_2SiO_3 (g/ton)	150
Gazyacı (g/ton)	10, 20, 50, 75, 100, 150, 250, 500, 750, 1000, 2000
MIBC (g/ton)	50
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.4 Toplayıcı (gazyacı) miktarının flotasyona etkisi

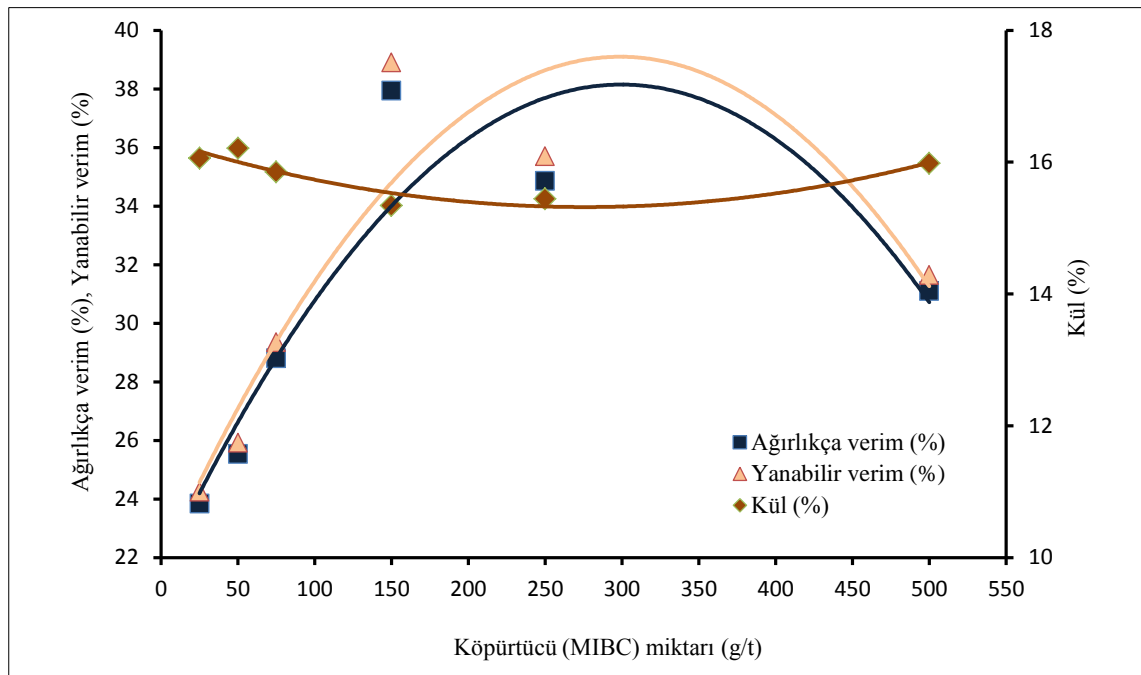
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.4'da görüldüğü gibi; gazyağı miktarı ağırlıkça verim (%31,24) yanabilir verim (%32,55) ve kül içeriği (%13,97) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği 500 g/ton optimum seçilmiştir.

4.1.3 Köpürtücü (MIBC) miktarının etkisi

Optimum MIBC miktarının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, altı farklı miktar kullanılmıştır Bu miktarlar; 25 g/ton, 50 g/ton, 75 g/ton, 150 g/ton, 250 g/ton ve 500 g/ton'dur. Tablo 4.3'de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 3 Köpürtücü (MIBC) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklene su miktarı (mL)	1125
Pülöp ağırlıkça katı oranı (%)	%10
Pülöp pH'ı	5,5-6
Na_2SiO_3 (g/ton)	150
Gazyağı (g/ton)	500
MIBC (g/ton)	25, 50, 75, 150, 250, 500
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.5 Köpürtücü (MIBC) miktarının flotasyona etkisi

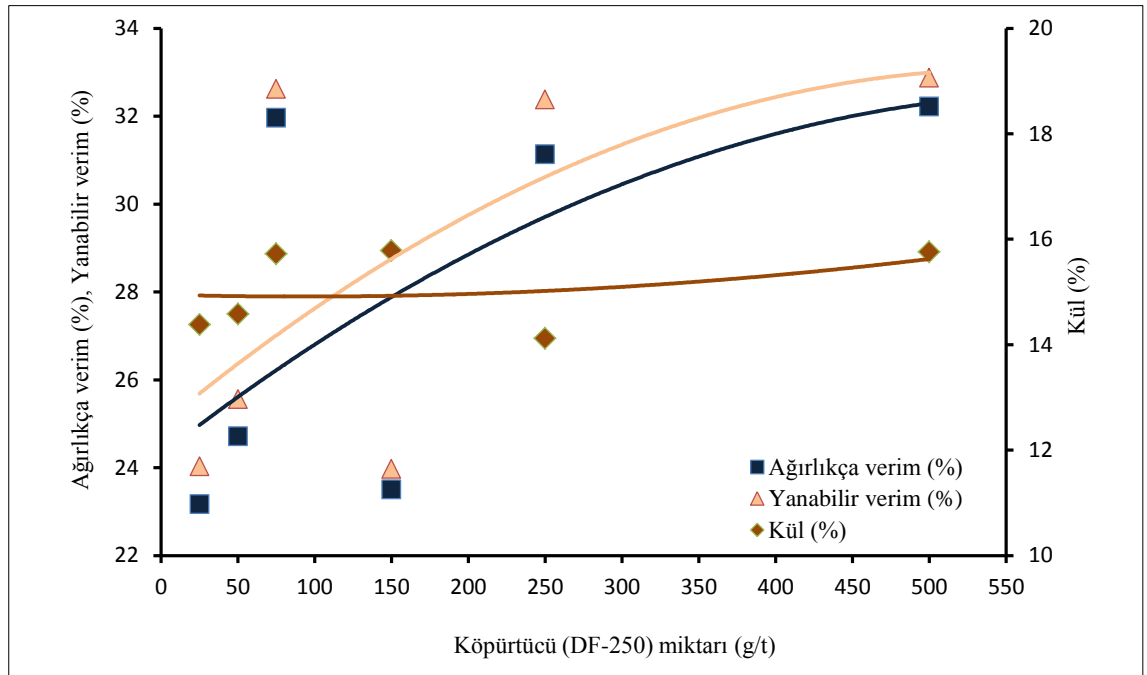
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.5’de görüldüğü gibi; MIBC miktarı ağırlıkça verim (%37,90) yanabilir verim (%38,90) ve kül içeriği (%15,34) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği 150 g/ton optimum seçilmiştir.

4.1.4. Köpürtücü (DF-250) miktarının etkisi

Optimum DF-250 miktarının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, altı farklı miktar kullanılmıştır. Bu miktarlar; 25 g/ton, 50 g/ton, 75 g/ton, 150 g/ton, 250 g/ton ve 500 g/ton’dur. Tablo 4.4’de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 4 Köpürtücü (DF-250) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülöp ağırlıkça katı oranı (%)	%10
Pülöp pH’ı	5,5-6
Na_2SiO_3 (g/ton)	150
Gazyağı (g/ton)	500
DF 250 (g/ton)	25, 50, 75, 150, 250, 500
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.6 Köpürtücü (DF-250) miktarını flotasyona etkisi

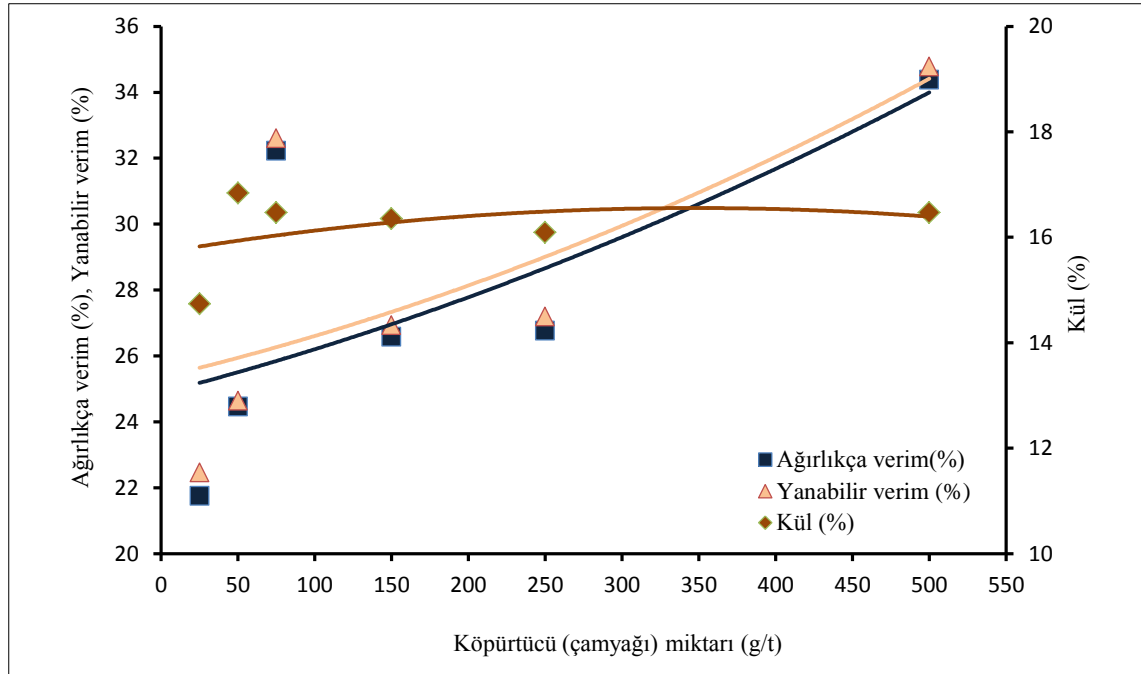
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.6’de görüldüğü gibi; DF-250 miktarı ağırlıkça verim (%31,13) yanabilir verim (%32,38) ve kül içeriği (%14,12) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği 250 g/ton optimum seçilmiştir.

4.1.5 Köpürtücü (çamyacı) miktarının etkisi

Optimum çamyacı miktarının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, altı farklı miktar kullanılmıştır. Bu miktarlar; 25 g/ton, 50 g/ton, 75 g/ton, 150 g/ton, 250 g/ton ve 500 g/ton’dur. Tablo 4.5’de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 5 Köpürtücü (çamyacı) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülp ağırlıkça katı oranı (%)	%20
Pülp pH’ı	5,5-6
Na_2SiO_3 (g/ton)	150
Gazyacı (g/ton)	500
Çamyacı (g/ton)	25, 50, 75, 150, 250, 500
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.7 Köpürtücü (çamyacı) miktarının flotasyona etkisi

Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.7’de görüldüğü gibi; çamyacı miktarı ağırlıkça verim (%34,38) yanabilir verim (%34,78) ve kül içeriği (%16,47) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği 500 g/ton optimum seçilmiştir.

Flotasyon deneylerinde 3 farklı köpürtücü kullanılmıştır. Tablo 4.6’da deneylerde kullanılan köpürtücülerin optimum miktarlarında elde edilen ağırlıkça verim, kül ve yanabilir verim değerlerinin karşılaştırılması gösterilmiştir. MIBC ile yapılan deneylerde ağırlıkça verim ve yanabilir verim; DF-250 ve çamyacı ile yapılan deneylerdeki verimlerden yüksek olduğu için, MIBC daha sonraki deneylerde kullanılmak üzere en iyi köpürtücü olarak seçilmiştir.

Tablo 4. 6 Optimum seçilen köpürtücü reaktiflerin karşılaştırılması

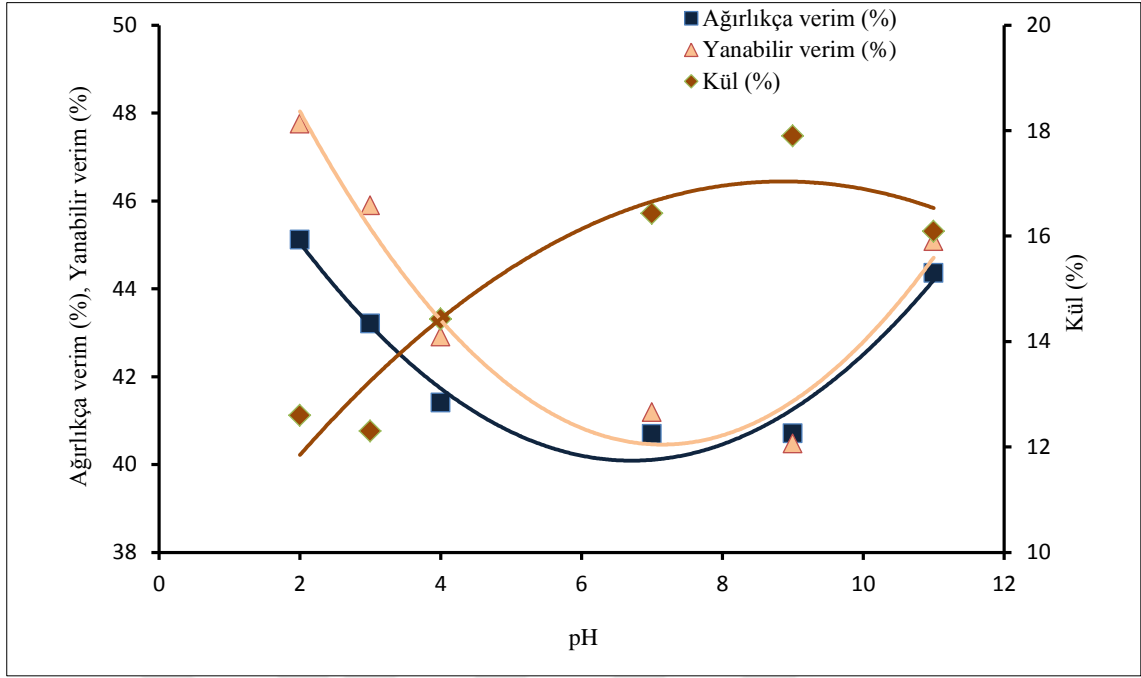
Köpürtücü adı	Köpürtücü miktar (g/ton)	Ağırlıkça verim (%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
MIBC	150	37,94	15,34	38,90
DF-250	250	31,13	14,12	32,38
Çamyacı	500	34,38	16,47	34,78

4.1.6 pH’in etkisi

Optimum pH’in tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, altı farklı pH değeri kullanılmıştır. Bu değerler; 2, 3, 4, 7, 9 ve 11 pH değerleridir. Tablo 4.7’de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 7 pH belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülöp ağırlıkça katı oranı (%)	% 10
pH	2, 3, 4, 7, 9, 11
Na_2SiO_3 (g/ton)	150
Gazyağı (g/ton)	500
MIBC (g/ton)	150
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.8 pH'nın flotasyona etkisi

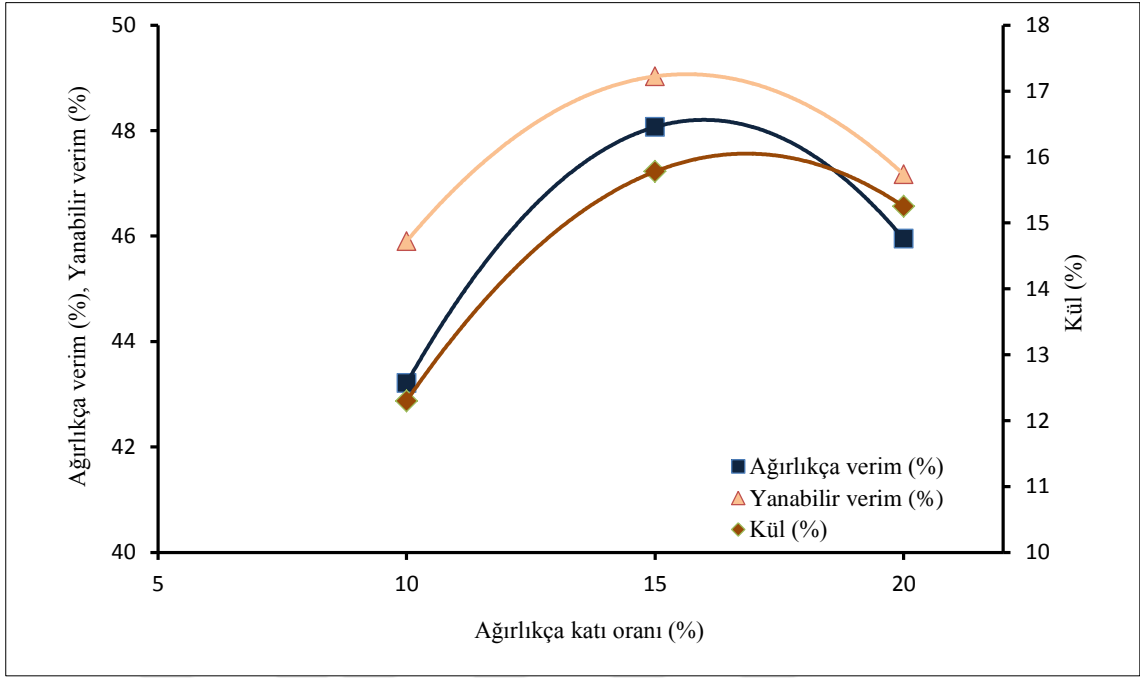
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.8' de görüldüğü gibi; pH değeri ağırlıkça verim (%43,21) yanabilir verim (%45,90) ve kül içeriği (%12,30) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği pH 3 değeri optimum seçilmiştir.

4.1.7 Ağırlıkça katı oranının etkisi

Optimum katı oranının tespitine amacıyla gerçekleştirilen deneylerde, üç farklı ağırlıkça katı oranı kullanılmıştır. Bu oranlar; %10, %15 ve %20'dir. Tablo 4.8'de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 8 Ağırlıkça katı oranının belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülp ağırlıkça katı oranı (%)	10, 15, 20
pH	3
Na_2SiO_3 (g/ton)	150
Gazyağı (g/ton)	500
MIBC (g/ton)	150
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.9 Ağırlıkça katı oranının flotasyona etkisi

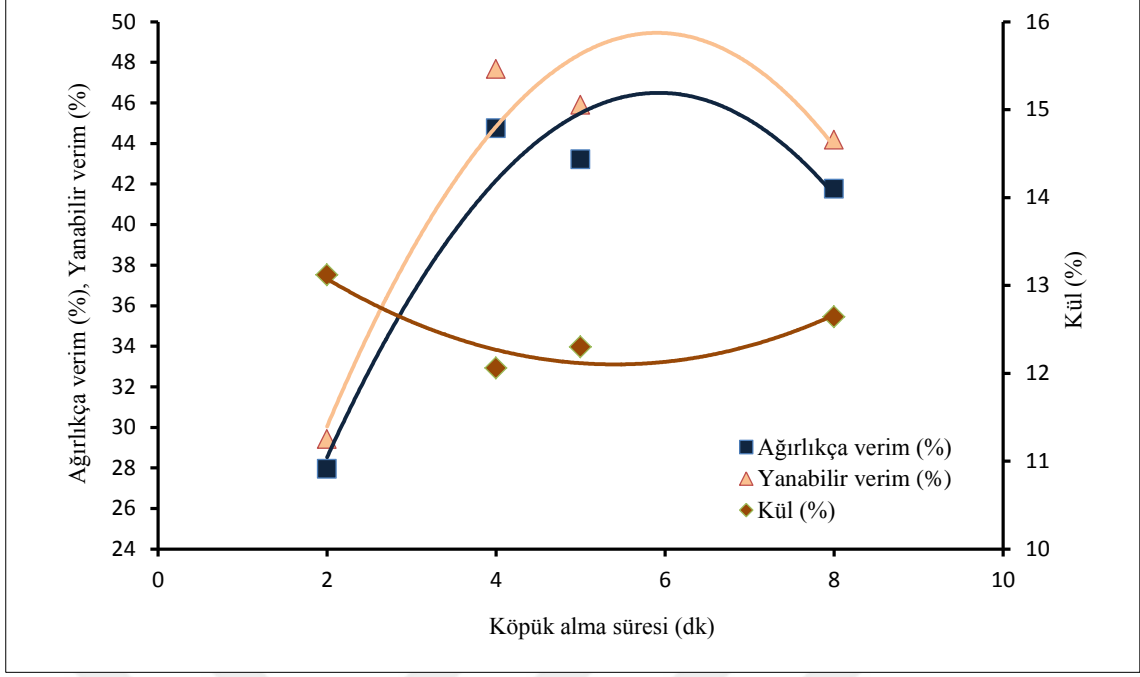
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.9’ da görüldüğü gibi; katı oranı ağırlıkça verim (%43,21) yanabilir verim (%45,90) ve kül içeriği (%12,30) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği katı oranı %10 optimum seçilmiştir.

4.1.8 Köpük alma süresinin etkisi

Optimum köpük alma süresinin tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, dört farklı köpük alma süresi kullanılmıştır. Bu süreler; 2, 4, 5 ve 8 dk’dır. Tablo 4.9’da flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 9 Köpük alma süresinin belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklene su miktarı (mL)	1125
Pülöp ağırlıkça katı oranı (%)	% 10
pH	3
Na_2SiO_3 (g/ton)	150
Gazyağı (g/ton)	500
MIBC (g/ton)	150
Köpük alma süresi (dk.)	2, 4, 5, 8



Şekil 4.10 Köpük alma süresinin flotasyona etkisi

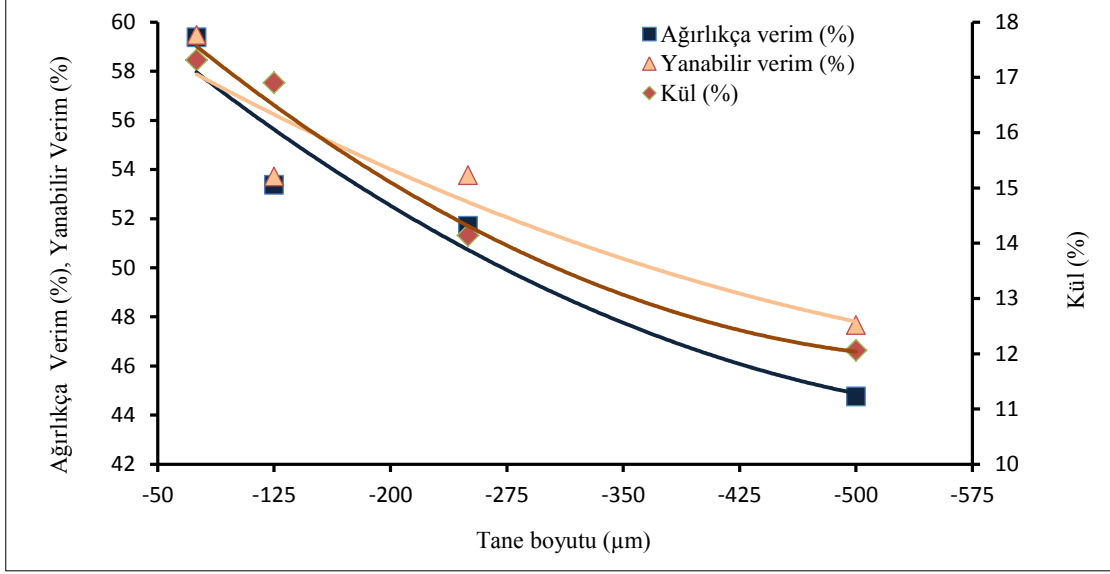
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4. 10' da görüldüğü gibi; köpük alma süresi ağırlıkça verim (%44,75) yanabilir verim (%47,66) ve kül içeriği (%12,06) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği köpük alma süresi 4 dk optimum seçilmiştir.

4.1.9 Tane boyutunun etkisi

Optimum tane boyutunun tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, dört farklı tane boyutu kullanılmıştır. Bu tane boyutları; -500, -250, -125 ve -75 μm 'dir. Tablo 4. 10'da flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 10 Tane boyutunun belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500, -250, -125, -75
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülp ağırlıkça katı oranı (%)	% 10
pH	3
Na_2SiO_3 (g/ton)	150
Gazyacı (g/ton)	500
MIBC (g/ton)	150
Köpük alma süresi (dk.)	4



Şekil 4.11 Tane boyutunun flotasyona etkisi

Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.11' de görüldüğü gibi; tane boyutu ağırlıkça verim (%44,75) yanabilir verim (%47,66) ve kül içeriği (%12,06) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği tane boyutu -500 µm optimum seçilmiştir.

Sivas Gemerek linyit kömür numunesinin flotasyon deneylerinde elde edilen optimum sonuçları Tablo 4.11' de verilmiştir.

Tablo 4. 11 Sivas Gemerek kömür numunesi flotasyon deneyleri optimum sonuçlar

Parametre	Optimum koşullar
Sodyum silikat (g/ton)	150
Gazyağı (g/ton)	500
MIBC (g/ton)	150
Pülp ağırlıkça katı oranı (%)	10
pH	3
Köpük alma süresi (dk)	4
Tane boyutu (µm)	-500

4.2 Yozgat Sorgun Kömürü Flotasyon Deneyleri

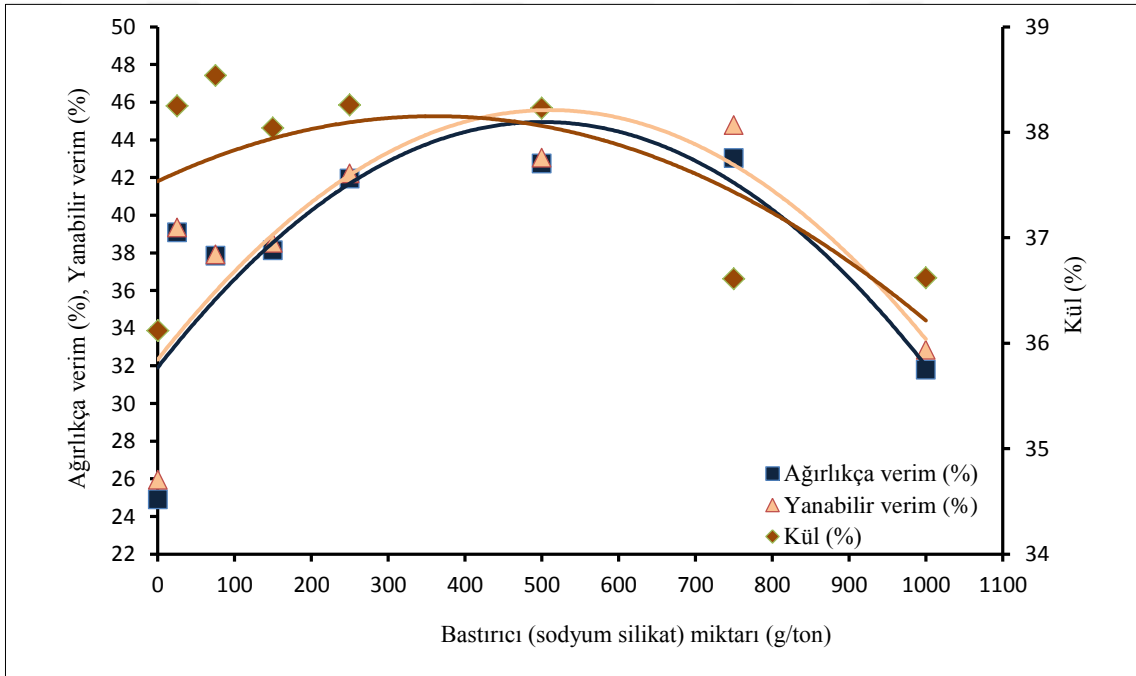
4.2.1 Bastırıcı (sodyum silikat) miktarının etkisi

Optimum sodyum silikat miktarının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde sekiz farklı miktar kullanılmıştır. Bu miktarlar; 0 g/ton, 25 g/ton, 75 g/ton, 150 g/ton,

250 g/ton, 500 g/ton, 750 g/ton ve 1000 g/ton'dur. Tablo 4.12 'de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 12 Bastırıcı (sodyum silikat) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklene su miktarı (mL)	1125
Pülp ağırlıkça katı oranı (%)	%10
Pülp pH'ı	3-3,5
Na_2SiO_3 (g/ton)	0, 25, 75, 150, 250, 500, 750, 1000
Gazyağı (g/ton)	250
MIBC (g/ton)	150
Köpük alma süresi (dk)	5



Şekil 4.12 Bastırıcı (sodyum silikat) miktarının flotasyona etkisi

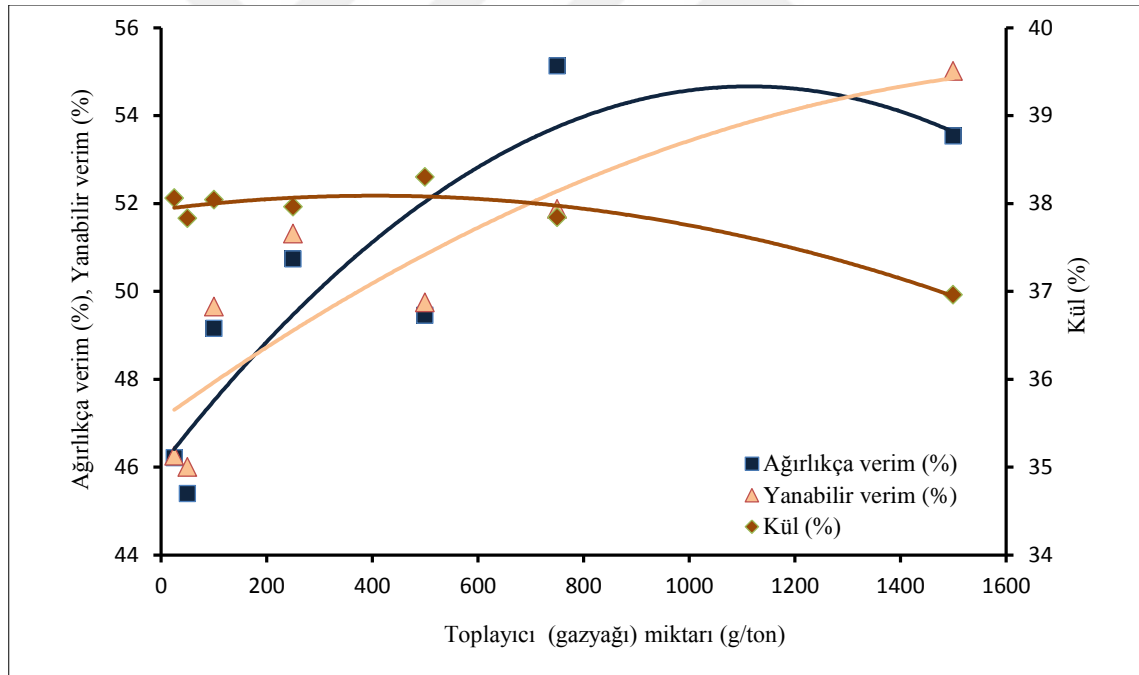
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.12'de görüldüğü gibi; sodyum silikat miktarı ağırlıkça verim (%43,04) yanabilir verim (%44,78) ve kül içeriği (%36,61) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği 750 g/ton optimum seçilmiştir.

4.2.2 Toplayıcı (gazyacı) miktarının etkisi

Optimum gazyacı miktarının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, yedi farklı miktar kullanılmıştır. Bu miktarlar; 25 g/ton, 50 g/ton, 100 g/ton, 250 g/ton, 500 g/ton, 750 g/ton ve 1000g/ton'dur. Tablo 4.13 'te flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 13 Toplayıcı (gazyacı) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen ağırlıkça su miktarı (mL)	1125
Pülp katı oranı (%)	%10
Pülp pH'ı	3-3,5
Na_2SiO_3 (g/ton)	750
Gazyacı (g/ton)	25, 50, 100, 250, 500, 750, 1000
MIBC (g/ton)	150
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.13 Toplayıcı (gazyacı) miktarının flotasyona etkisi

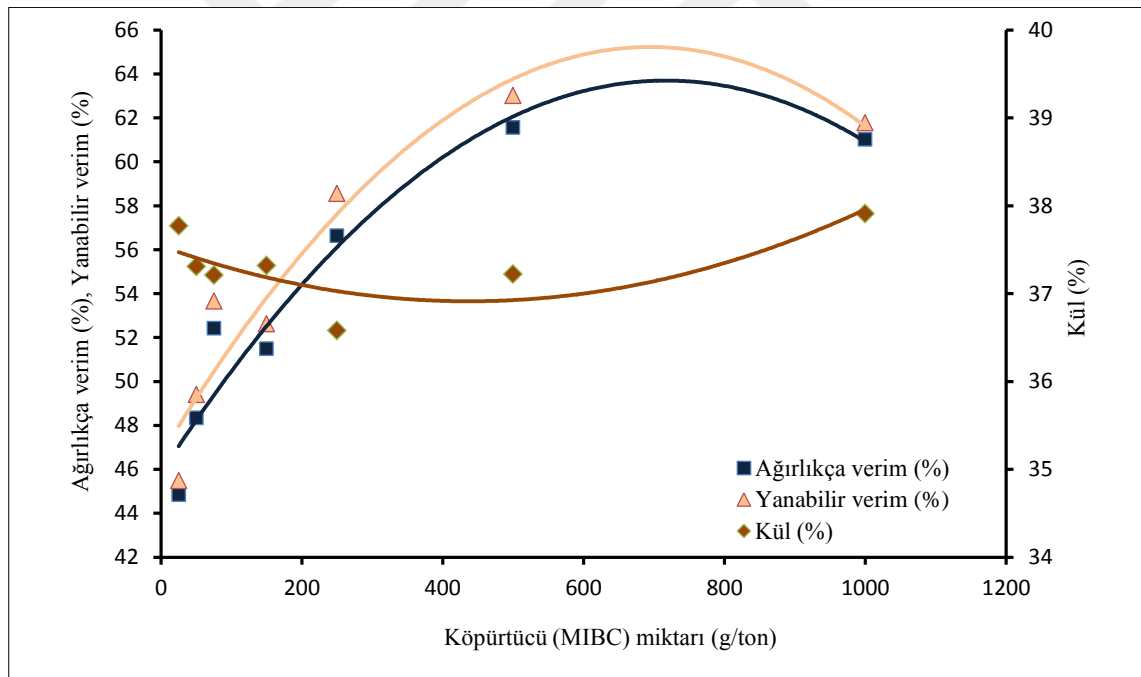
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.13' te görüldüğü gibi; gazyacı miktarı, ağırlıkça verim (%55,13) yanabilir verim (%55,87) ve kül içeriği (%37,84) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği 750 g/ton optimum seçilmiştir.

4.2.3. Köpürtücü (MIBC) miktarının etkisi

Optimum MIBC miktarının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, yedi farklı miktar kullanılmıştır. Bu miktarlar; 25 g/ton, 50 g/ton, 75 g/ton, 150 g/ton, 250 g/ton, 500 g/ton ve 1000 g/ton'dur. Tablo 4.14'te flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 14 Köpürtücü (MIBC) miktarının belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülp ağırlıkça katı oranı (%)	% 10
Pülp pH'ı	3-3,5
Na_2SiO_3 (g/ton)	750
Gazyağı (g/ton)	750
MIBC (g/ton)	25, 50, 75, 150, 250, 500, 1000
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.14 Köpürtücü (MIBC) miktarının flotasyona etkisi

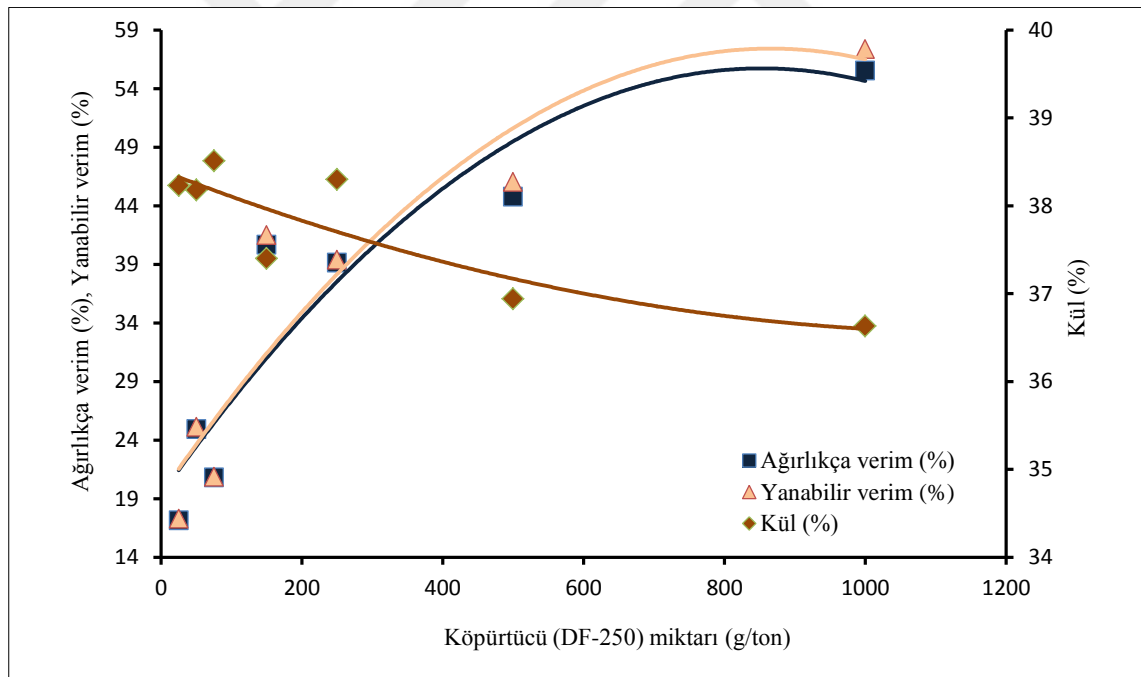
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.14' de görüldüğü gibi; MIBC miktarı, ağırlıkça verim (%61,56) yanabilir verim (%63,01) ve kül içeriği (%37,22) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği 500 g/ton optimum seçilmiştir.

4.2.4 Köpürtücü (DF-250) miktarının etkisi

Optimum DF-250 miktarının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, yedi farklı miktar kullanılmıştır. Bu miktarlar; 25 g/ton, 50 g/ton, 75 g/ton, 150 g/ton, 250 g/ton, 500 g/ton ve 1000 g/ton'dur. Tablo 4.15 'de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 15 Köpürtücü (DF-250) etkisi için gerekli parametreler

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklene su miktarı (mL)	1125
Pülp ağırlıkça katı oranı (%)	% 10
Pülp pH'ı	3-3,5
Na_2SiO_3 (g/ton)	750
Gazyağı (g/ton)	750
DF 250 (g/ton)	25, 50, 75, 150, 250, 500,1000
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.15 Köpürtücü (DF-250) miktarının flotasyona etkisi

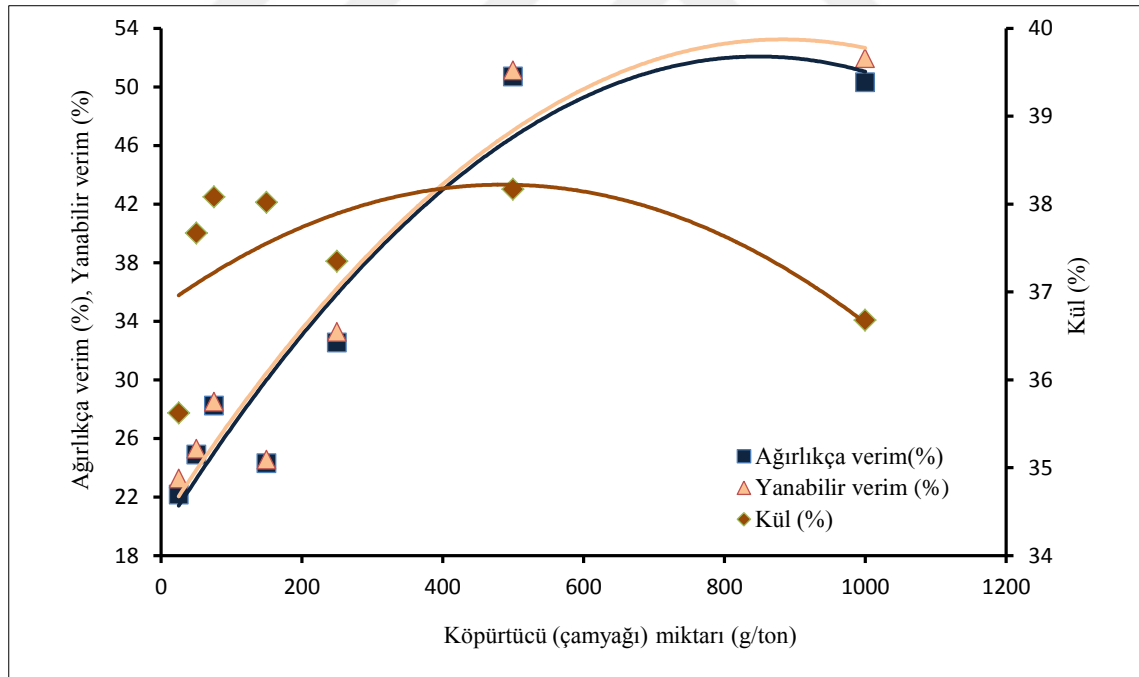
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.15' de görüldüğü gibi; DF-250 miktarı ağırlıkça verim (%55,53) yanabilir verim (%57,37) ve kül içeriği (%36,63) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği 1000 g/ton optimum seçilmiştir.

4.2.5 Köpürtücü (çamyağı) miktarının etkisi

Optimum çamyağı miktarının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, yedi farklı miktar kullanılmıştır. Bu miktarlar; 25 g/ton, 50 g/ton, 75 g/ton, 150 g/ton, 250 g/ton, 500 g/ton ve 1000 g/ton'dur. Tablo 4.16 'da flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 16 Köpürtücü (çamyağı) miktarının belirlenmesi flotasyon deneykoşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülp ağırlıkça katı oranı (%)	%20
Pülp pH'ı	3-3,5
Na_2SiO_3 (g/ton)	750
Gazyağı (g/ton)	750
Çamyağı (g/ton)	25, 50, 75, 150, 250, 500, 1000
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.16 Köpürtücü (çamyağı) miktarının flotasyona etkisi

Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.16' da görüldüğü gibi; çamyağı miktarı ağırlıkça verim (%50,32) yanabilir verim (%51,94) ve kül içeriği (%36,68) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği 1000 g/ton optimum seçilmiştir.

Flotasyon deneylerinde 3 farklı köpürtücü kullanılmıştır. Tablo 4.17 'de deneylerde kullanılan köpürtücülerin optimum miktarlarında elde edilen ağırlıkça verim, kül ve yanabilir verim değerlerinin karşılaştırılması gösterilmiştir. MIBC ile yapılan deneylerde ağırlıkça verim ve yanabilir verim; DF-250 ve çamyağı ile yapılan deneylerdeki verimlerden yüksek olduğu için, MIBC daha sonraki deneylerde kullanılmak üzere en iyi köpürtücü olarak seçilmiştir.

Tablo 4. 17 Optimum seçilen köpürtücü reaktiflerin karşılaştırılması

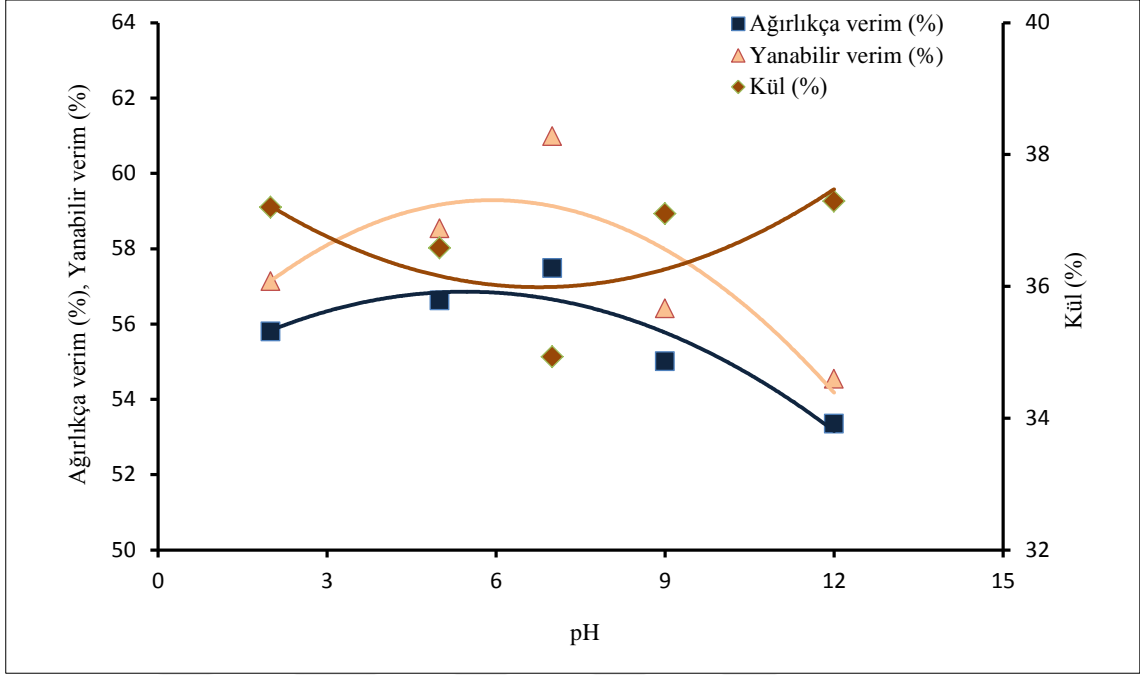
Köpürtücü adı	Köpürtücü miktar (g/ton)	Ağırlıkça verim (%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
MIBC	500	61,56	37,22	63,01
DF-250	1000	55,53	36,63	57,37
Çamyağı	1000	50,32	36,68	51,94

4.2.6 pH'in etkisi

Optimum pH'in tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, beş farklı pH değeri kullanılmıştır. Bu değerler; 2, 5, 7, 9 ve 12 pH değerleridir. Tablo 4.18'de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 18 pH belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülöp ağırlıkça katı oranı (%)	% 10
pH	2, 5, 7, 9, 12
Na_2SiO_3 (g/ton)	750
Gazyağı (g/ton)	750
MIBC (g/ton)	500
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.17 pH'ın flotasyona etkisi

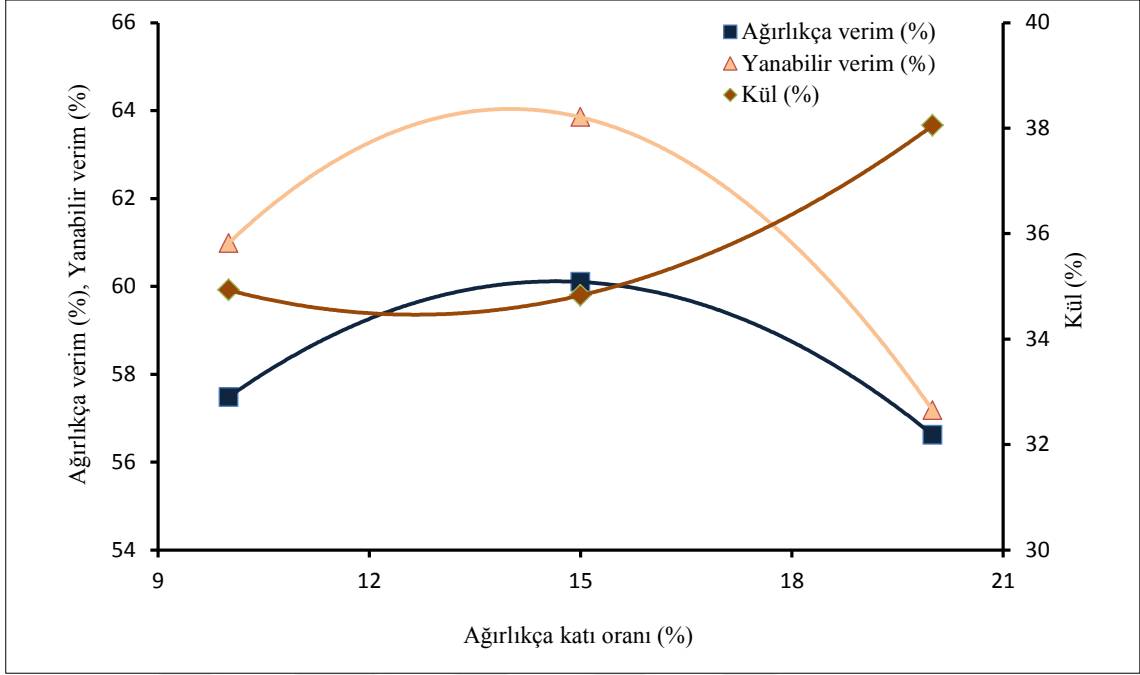
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.17' de görüldüğü gibi; pH değeri; ağırlıkça verim (%57,48) yanabilir verim (%60,98) ve kül içeriği (%34,93) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği pH 7 optimum seçilmiştir.

4.2.7 Ağırlıkça katı oranının etkisi

Optimum ağırlıkça katı oranının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, üç farklı ağırlıkça katı oranı kullanılmıştır. Bu oranlar; %10, %15 ve %20'dir. Tablo 4.19'da flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 19 Ağırlıkça katı oranının belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülp ağırlıkça katı oranı (%)	%10, %15, %20
pH	7
Na_2SiO_3 (g/ton)	750
Gazyağı (g/ton)	750
MIBC (g/ton)	500
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.18 Ağırlıkça katı oranının flotasyona etkisi

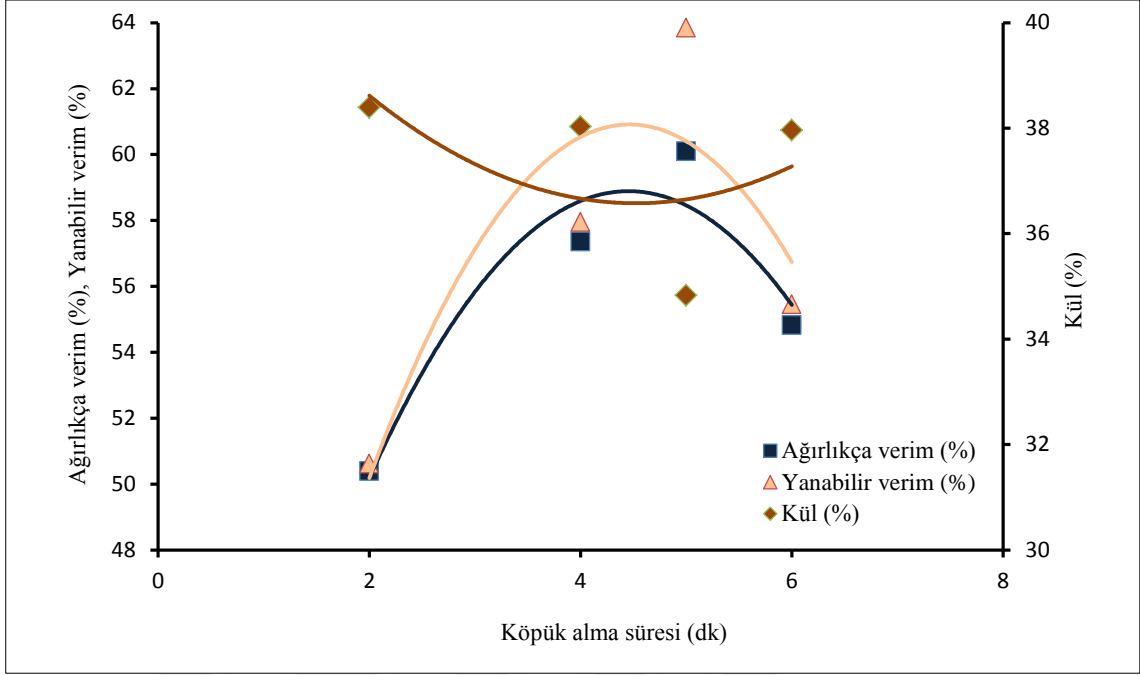
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.18’ de görüldüğü gibi; ağırlıkça katı oranı ağırlıkça verim (%60,10) yanabilir verim (%63,85) ve kül içeriği (%34,83) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği katı oran %15 optimum seçilmiştir.

4.2.8 Köpük alma süresinin etkisi

Optimum köpük alma süresinin tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, dört farklı köpük alma süresi kullanılmıştır. Bu süreler; 2, 4, 5 ve 6 dk’dır. Tablo 4.20’de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 20 Köpük alma süresinin belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülöp ağırlıkça katı oranı (%)	% 15
pH	7
Na_2SiO_3 (g/ton)	750
Gazyağı (g/ton)	750
MIBC (g/ton)	500
Köpük alma süresi (dk.)	2, 4, 5, 6



Şekil 4.19 Köpük alma süresinin flotasyona etkisi

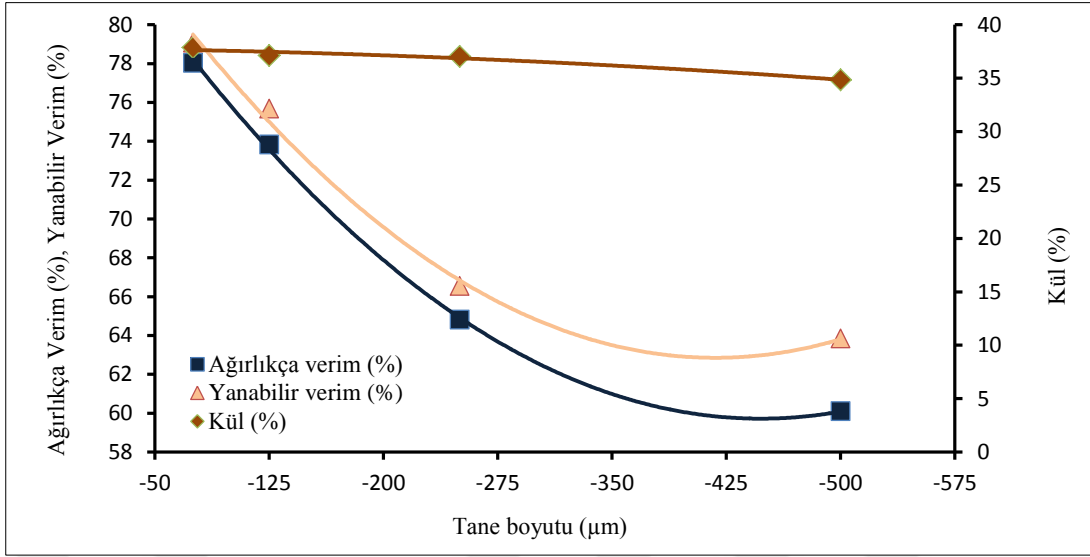
Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.19' da görüldüğü gibi; köpük alma süresi ağırlıkça verim (%60,10) yanabilir verim (%63,85) ve kül içeriği (%34,83) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği köpük alma süresi 5 dk optimum seçilmiştir.

4.2.9 Tane boyutunun etkisi

Optimum tane boyutunun tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen deneylerde, dört farklı tane boyutu kullanılmıştır. Bu tane boyutları; -500, -250, -125 ve -75 μm 'dir. Tablo 4.21'de flotasyon deney koşulları verilmiştir.

Tablo 4. 21 Tane boyutunun belirlenmesi flotasyon deney koşulları

Parametre	Değerler
Tane boyutu (μm)	-500, -250, -125, -75
Eklenen su miktarı (mL)	1125
Pülöp ağırlıkça katı oranı (%)	% 10
pH	7
Na_2SiO_3 (g/ton)	750
Gazyağı (g/ton)	750
MIBC (g/ton)	500
Köpük alma süresi (dk.)	5



Şekil 4.20 Tane boyutunun flotasyona etkisi

Yapılan deneyler sonucunda Şekil 4.20’de görüldüğü gibi; tane boyutu ağırlıkça verim (%60,10) yanabilir verim (%63.85) ve kül içeriği (%34.83) açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçların elde edildiği tane boyutu -500 µm optimum seçilmiştir.

Yozgat Sorgun linyit kömür numunesi flotasyon deneylerinde elde edilen optimum sonuçlar Tablo 4.22’ de verilmiştir.

Tablo 4. 22 Yozgat Sorgun kömür numunesinin flotasyon deneyleri optimum sonuçları

Parametre	Optimum koşullar
Sodyum silikat (g/ton)	750
Gazyağı (g/ton)	750
MIBC (g/ton)	500
Pülp ağırlıkça katı oranı (%)	15
pH	7
Köpük alma süresi (dk)	5
Tane boyutu (µm)	-500

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sivas Gemerek ve Yozgat Sorgun linyit kömür numuneleri ile yapılan flotasyon deneyleri kül, ağırlıkça verim ve yanabilir verim açısından değerlendirilmiştir. Deneylerde bastırıcı olarak sodyum silikat; toplayıcı olarak gazyağı; köpürtücü olarak MIBC, DF-250 ve çamyacı kullanılmıştır. Deneylerde pH'ın etkisi, ağırlıkça katı oranı, köpük alma süresi ve tane boyutunun etkileri incelenmiştir.

Sivas Gemerek linyit kömürü üzerinde yapılan flotasyon deneylerinde:

Bastırıcı olarak kullanılan sodyum silikat miktarının etkisinin incelendiği deneyler sonucunda optimum 150 g/ton seçilmiştir. 150 g/ton sodyum silikat miktarında ağırlıkça verim= %21,37 , yanabilir verim= %22,26 ve kül = %13,97 elde edilmiştir.

Toplayıcı olarak kullanılan gazyağı miktarının etkisinin incelendiği deneyler sonucunda 500 g/ton optimum seçilmiştir. 500 g/ton gazyağı miktarında ağırlıkça verim= %31,24, yanabilir verim= %32,55 ve kül= %13,97 olarak tespit edilmiştir.

Köpürtücü olarak kullanılan reaktiflerin optimum miktarları MIBC=150 g/ton, DF-250 =250 g/ton ve çamyacı =500 g/ton olarak seçilmiştir. 150 g/ton optimum MIBC miktarında; ağırlıkça verim = %37,94 , yanabilir verim= %38,90 ve kül = %15,34 olarak tespit edilmiştir. 250 g/ton optimum DF-250 miktarında; ağırlıkça verim = %31,13 yanabilir verim= %32,38 ve kül = %14,12 olarak tespit edilmiştir. 500 g/ton optimum çamyacı miktarında; ağırlıkça verim = %34,38 yanabilir verim= %34,78 ve kül = %16,47 olarak tespit edilmiştir. MIBC ile yapılan deneylerde ağırlıkça verim ve yanabilir verim; DF-250 ve çamyacı ile yapılan deneylerdeki deneysel kazanımlardan yüksek olduğu için, MIBC daha sonraki deneylerde kullanılmak üzere en iyi köpürtücü olarak seçilmiştir.

Pülp pH'ının etkisinin incelendiği 2, 3, 4, 7, 9, 11 değerlerinde deneyler yapılmıştır. Optimum sonuçlar; ağırlıkça verim= %43,21 yanabilir verim= %45,90 ve kül= %12,30 değerleri ile pH 3'te elde edilmiştir.

Ağırlıkça katı oranının etkisinin incelendiği deneylerde %10, %15 ve %20 değerleri kullanılmıştır. %15 ağırlıkça katı oranında ağırlıkça verim = %48,07 , yanabilir verim= %49,03 ve kül = %15,78 olarak tespit edilmiştir. %10 ağırlıkça katı oranında ise ağırlıkça verim = %43,21 yanabilir verim= %45,90 ve kül = %12,30 olarak tespit

edilmiştir. %20 ağırlıkça katı oranında ağırlıkça verim = %45,95 yanabilir verim= %47,17 ve kül = %15,25 olarak tespit edilmiştir. Deneylein sonuncunda kül değeri en düşük olduğu için %10 katı oranı değeri optimum seçilmiştir.

Köpük alma süresinin etkisi 2, 4, 5, 8 dakika sürelerde incelenmiştir. Optimum sonuçlar; ağırlıkça verim= %44,75 , yanabilir verim= %47,66 ve kül =%12,06 değerleri ile köpük alma süresi 4 dakika olarak seçilmiştir.

Tane boyutunun etkisinin incelendiği deneylerde -500, -250 , -125 ve -75 µm boyutları kullanılmıştır. Optimum sonuçlar; ağırlıkça verim= %44,75 , yanabilir verim= %47,66 ve kül =%12,06 değerleri ile tane boyutu -500 µm seçilmiştir.

Sivas Gemerek linyit kömür numunesi flotasyon deneylerinin sonucunda; sodyum silikat 150 g/ton, gazyağı 500 g/ton, MIBC 150 g/ton, pH 3, katı oranı %10, köpük alma süresi 4 dakika ve tane boyutu -500 µm seçilmiştir.

Yozgat Sorgun linyit kömürü üzerinde yapılan flotasyon deneylerinde:

Bastırıcı olarak kullanılan sodyum silikat miktarının etkisinin incelendiği deneyler sonucunda optimum 750 g/ton seçilmiştir. 750 g/ton sodyum silikat miktarında ağırlıkça verim= %43,04 , yanabilir verim= %44,78 ve kül = %36,6 elde edilmiştir.

Toplayıcı olarak kullanılan gazyağı miktarının etkisinin incelendiği deneyler sonucunda 750 g/ton optimum seçilmiştir. 750 g/ton gazyağı miktarında ağırlıkça verim= %55,13 , yanabilir verim= %55,87 ve kül= %37,84 olarak tespit edilmiştir.

Köpürtücü olarak kullanılan reaktiflerin optimum miktarları MIBC=500 g/ton, DF-250 =1000 g/ton ve çamyadı =1000 g/ton olarak seçilmiştir. 500 g/ton optimum MIBC miktarında; ağırlıkça verim = %61,56 , yanabilir verim= %63,01 ve kül = %37,22 olarak tespit edilmiştir. 1000 g/ton optimum DF-250 miktarında; ağırlıkça verim = %55,53 , yanabilir verim= %57,37 ve kül = %36,63 olarak tespit edilmiştir. 1000 g/ton optimum çamyadı miktarında; ağırlıkça verim = %50,32 , yanabilir verim= %51,94 ve kül = %36,68 olarak tespit edilmiştir. MIBC ile yapılan deneylerde ağırlıkça verim ve yanabilir verim; DF-250 ve çamyadı ile yapılan deneylerdeki deneysel kazanımlardan yüksek olduğu için, MIBC daha sonraki deneylerde kullanılmak üzere en iyi köpürtücü olarak seçilmiştir.

Pülp pH'ının etkisinin incelendiği 2, 5, 7, 9, 12 değerlerinde deneyler yapılmıştır. Optimum sonuçlar; ağırlıkça verimi= %57,48 , yanabilir verim= %60,98 kül= %34,93 değerleri ile pH 7'de elde edilmiştir.

Ağırlıkça katı oranının etkisinin incelendiği deneylerde %10, %15 ve %20 değerleri kullanılmıştır. %10 ağırlıkça katı oranında ağırlıkça verim = %57,48, yanabilir verim= %60,98 ve kül = %34,93 olarak tespit edilmiştir. %15 ağırlıkça katı oranında ağırlıkça verim = %60,10 yanabilir verim= %63,85 ve kül = %34,83 olarak tespit edilmiştir. %20 ağırlıkça katı oranında ağırlıkça verim = %56,62, yanabilir verim= %57,18 ve kül = %38,05 olarak tespit edilmiştir. Deneylerin sonucunda kül değeri en düşük olduğu için %15 katı oranı değeri optimum seçilmiştir.

Köpük alma süresinin etkisi 2, 4, 5, 6 dakika sürelerde incelenmiştir. Optimum sonuçlar; ağırlıkça verim=%60,10 yanabilir verim= %63,85 ve kül %34,83 değerleri ile köpük alma süresi 5 dakika olarak seçilmiştir.

Tane boyutunun etkisinin incelendiği deneylerde -500, -250,-125 ve -75 µm boyutları kullanılmıştır. Optimum sonuçlar; ağırlıkça verim= %60,10 yanabilir verim= %63,85 ve kül =%34,83 değerleri ile tane boyutu -500 µm seçilmiştir.

Yozgat Sorgun linyit kömür numunesi flotasyon deneylerinin sonucunda; sodyum silikat 750 g/ton, gazyağı 750 g/ton, MIBC 500 g/ton, pH 7, katı oranı %15, köpük alma süresi 5 dakika ve tane boyu 500 µm'nin altı en iyi sonuçları verdiği için seçilmiştir.

Optimum koşullarda yapılan flotasyon deneyleri sonucunda;

Sivas Gemerek kömür numunesinin alt ısıl değeri 4154 kcal/kg dan 4511 kcal/kg'a yükseltmiştir. Linyit kömürünün kül içeriği; % 44,75 ağırlıkça verim, % 47,66 yanabilir verim ile %17,43'den %12,06'ya düşürülmüştür.

Yozgat Sorgun yöresindeki kömür numunesinin alt ısıl değeri de 3563 kcal/kg'dan 4144 kcal/kg'a yükseltilmiştir. Linyit kömürünün kül içeriği; % 60,10 ağırlıkça verim, % 63,85 yanabilir verim ile %38,66 dan %34,83'e düşürülmüştür.

KAYNAKLAR

- Aksarı, B.** (1998). Flotasyon Kolonları Temel Çalışma Prensipleri ve Ayırma İşlemine Etki Eden Parametreler, *Madencilik*, 21-40s.
- Atak, S.** (1990). Flotasyon İlkeleri ve Uygulamaları . *İTÜ VAKFI*.
- Ateşok, G.** (1986). Kömür Hazırlama, *Yurt Madenciliği Geliştirme Vakfı* 190s.
- Boylu, F., & Ateşok, G.** (1999). Türkiye'de ki Kömür Politikaları ve Temiz Kömür Sempozyumu. *Çevre Dostu Yeni Bir Enerji Hammaddesi: Kömür-Su Karışımları*, 154-162s. Ankara.
- DPT.** (2001). Madencilik Özel İhtisas Komisyon Raporu Enerji Maddeler Alt Komisyonu Kömür Çalışma Grubu, DPT: 2605 - ÖİK: 616 Ankara:.
- Gülsuna, G.** (2007). Linyit Kömürü Ara Ürününün Flotasyon ile Zenginleştirilmesinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (*Yüksek lisans Tezi*), 51s, Adana.
- Güven, Ö., & Ateşok, G.** (1991). Kömür Teknolojisi ve Kullanımı Semineri. *Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı*. İstanbul.
- Hacıfazlıoğlu, H.** (2012). Kuru Kömür Zenginleştirme Yöntemlerinin Tanıtılması, *Madencilik*, 29-42s.
- Kemal, M., & Aslan, V.** (1999). Kömür Teknolojisi (Genişletilmiş 3. Baskı). *Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi*. İzmir
- Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 1996** Kömür Tanımı ve Sınıflandırması. Kömür Çalışma Raporu. *Devlet Planlama Teşkilatı Yayını*. Ankara:
- Kural, O.** (1991). Linyit Kömürü Değerlendirilmesi ve Kullanımında Kömür Özelliklerinin Etkileri, *Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı Kurtiş Matbaası*. İstanbul. 17 - 49s
- Ocal, T.** (2015). sideplayer: <<https://slideplayer.biz.tr/slide/2570718/>> alındığı tarih:11.05.2019

- Önal, G., & Güney, A.** (1996). Kömür Hazırlama Yöntemleri ve Tesisleri. *Özgün Ofset Matbacılık A.S.*, İstanbul.
- Özpeker, I.** (1991). Kömür Oluşumu Petrografisi ve Sınıflandırılması. *Özgün Ofset Matbaacılık*. İstanbul.
- Seyrenkaya, A.** (2003). Muğla-Milas Bölgesi Abit Cevherinden Mika ve Ağır Minerallerin Flotasyon ile Uzaklaştırılması. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 171-180s.
- Tekinalp, İ.** (2008). Flotasyon Performansına Etki Eden Kinetik Özellikler ile Yüzebilirlik Değişenleri Arasındaki İlişkinin Araştırılması. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. (Yüksek lisans Tezi)*, 91s, Sivas
- Yılmazel, H.** (2010). Çatalağzı Termik Santralinde (Çates) Kullanılan Lavvar Artıklarındaki Kömürün Kazanımında Optimum Flotasyon Koşullarının Araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*,92s, Adana.



EKLER

EK 1: Tane Boyu Dağılım Eğrileri Verileri

Tane İriliği (µm)	Sivas Gemerek linyit numunesi		Yozgat Sorgun linyit numunesi	
	K.E.A (%)	K.E.Ü (%)	K.E.A (%)	K.E.Ü (%)
500	100	0,0	100	0,0
425	87,10	12,90	84,87	15,13
300	75,08	24,92	71,26	28,74
250	63,45	36,55	58,35	41,65
180	52,64	47,36	46,61	53,39
125	43,00	57,00	39,90	60,40
90	34,93	65,07	34,11	65,89
63	27,21	72,79	30,24	69,76
45	22,65	77,35	27,51	72,49

EK 2: Sivas Gemerek Kömürü Flotasyon Deneyleri

1. Na₂SiO₃ Miktarının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Na ₂ SiO ₃ miktarı (g/ton)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
0	14,82	14,58	15,33
50	15,06	14,8	15,54
100	17,54	14,99	18,06
150	21,37	13,98	22,26
250	20,94	14,57	21,67
500	17,01	14,64	17,59
750	17,54	14,52	18,16
1000	17,90	14,15	18,61
2000	14,76	14,92	15,21

2. Gazyağı Miktarının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Gazyağı miktarı (g/ton)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
10	22,94	15,27	23,54
25	23,26	14,64	24,05
50	18,15	14,26	18,85
75	19,86	14,64	20,53
100	24,50	14,61	25,34
150	24,64	14,56	25,48
250	25,58	14,45	26,50
500	31,24	13,97	32,55
750	30,75	14,83	31,72
1000	31,53	14,03	32,83
2000	26,56	14,07	27,64

3. MIBC Miktarının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

MIBC miktarı (g/ton)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
25	23,84	16,06	24,24
50	25,53	16,21	25,91
75	28,80	15,85	29,35
150	37,94	15,34	38,90
250	34,86	15,44	35,70
500	31,09	15,98	31,64

4. DF-250 Miktarının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

DF-250 miktarı (g/ton)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
25	23,17	14,38	24,03
50	24,71	14,58	25,56
75	31,96	15,72	32,62
150	23,50	15,78	23,97
250	31,13	14,12	32,38
500	32,22	15,76	32,87

5. Çamyağı Miktarının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Çamyağı miktarı (g/ton)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
25	21,75	14,74	22,46
50	24,46	16,84	24,64
75	32,22	16,47	32,60
150	26,58	16,35	26,93
250	26,76	16,09	27,19
500	34,38	16,47	34,78

6. pH' ın Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

pH	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
2	45,12	12,60	47,76
3	43,21	12,30	45,90
4	41,41	14,43	42,91
7	40,70	16,43	41,19
9	40,71	17,90	40,48
11	44,36	16,09	45,08

7. Ağırlıkça Katı Oranının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Ağırlıkça katı oranı (%)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
10	43,21	12,30	45,90
15	48,07	15,78	49,03
20	45,95	15,25	47,17

8. Köpük Alma Süresinin Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Süre (dk)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
2	27,95	13,12	29,41
4	44,75	12,06	47,66
5	43,21	12,30	45,90
8	41,76	12,64	44,18

9.Tane Boyutunun Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Tane Boyutu (μm)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
-500	44,75	12,06	47,66
-250	51,70	14,14	53,76
-125	53,37	16,90	53,71
-75	59,38	17,31	59,47

EK 3: Yozgat Sorgun Kömürü Flotasyon Deneyleri

1. Na₂SiO₃ Miktarının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Na ₂ SiO ₃ miktarı (g/ton)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
0	24,91	36,12	25,94
25	39,09	38,25	39,35
75	37,85	38,54	37,92
150	38,13	38,04	38,52
250	41,95	38,26	42,22
500	42,75	38,23	43,05
750	43,04	36,61	44,78
1000	31,79	36,62	32,85

2. Gazyağı Miktarının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Gazyağı miktarı (g/ton)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
25	46,21	38,06	46,25
50	45,39	37,83	46,00
100	49,15	38,04	49,65
250	50,73	37,96	51,31
500	49,45	38,30	49,74
750	55,13	37,84	55,87
1500	53,53	36,96	55,01

3. MIBC Miktarının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

MIBC miktarı (g/ton)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
25	44,84	37,77	45,49
50	48,34	37,31	49,40
75	52,42	37,21	53,66
150	51,49	37,32	52,62
250	56,63	36,58	58,55
500	61,56	37,22	63,01
1000	61,02	37,91	61,77

4. DF-250 Miktarının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

DF-250 miktarı (g/ton)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
25	17,15	38,23	17,27
50	24,93	38,18	25,13
75	20,82	38,51	20,87
150	40,66	37,40	41,50
250	39,15	38,30	39,38
500	44,78	36,94	46,04
1000	55,53	36,63	57,37

5. Çamyağı Miktarının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Çamyağı miktarı (g/ton)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
25	22,15	35,62	23,25
50	24,88	37,67	25,28
75	28,23	38,08	28,50
150	24,29	38,02	24,54
250	32,55	37,35	33,25
500	50,70	38,17	51,11
1000	50,32	36,68	51,94

6. pH' ın Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

pH	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
2	55,80	37,20	57,13
5	56,62	36,58	58,54
7	57,48	34,93	60,98
9	55,01	37,10	56,41
12	53,35	37,29	54,54

7. Ağırlıkça Katı Oranının Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Ağırlıkça katı oranı (%)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
10	57,48	34,93	60,98
15	60,10	34,83	63,85
20	56,62	38,05	57,18

8. Köpük Alma Süresinin Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Süre (dk)	Ağırlıkça verim(%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
2	50,39	38,39	50,61
4	57,36	38,03	57,95
5	60,10	34,83	63,85
6	54,82	37,96	55,45

9.Tane Boyutunun Etkisi Flotasyon Deney Sonuçları

Tane Boyutu (µm)	Ağırlıkça verim (%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)
-500	60,10	34,83	63,85
-250	64,81	37,01	66,55
-125	73,83	37,12	75,68
-75	78,04	37,85	79,07

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel bilgiler

Adı Soyadı Şaban ÖZÜTÜRKER
Doğum Yeri ve Tarihi Çorum, 28.03.1988
Medeni Hali Evli
Yabancı Dil İngilizce
İletişim Adresi Ulukavak Mah. Adnan Özejder Cad. Uhud Apt. A Blok
36/4 Merkez/ÇORUM
E-posta Adresi sabanozoturker@gmail.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise Çorum Atatürk Süper Lisesi, 2007
Lisans Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Maden Mühendisliği, 2014
Yüksek Lisans Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği 2018
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Cevher Hazırlama 2019

İş Tecrübesi

Karadeniz Madencilik : Yeraltı Kömür Ocağında staj
Çelikler A. D. L. (Alpagut-Dodurga Linyitleri)
Kömür İşletmesi : Açık ocak ve Lavvar Tesisinde staj
Çelikler Holding
Gümüşsu Madencilik Müh. İnş. Müş. Hizm. San.
Tic. LTD. ŞTİ : Yeraltı Linyit Ocağında Daimi Nezaretçi
ANG Hafır. İnş. Nak. Taah. Mad. Tic. San. LTD.
ŞTİ : Taş Ocağında Daimi Nezaretçi
D. S. İ. 12. Bölge Müdürlüğü (Yozgat İl Özel
İdaresi) : Taş Ocağında Daimi Nezaretçi
ÖZ AVAR Turizm Otelcilik Maden Elektronik
Elektrik İnşaat Nakliye Gıda Tarım ve Açık Ocak Krom İşletmesi Daimi
Hayvancılık İhracat Ticaret ve Sanayi LTD. ŞTİ : Nezaretçi

Yılmaz Madencilik San ve Tic AŞ (Yeraltı Kömür
İşletmesi) :

Yeraltı Vardiya Mühendisi

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce

A-seviye

Bilgisayar Becerileri

Word çok iyi

Excel iyi

Power point çok iyi

Surfer orta seviye

