



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kales seyitömer tunçbilek

Yüksek Lisans Tezi

Melike Cemaloğlu

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

6000

35

**KELES (BURSA), SEYİTÖMER (KÜTAHYA),
TUNÇBİLEK (TAVŞANLI) LİNYİTLERİNİN
ANORGANİK ARTIKLARININ GİDERİLMESİ.**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

KİM. MÜH. Melike CEMALOĞLU

İstanbul - 1986

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KELES (BURSA), SEYİTÖMER (KÜTAHYA),
TUNÇBİLEK (TAVŞANLI) LİNYİTLERİNİN
ANORGANİK ARTIKLARININ GİDERİLMESİ

TEZ YETİSTİCİSİ: Doç. Dr. İsmet BAYRAZ

KELES (BURSA), SEYİTÖMER (KÜTAHYA),
TUNÇBİLEK (TAVŞANLI) LİNYİTLERİNİN
ANORGANİK ARTIKLARININ GİDERİLMESİ.

46

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

KİM. MÜH. Melike CEMALOĞLU



İSTANBUL - 1986

KELES (BURSA), SEYİTÖMER (KÜTAHYA),
TUNÇBİLEK (TAYŞANLI) LİNYİTLERİNİN
ANORGANİK ARTIKLARININ GİDERİLMESİ

TEZ YÖNETİCİSİ: Doç. Dr. Bedri Doğan EMİR

TEZ TESLİM TARİHİ: 30.6.1986

JÜRİ ÜYELERİ:

SAVUNMA TARİHİ:

ÖZET

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada Kefek (Bursa), Tuncbilek (Tavşanlı), Seyitözü Tez çalışması olarak bu konuyu bana veren ve çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan bölüm başkanımız Prf. Dr. Salih DİNÇER ve tez yöneticim Doç. Dr. Bedri Doğan EMİR'e teşekkür ederim. Araştırmalarım sırasında değerli yardımlarını gördüğüm, Doç. Dr. Abdulkadir KUYULU, Yrd. Doç. Dr. Sabriye PİŞKİN, Yrd. Doç. Dr. Mehmet FİLİZ ve Arş. Gör. Seyfettin ERTURAN'a teşekkür ederim. Fikir alışverişinde ve ortak çalışmalarımızdaki yardımlarından dolayı Arş. Gör. Vahdet YILMAZ'a teşekkür ederim. Uğraş ve çalışmalarımda yardımcı olan Arş. Gör. İnci ŞENTARLI ve diğer arkadaşlara teşekkür ederim.

Bu tez çalışmalarımı yürütürken, her türlü yardım ve desteği sağlayan aileme teşekkürü borç bilirim.

Ekstraksiyon işlemlerinden önce linyit çanaklarının bir yıkama işleminden geçirilmesinin sonuçları, aynı zamanda elektrolitik, elektrostatik ayırma işleminin etkisi üzerinde görülmüştür.

ÖZET

Bu çalışmada Keles (Bursa), Tunçbilek (Tavşanlı), Seyitömer (Kütahya) linyitlerinin Meyers yöntemi uygulanarak anorganik artıkların giderilmesi incelenmiştir. Ön yıkama işlemlerinin sonuçlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Klor gazının kükürt gidermedeki etkisi araştırılmış, Keles linyitleriyle ön deneme yapılmıştır. Keles kömürleri üzerinde elektrostatik ayırma işlemi uygulanmıştır.

Meyers yöntemine dayanılarak yapılan ekstraksiyon çalışmalarında çözücü olarak, demir-3-klörür kullanılmış ve değişik parametreler incelenmiştir. Sıcaklık, derişim, asidite ve tane büyüklüğünün etkileri araştırılırken, seçilen tane büyüklükleri arasında en iyi gidermenin $-0.144 \text{ mm}'$ de olduğu görülmüştür. Çözücü derişimlerinin değiştirilmesinin, sonuçları fazla etkilemediği, en uygun derişimin 1.0 M olduğu ve asiditenin azalmasının özellikle pirit kükürdünün giderilmesinde olumlu sonuç verdiği, $0.5 \text{ M}'$ lik asit kullanılmasının uygun olduğu ve sıcaklığın artmasıyla anorganik artık gidermenin bir miktar arttığı görülmüştür. Fakat bu yöntemle organik kükürt giderilememiştir.

Ayrıca klor gazı ile Keles linyitleri üzerinde yapılan ek bir çalışmada anorganik artıkların yanında, organik kükürdün de büyük oranda giderilebildiği görülmüştür.

Ekstraksiyon işlemlerinden önce linyit örneklerinin bir yıkama işleminden geçirilmesinin sonuçları olumlu yönde etkilediği, elektrostatik ayırma işleminin etkin olmadığı görülmüştür.

ABSTRACT

In this work, the reduction and removal of inorganic impurities (sulfur, ash, etc.) from lignite (Baran, Tuncbilek lignite) and its effect on the efficiency of the extraction process by the application of organic solvents is studied. This method is based on leaching coal with organic solvents and recovery of the raffinate as the extracted coal. In addition to Hayati's method, other methods of upgrading such as electrostatic separation, grinding and chlorination are also studied and compared with the proposed method.

The extraction and recovery of organic solvents from the extracted coal is studied. The results show that the efficiency of the extraction process is increased by the application of organic solvents and the recovery of the raffinate as the extracted coal.

Experiments show that the efficiency of the extraction process is increased by the application of organic solvents and the recovery of the raffinate as the extracted coal. The results show that the efficiency of the extraction process is increased by the application of organic solvents and the recovery of the raffinate as the extracted coal. The results show that the efficiency of the extraction process is increased by the application of organic solvents and the recovery of the raffinate as the extracted coal.

The increase in the temperature of extraction increases the extraction efficiency but the effect is not very appreciable, especially reduction of sulfatic sulfur and ash content seems to be less dependent on the extraction temperature.

ABSTRACT

Experiments show that the reduction of particle size enhances the efficiency of extraction and hence, provides. In this work, the reduction and removal of inorganic contents (sulfur, ash, etc.) of Keles (Bursa), Tunçbilek (Kütahya) and Seyitömer (Kütahya) lignite was investigated by the application of Meyers's method. This method is based on leaching coal with inorganic salt solutions and recovery of the raffinate as the upgraded coal. In addition to Meyers's method, other methods of upgrading such as electrostatic separation, prewashing and chlorine gas utilisation were also carried out for Keles lignites.

The extraction solvent used for Meyers method is iron-3-chloride solutions. The effects of particle size, solvent concentration and acidity of the medium on the cleaning of coal were evaluated.

Experiments reveal that each of decrease in the acidity of the extraction solvent and the increase of the extraction temperature, increases the efficiency of extraction. Experiments on Keles lignites shows that the maximum extraction efficiency is attained at acidity level of 0.5 M. It is also observed that the change of the acid concentration, mainly affects the extraction of pyritic sulfur.

The increase in the temperature of extraction increases the extraction efficiency but the effect is not very appreciable, especially reduction of sulfatic sulfur and ash content seems to be less dependent on the extraction temperature.

Experiments show that the reduction of particle size enhances the efficiency of extraction and hence, provides lower ash and lower sulfur coal raffinate.

Increase in the solvent concentration is found to be effective for concentrations up to the 1.0 M higher concentrations are not appreciably increasing the efficiency of extraction. Therefore, 1.0 M Iron-3-chloride solution is recommended for industrial application.

The results of the parametric studies of coal upgrading by Meyers's method indicates that the method is only efficient for inorganic sulfur reduction. The sulfur which is of organic origin, is not removable with this method. Experiments done with chlorine gas reveals that chlorine gas is very efficient in removing pyritic and sulfatic sulfur, however it can remove organic sulfur only partially. This is due to the destructive oxydation capacity of chlorine gas.

The results of the experiments on the electrostatic separation is not promising for coal upgrading, since pyritic sulfur is very finely distributed in the original coal. However, pre washing with pure water, partly removes the ash and sulfur content of the coal.



İÇİNDEKİLER

	SAYFA
TEŞEKKÜR.....	I
ÖZET.....	II
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
TABLO LİSTESİ.....	X
ŞEKİL LİSTESİ.....	XI
I. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	2
2.1. ÇALIŞMADA YER ALAN LİNYİT SAHA VE REZERVLERİ.....	2
2.1.1. Garp Linyitleri İşletme (GLİ) Sahaları.....	5
2.1.2. Bursa Linyitleri (BLİ) İşletme Sahaları.....	5
2.2. KÖMÜRDEN KÜKÜRDÜN UZAKLAŞTIRILMASI.....	7
2.2.1. FİZİKSEL YÖNTEMLER.....	7
2.2.1.1. Flotasyon Yöntemi..	8
2.2.1.2. Elektrostatik Ayırma Yöntemi.....	9
2.2.1.3. Manyetik Ayırma Yöntemi.....	9
2.2.1.4. Diğer Yöntemler....	9
2.2.2. BİYOKİMYASAL YÖNTEMLER.....	10
2.2.3. KİMYASAL YÖNTEMLER.....	11
2.2.3.1. Kimyasal Ufaltma...	11
2.2.3.2. Çeşitli Gaz Ortam- larında Koklaştırma	11

2.2.3.3.	Yaş Kimyasal Yöntemler.....	12
2.2.3.3.1.	Kostik Çözeltilisiyle Ekstraksiyon.....	12
2.2.3.3.2.	Meyers Yöntemi.....	14
2.2.3.4.	Klor Gazı İle Ekstraksiyon.....	15
2.2.4.	ELEKTRO KİMYASAL YÖNTEMLER..	15
2.3.	LİNYİTTEKİ KÜKÜRDÜN YAPISI VE DAĞILIMI.....	16
2.3.1.	ANORGANİK KÜKÜRT.....	16
2.3.1.1.	Disülfürler.....	16
2.3.1.2.	Sülfürler ve Sülfatlar.....	16
2.3.2.3.	Elementel Kükürt...	17
2.3.2.4.	Organik Kükürt.....	17
2.4.	KÜKÜRT GİDERME REAKSİYON KİMYASI...	18
2.4.1.	Piritin Kimyasal Reaksiyonları.....	18
2.4.2.	Organik Kükürt Bileşiklerinin Reaksiyonları.....	19
3.	DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	21
3.1.	ÇALIŞMADA KULLANILAN MATERYALLER...	22
3.1.1.	Kömür Örneklerinin Hazırlanması.....	22
3.1.2.	Katı-Sıvı Ekstraksiyon Çözücüleri.....	22
3.1.3.	Ekstraksiyon İşlemlerinin Yapıldığı Düzenekler.....	24
3.1.4.	Ekstraksiyon İşlemlerinin Yapılışı.....	24
3.1.5.	Ekstrakte Edilmiş Kömür Örneklerinin Çeşitli Bileşenlerinin Hesaplanmasında Uygulanan Yöntemler.....	26
3.2.	DENEL KISIM.....	29

3.2.1. DERİŞİMLERİN DEĞİŞTİRİLMESİ	29
3.2.1.1. Keles Linyit	
Örnekleri.....	29
3.2.1.2. Tunçbilek Linyit	
Örnekleri.....	38
3.2.2. ASİDİTENİN DEĞİŞTİRİLMESİ..	38
3.2.3. TANE BÜYÜKLÜĞÜN DEĞİŞTİRİLMESİ.....	39
3.2.4. SICAKLIĞIN DEĞİŞTİRİLMESİ..	39
3.3. KLOR GAZI İLE EKSTRAKSİYON.....	39
3.4. YIKAMADAN SONRA EKSTRAKSİYON	
İŞLEMLERİ.....	40
3.5. ELEKTROSTATİK AYIRMA İŞLEMİ.....	42
4. DENEYSEL SONUÇLARIN İNCELENMESİ VE	
DEĞERLENDİRİLMESİ.....	45
4.1. MEYERS YÖNTEMİ.....	46
4.1.1. Çözücü Derişimlerinin Eks-	
traksiyon Verimine Etkisi..	46
4.1.2. Çözücü Asiditesinin Ekstrak-	
siyon Verimine Etkisi.....	47
4.1.3. Tane Büyüklüğünün Ekstrak-	
siyon Verimine Etkisi.....	47
4.1.4. Sıcaklığın Ekstraksiyon	
Verimine Etkisi.....	48
4.2. KLOR GAZI İLE YAPILAN ÇALIŞMA	
SONUÇLARININ İNCELENMESİ.....	48
4.3. YIKAMADAN SONRA EKSTRAKSİYON İŞ-	
LEMLERİNİN ETKİSİ.....	48
4.4. ELEKTROSTATİK AYIRMA İŞLEMİNİN	
ETKİSİ.....	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR	52
EKLER	
EK I. ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	55
I.1. Kömürde Nem Tayinleri.....	55
I.2. Kömürde Uçucu Madde-Kok-	
Sabit Karbon Tayinleri.....	60

I,3, Kömürde Kül Tayini.....	63
I,4, Toplam Kükürt Tayini.....	65
I,5, Kömürde Kükürt Türleri Tayini	69
I,5.1, Sülfat Kükürdü Tayini,	69
I,5.2, Pirit Kükürdü Tayini..	71
EK,II, SABİT KARBON ÜZERİNDEN YAPILAN ..	
HESAPLAMALAR.....	72

TABLO 1. Türkiye Kömür Üretimlerinin Yıllara göre dağılımı.....	3
TABLO 2. Çarp Linyitleri İçerme Sahaları.....	4
TABLO 3. Bursa Linyitleri İçerme Sahaları.....	5
TABLO 3.2.5. Kales Linyit Örneklerinin ek- straksiyonunda elde edilen ek- straktaki Fe, S, P, H ₂ O tayini.....	27
TABLO 3.2.1.1. Farklı derinliklerdeki demir-3- klorür çözümleri ile ekstrakte edilmiş Kales Linyit Örnekle- rinin analiz sonuçları.....	31
TABLO 3.2.1.2. Farklı derinliklerdeki demir-3- klorür çözümleri ile ekstrakte edilmiş Fındıklı Linyit Örnek- lerinin analizleri.....	32
TABLO 3.2.2. Kales Linyit Örnekleriyle yapılan ekstraksiyonda elde derinliklerin- in dağılımındaki sonuçlarda Fe, S, P, H ₂ O analiz sonuçları.....	34
TABLO 3.2.3. Değişik tane boyutunda Kales Lin- yit Örneklerinin ekstraksiyonunda refinasyon analiz sonuçları.....	36
TABLO 3.2.4. Kales Linyit Örneklerinin farklı sıcaklıklarda ekstraksiyonunda refinasyon analiz sonuçları.....	40
TABLO 3.3. Kales Linyit Örneklerinin klorlama sonucundaki analiz sonuçları.....	42
TABLO 3.4. Bu yakaralı ekstraksiyon işlemleri analiz sonuçları.....	44
TABLO 3. Original Kales (Bursa), Fındıklı (Fav- zanlı), Seyitömer (Kütahya) Linyit Ör- neklerinin analiz sonuçları.....	53

TABLO LİSTESİ

TABLO 1. Türkiye Kömür Üretimlerinin Yıllara göre dağılımı.....	3
TABLO 2. Garp Linyitleri İşletme Sahaları.....	4
TABLO 3. Bursa Linyitleri İşletme Sahaları.....	6
TABLO 3.2.5. Keles Linyit örneklerinin ekstraksiyonunda elde edilen ekstraktaki SO_4^{2-} iyonu tayini.....	27
TABLO 3.2.1.1. Farklı derişimlerdeki demir-3-klörür çözücüsü ile ekstrakte edilmiş Keles linyit örneklerinin analiz sonuçları.....	31
TABLO 3.2.1.2. Farklı derişimlerdeki demir-3-klörür çözücüsü ile ekstrakte edilmiş Tunçbilek linyit örneklerinin analizleri.....	32
TABLO 3.2.2. Keles linyit örnekleriyle yapılan ekstraksiyonda asit derişimlerinin değıştirilmesi sonucunda ki rafinatın analiz sonuçları.....	34
TABLO 3.2.3. Değişik tane boyutunda Keles Linyit örneklerinin ekstraksiyonunda rafinatın analiz sonuçları.....	36
TABLO 3.2.4. Keles linyit örneklerinin farklı sıcaklıklarda ekstraksiyonunda rafinatın analiz sonuçları.....	40
TABLO 3.3. Keles linyit örneklerinin klorlama sonucundaki analiz sonuçları.....	42
TABLO 3.4. Ön yıkamalı ekstraksiyon işlemleri analiz sonuçları.....	44
TABLO 5. Orjinal Keles (Bursa), Tunçbilek (Tavşanlı), Seyitömer (Kütahya) Linyit örneklerinin analiz sonuçları.....	58

ŞEKİL LİSTESİ

ŞEKİL 3.1. Ekstraksiyon işlemlerinin ve kükürt türlerinin yapıldığı düzenek.....	23
ŞEKİL 3.2. Farklı sıcaklıklardaki ekstraksiyon işlemlerinin yapıldığı düzenek.....	25
ŞEKİL 3.3. Klorlama işlemlerinin yapıldığı düzenek.....	28
ŞEKİL 3.2.1.1. Keles linyit örneklerinin derişimin değişimine bağlı olarak, kükürt türlerinde giderme oranları grafiksel gösterimi.....	30
ŞEKİL 3.2.1.2. Tunçbilek linyit örneklerinin derişimin değişimine bağlı olarak giderilme oranlarının grafiksel gösterimi.....	33
ŞEKİL 3.2.2. Keles linyit örneklerinin değişik asiditeler kullanarak yapılan ekstraksiyon sonucunda kükürt giderilme oranlarının grafiksel gösterimi.....	35
ŞEKİL 3.2.3. Keles linyit örneklerinin tane boyutuna bağlı olarak kükürt giderilme oranlarının grafiksel gösterimi.....	37
ŞEKİL 3.2.4. Sıcaklık değişimlerinin, Keles linyit örnekleri ile yapılan ekstraksiyonunda kükürt giderme oranları üzerindeki etkilerinin grafiksel gösterimi.....	41
ŞEKİL 5. Linyit örneklerinin nem grafikleri...	59



GİRİŞ İNAN TARAMASI

Gelişen teknoloji ve nüfus artışı çoğu ülkede olduğu gibi, bizim yurdumuzda da enerji sorununun açığa çıkmasına neden olmuştur. bilinen enerji kaynaklarından güneş enerjisinin henüz yaygınlaşmamış oluşu, nükleer enerjinin kullanılmaması, petrol açısından dışa bağımlı oluşumuz bizi kömüre, özellikle geniş rezervlere sahip linyit kullanımına yöneltmektedir.

Sahip olduğumuz linyitlerimizin zenginleştirilmesi üzerinde bugüne kadar çeşitli kuruluşlar tarafından gerek yurt içinde ve yurt dışında yapılan araştırmalar oldukça eskilere dayanmasına rağmen henüz istenilen seviyeye ulaşmamış ve olumlu bir sonuç getirilememiştir. Çalışmalar halen devam etmektedir.

TABLO 1: Türkiye Kömür Üretimlerinin Yıllara Göre
Dağılımı (Milyon t)

2- KAYNAK TARAMASI

2.1. ÇALIŞMADA YER ALAN LİNYİT SAHALARI VE REZERVLERİ

Linyit kömürü madenciliği 1914-18 savaş yıllarında Soma'da başlamıştır. Devam eden çalışmalar 1935 de Etibank'ın kurulması ile daha gelişmiştir. Değirmisaz ocağı, Tunçbilek bölgesi ve Soma sahaları 1939'da bir işletme altında (Garp Linyitleri İşletmesi) toplanması linyit üretiminin gelişmesinde büyük bir hamle olmuştur. 1957'de Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumunun kurulması ile linyit işletmeciliği gelişmiş; Alpagut - Dodurga, Beypazarı linyitleri faaliyete geçmiş, Doğu Anadolu'da linyit üretiminin geliştirilmesi için gayret sarfedilmiştir. Nihayet 1979'da tüm kömür madenciliğinin devletleştirilmesi ve özel sektör ocaklarının devir alınması ile Tablo 1'de gösterildiği gibi, kurumlar tarafından linyit üretimine ve linyite dayalı enerji üretimine önem verilmiştir (1).

Linyit kömür sahalarının yer aldığı gruplar:

Garp linyitleri işletmesi (GLİ) sahaları,

Ege linyitleri işletmesi (ELİ) sahaları,

Bursa linyitleri işletmesi (BLİ) sahaları,

Orta Anadolu linyitleri işletmesi (OAL) sahaları,

Afşin-Elbistan linyitleri işletmesi (AEL) sahaları,

TABLO 1: Türkiye Kömür Üretimlerinin Yıllara Göre Dağılımı. (milyon t)

YILLAR	TAŞKÖMÜR (DEVLET)		LİNYİT Tuvenan			Ayıklanmış	ASFALTİT	TOPLAM (Satılabilir)
	Tuvenan	Satılabilir	Devlet	Özel	Toplam			
1972	7 862	4 641	7 558	2 703	10 260	5 486	168	10 295
1973	7 841	4 642	7 631	3 034	10 665	5 732	287	10 661
1974	8 548	4 965	8 014	3 147	11 161	6 340	393	11 698
1975	8 361	4 813	8 731	3 124	11 856	6 939	456	12 208
1976	8 077	4 632	9 854	3 868	13 721	8 252	550	13 434
1977	7 672	4 405	10 815	4 053	14 868	9 087	434	13 926
1978	7 741	4 295	11 828	6 201	18 030	9 925	297	14 517
1979	7 200	4 051	13 282	2 321	15 603	10 936	203	15 190
1980	6 599	3 597	15 593	1 405	16 998	11 574	558	15 729
1981	7 285	3 922	16 948	2 003	18 951	11 609	560	16 091

Tablo 2: Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ) Sahaları (1)

BÖLGELER		TUNÇBİLEK	SEYİTÖMER	DOMANIÇ	KAVACIK DURSUNBEY	GENEL TOPLAM
REZERVLER (milyon t)	Görünür:	165.9	221.6	20.0	5.2	413.7
	Muhtemel	48.4	-	15.0	7.5	70.9
	Mümkün	-	-	5.0	-	5.0
	Toplam	215.3	221.6	40.0	12.7	489.6
YIKANMIŞ AYIKLANMIŞ KÖMÜR ANAL.	Su	15.0	33.5	15.0	19.0	
	Kül	10.0	19.1	10.0	15.0	
	Kükürt	1.5	1.4	1.5	1.4	
	Uçucu Madde	—	—	—	—	
	Altı ısı (Kcal/kg)	4000	2750	4000	3800	
JEOLOJİ	Jeolojik yaş	Miosen	Miosen	Miosen	Miosen	
	Damar sayısı	2	2	2	3	
	Toplam Kömür kalınlığı, m	7-9	22	7	8	
ÜRETİM milyon t/yıl	Fiilî satılabilir (1981)	3.919	5.862		0.127	9.908
	Optimum satılabilir,	5.0	6.0		0.5	11.5
ASİLEŞTİRME TESİSLERİ	Lavuar t/h	250				
	Eleme t/h	3x250	1x800			
	Santral MW	3x150	3x150			
	Koklaşma	Müsbet (%75 Zonguldak+%25 Tunçbilek+%0,5 Ağırığ)				
	Dumansız yakıt		Tesis			

Alpagut-Dodurga linyitleri işletmesi (ADL) sahaları,
Konya linyitleri işletmesi (KLİ) sahaları,
Sivas-Kangal linyitleri işletmesi (SKLİ) sahaları,
Doğu linyitleri işletmesi (DLİ) sahaları,
Güney-Doğu asfaltit ve linyitleri işletmesi (GAL)
sahaları,
Gediz havzası özel sahaları,
Trakya havzası özel sahaları olarak gösterilebilirler.

Çalışmada yer alan, Tunçbilek ve Seyitömer linyitleri
Garp linyitleri işletmesi, Keles ise Bursa linyit işletmeleri
sahalarına girmektedirler.

2.1.1. Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ) Sahaları: En
eski ve en gelişmiş olan bu işletmede halen Tunçbilek, Seyit-
ömer ve Kavacık bölgelerinden üretim yapmaktadır. İşletmenin
414 milyon tonu "görünür" durumda olmak üzere, 490 milyon ton
toplam rezerve sahiptir. Kömür, Miosen devrine ait olan 9-10
m kalınlıkta ana damardan üretilmektedir.

Maden tesisleri bakımından da en gelişmiş işletmedir.
Tunçbilek'de 250 t/h kapasiteli lavuari, eleme tesisleri,
Tunçbilek ve Seyitömer'de 3x150 MW'lık enerji santralleri
faaliyet halindedir ve 2x150 MW'lık santral Kavacık bölgesi-
ne proje edilmiştir. Tablo 2'de toplu değerler verilmiştir.
Çevre sağlığı bakımından uygun olması nedeniyle, bu bölge
linyitleri Ankara'nın yakıt gereksinmesine katkıda bulunmak-
tadır.

2.1.2. Bursa Linyitleri (BLİ) sahaları: İşletmeye ait
toplam rezerv 485 milyon ton olup değerlendirilmesi Tablo 3'de
gösterilmiştir.

TABLO 3: Bursa Linyitleri İşletmesi (BLİ) ve Civar Sahaları (1).

BÖLGELER	KELES	ORHANELİ	SARAY (Tekirdağ)	M.K.PAŞA (Soğukpınar)	M.K.PAŞA (Deveci- konağı)	ÇAN (Açık)	ÇAN (Yeraltı)	YENİCE Pazar köyü	YENİCE	Çirpılar	GÖNEN	GENEL TOPLAM
REZERVLER (milyon t)												
Görünür	52.0	55.7	21.9	1.7	11.0	115.1	13.2	-	-	47.2	0.4	318.2
Muhtemel	-	-	121.1	1.7	5.0	-	-	0.3	10.0	m	0.6	159.7
Mümkün	-	-	-	-	2.8	-	-	-	-	-	-	2.8
Toplam	52.0	55.7	143.0	3.4	18.8	115.1	13.2	0.3	10.0	47.2	1.0	480.7
Su	39.7	30.0	43.2	13.9	11.6	21.4	22.3	25.0	30.0	21.6	7.8	
Kül	24.5	20.3	16.4	13.9	27.1	30.4	25.2	18.0	11.5	52.6	16.5	
Kükürt	1.6	2.0	1.8	4.5	1.7	3.4	1.5	2.0	3.8	1.1	-	
Uçucu madde												
Altısı (Kcal 1/kg)	1905	2823	212.7	3000	3840	2805	3167	3000	3647	1278	2900	
ÜRETİM t/yıl	0.189	0.085	0.034			0.61	-					0.918
Optimum	1.0	1.0	0.5		0.5	2.0	-					5.0
Lavuar t/h		-										
Eleme t/h	1x150	1x150	1x275									
Santral MW	1021 (inşa)	1x200 (inşa)	2x150 (proje)				2x250	-				1175

Sahalarda toplam 1175 t/h eleme tesisleri vardır. Kurulmakta olan Orhaneli ve Keles enerji santralleri ve proje halindeki Saray enerji tesisleri ile mevcut 918.000 tonluk üretim 5.0 milyon tona yükseltilebilecektir. Bölge kalite bakımından İstanbul'un yakıt ihtiyacına ayrılmıştır.

2.2. KÖMÜRDEN KÜKÜRDÜN UZAKLAŞTIRILMASI

Kömürden kükürt uzaklaştırma yöntemlerini dört ana grupta toplamak olasıdır.

Fiziksel yöntemler,

Biyokimyasal yöntemler,

Kimyasal yöntemler,

Elektrokimyasal yöntemler.

2.2.1. FİZİKSEL YÖNTEMLER

Fiziksel yöntemlerin uygulanması ile kömürün organik kükürt içeriği üzerinde bir değişim meydana getirmek olası değildir. Bu nedenle fiziksel yöntemler, kömürden yalnızca piritik kükürdün uzaklaştırılmasını sağlar. Bu da yöntemin toplam kükürt giderme etkinliğini en ideal koşullarda bile, o kömürün piritik kükürt yüzdesi ile sınırlamaktadır.

Yöntemin başarısı kömürün içerdiği pirit kükürdü miktarına ve piritin kömür içindeki dağılım şekline bağlıdır. Piritin, kömür içinde mikroskobik tanecikler halinde dağılım oranı arttıkça, yöntemin başarısı için kömürün daha küçük tane boyutlarına öğütülmesi gerekir. Bu da maliyeti arttıran ve verimi azaltan bir etkidir.

Piritik kükürdün uzaklaştırılmasında uygun bir fiziksel yöntem seçimi için, özellikle kömürün mineral dağılımının bilinmesi gerekir. Kömürün mineral dağılım analizinde genellikle şu sınıflamalar yapılabilir;

- Serbest pirit tanecikleri (Hacimce %80'den fazlası pirit olan tanecikler),

- Kömür ile mineral maddenin birbiri içinde dağıldığı, hacimce %50-80 pirit içeren tanecikler,

- Kömür ile mineral maddenin birbiri içinde dağıldığı hacimce %50'den az pirit içeren tanecikler,

- Kömür ile mineral maddenin birbiri içinde dağıldığı, hacimce %20'den fazla mineral madde içeren piritsiz tanecikler,

- Saf kömür.

Bu analizde sınıflar arası fark arttıkça, yöntemin etkinliği artar.

Fiziksel yöntemlerle kömürdeki kükürdün, standartlara uyacak ölçüde temizlenme olasılığı azdır. Ancak bu şekilde temizlenmiş kömürler, yanma işlemlerinden sonra baca gazlarındaki kükürt bileşiklerinin tutulması şeklinde ikinci bir önlem alınarak kullanılırlarsa, hava kirliliği için yeterli ve ekonomik bir çözüm olabilir.

2.2.1.1. Flotasyon Yöntemi:

Çok ince taneli kömürlerden piritik kükürdün uzaklaştırılması konusunda birçok araştırma yapılmıştır ve halen yapılmaktadır. Bu çalışmalar genellikle piritin çöktürülüp, kömürün yüzdürülmesi esasına dayanmaktadır. Şlamlaşmanın



bol olduğu malzemede flotasyonun başarısı yok olmaktadır. Şlam probleminin olmadığı hallerde, %80-90 oranlarında piritik kükürdün devre dışı bırakıldığı çeşitli araştırmalarda bulunmuştur. Ancak aşırı reaktif gereksinimi, maliyetlerin yüksekliği ve kömür geri kazanım veriminin düşüklüğü nedenlerinden dolayı flotasyon yöntemiyle piritin uzaklaştırılması şimdiki halde ekonomik gözükmemektedir (2).

2.2.1.2. Elektrostatik Ayırma Yöntemi:

Yöntem, iletkenlikleri farklı taneciklerin elektrik alanında birbirinden ayrılması esasına dayanır. Yüzey iletkenlikleri düşük olan taneler, döner silindirin yüzeyinde daha uzun süre yapışık kaldığından, tanecikler farklı yerlere düşerler. Pirit ve kömür minerallerinin iletkenlikleri arasındaki farkı artırmak için; ısıtma, ışınlama, yüzeye bir sıvı tabakası adsorbsiyonu gibi ön işlemler uygulanır.

Piritik kükürtte %90 giderme sağlayan bu yöntemin avantajlı yanı, kömür kurutma sorununun olmamasıdır (2).

2.2.1.3. Manyetik Ayırma Yöntemi:

Bu ayırma yönteminin esası; farklı manyetik iletkenliğe sahip taneciklerin manyetik alanda birbirlerinden ayrılmalarına dayanır. Kömür diyamagnetik, pirit ise saflığına bağlı olarak zayıf paramagnetik veya diyamagnetik özelliğe sahiptir. Piritin ferromagnetik veya paramagnetik özellik kazanabilmesi için, şu işlemler uygulanır:

- Piritin hidrojenle pirotine ($Fe_7 S_8$) indirgenmesi,
- Piritin $Fe_2 O_3$ veya $Fe_3 O_4$ 'e yükseltgenmesi;
- Kömürün yapısını değiştirmeden manyetik özelliğini etkileyecek kimyasal reaktiflerin kullanılması.

Manyetik yöntemlerle kükürt giderme işlemi, kömürün mineral dağılım analizine göre hacimce %50'den fazla pirit ve mineral madde içermesi halinde uygulanabilir. Bu yöntemle anorganik kükürdün %70-90'ı yanında külün de önemli bir miktarı giderilebilir (2).

2.2.1.4. Diğer yöntemler:

Jigler, ağır ortam ayırıcıları, sarsıntılı masalar gibi yöntemler kullanılarak birçok çalışmalar yapılmıştır.

2.2.2. BİYOKİMYASAL YÖNTEMLER

Yakın zamana kadar bakteriler yardımı ile yapılan kükürt giderme işlemlerinde, organik kükürdün, özellikle heterosiklik yapının, bakterilerden etkilenmediği fakat asitli mineral suda bulunan demir ve kükürt oksitleyici bakterilerin, pirit ve sülfür bileşiklerinin oksitlenmesinde önemli rol oynadığı çeşitli araştırmacılar tarafından söylenmiştir. Fakat yapılan son çalışmalarla (11) bu konuda oldukça fazla ilerleme kaydedilmiştir.

Pirit ve markazitin hızla oksitlenmesinde katalizör rolü oynayan *Ferro bacillus ferrooxidans* bakteriler pH:2,5-4,2 aralığında faaliyet gösterirler. Kömürün içerdiği karbonatlar ve bazı bazik maddeler reaksiyon karışımını nötralize edebilir ancak bu özelliği kömürün yaşına bağlı olarak değişir ve linyitten bitümlü kömüre doğru azalır. Tane boyutunun küçülmesi de yöntemi olumlu yönde etkiler. Ayrıca, kömüre $Fe_2(SO_4)_3$ katılmasıyla giderilen kükürt miktarının arttığı kanıtlanmıştır.

2.2.3. Termofilik, sülfür oksitleyici organizma sulfobus acidocaldarius kullanılarak (pH:1-4, 60-90°C) %50'ye varan ölçüde organik kükürt giderme sağlanabilmektedir (11).

Bu yöntemlerle kömüre, kaynağında kükürt giderme işlemi uygulanması ve çamur halindeki kömürün boru hattı ile sevkı olasıdır; ancak, yöntem demir - 3 - sülfat ve sülfirik asit olan reaksiyon ürünlerinin su kirliliğine ve korrozyona neden olma sorunlarını da beraberinde getirmektedir (12-13).

2.2.3. KİMYASAL YÖNTEMLER

2.2.3.1. KİMYASAL UFALTMA

Bu yöntemde kömür; metanol, amonyak gazı, derişik amonyak çözeltileri, sıvılaştırılmış amonyak gibi uygun bir kimyasal maddeyle temas ettirilmekte ve bu işlem sonunda, kömür çözünmeksizin dağılmaktadır. Organik ve anorganik bileşenler arasındaki bağlar seçimli olarak parçalanmakta, piriti de içeren kül yapıcı maddenin çoğu aşırı derecede ufalmaksızın serbest hale gelmektedir (4).

2.2.3.2. ÇEŞİTLİ GAZ ORTAMLARINDA KOKLAŞTIRMA

Kömürün kükürdünün giderilmesi amacı ile yapılan koklaştırmada deneylerinde, inert olarak azot veya karbondioksiz gazları; indirgen olarak hidrojen, su buharı veya amonyak; oksitleyici gaz olarak da hava veya oksijen kullanılmaktadır. Kömürün içerdığı kükürt türlerinin koklaştırmadaki davranışları, kullanılan gazın cinsine bağlı olarak değişmektedir.

2.2.3.3. YAŞ KİMYASAL YÖNTEMLER

Uygulanan yöntemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Çözünmüş oksijen içeren çözeltiler,
- Kostik çözeltisi,
- Meyers Yöntemi,
- Klorlama,
- Nitrik asit çözeltileri,
- Azot oksitler,
- Sıvılaşdırılmış kükürt dioksit,
- Hidrojen peroksit,
- Piroliz yöntemi.

Reaktifin kömürün içerdiği piritik ve sülfatik veya organik kükürde seçici olarak etkimesi, reaktifin geri kazanılabilmesi, reaktifin kömürden ayrılabilmesi için tepkimeye girmeden ve girdikten sonra, ya kolay çözünebilir veya kolay uçurulabilir olması ve reaktifin geri kazanma maliyetinin ucuz olması gibi etmeler uygulanmak istenilen yöntemin seçilmesinde ve başarısında önemli rol oynar.

2.2.3.3.1. Kostik Çözeltisi ile Ekstraksiyon

Erimiş Kostik: 250°C civarında piritin erimiş kostik içinde çözünebilir sülfürlere dönüştüğü saptanmıştır.

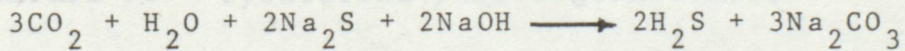
Ağırlıkça 1:1 oranında ki NaOH ve KOH karışımından 4 kısım, 1 kısım kömür ile reaksiyona sokulur, işlem sonunda kostiğin üzerinde bir faz oluşturan kömür ayrılır ve yıkanır.

Bu yöntemle piritik kükürdün tümü kömürden uzaklaştırılabilmektedir. 150°C'nin altında piritik kükürtde önemli bir azalma olmazken, 225°C'nin üstünde organik kükürdün bir kısmında giderme sağlanabilmektedir.

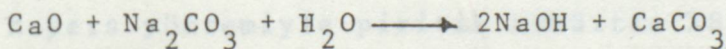
Yöntemin sakıncalı yanları; erimiş kostiğin donmaması için sistemi sürekli olarak belli bir sıcaklıkta tutma zorunluluğu ve erimiş kostiğin korozif etkisidir (4).

Sulu kostik: Bu yöntemle yapılan çalışmalarda %10'a kadar NaOH, %2 civarında Ca(OH)_2 içeren ekstraksiyon çözücüsüyle 225-325°C sıcaklıklarda ve 23-165 atm. basınç altında, kömürden büyük oranda kükürt, kül ve zehirli metallerin giderilebildiği belirtilmiştir. İşlem sonunda ekstraksiyon çözeltilisinden CO_2 geçirirerek kostiği Na_2CO_3 'a çevirmek, kükürdü H_2S halinde uzaklaştırmak ve CaO ilavesiyle kostiği geri kazanmak olasıdır (7).

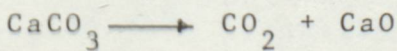
Kimyasal reaksiyonlar:



Çıkan H_2S elementer kükürde dönüştürülebilir. Kireç ise,



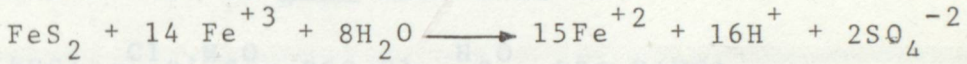
denkleminde uygun olarak NaOH'in geri kazanılmasını sağlar. Oluşan CaCO_3 ısıtılarak CO_2 'de geri kazanılabilir.



2.2.3.3.2. MEYERS YÖNTEMİ

Bu yöntemde piritik kükürt Fe^{+3} iyonlarını içeren çözeltiler yardımı ile kömürden uzaklaştırılır (3)

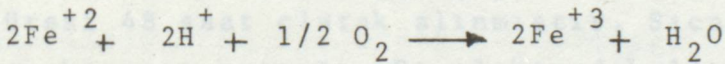
İnce öğütülmüş kömür tozu Fe^{+3} iyonlarını içeren bir çözelti ile reaksiyona sokulursa; Fe^{+3} iyonları, Fe^{+2} iyonlarına indirgenir.



Buna göre tepkime ürünleri SO_4^{-2} ve elementel kükürttür.

Ekstrakt süzülerek rafinattan ayrılır, rafinat yıkandıktan sonra vakum altında ısıtılarak kurutulur ve serbest kükürdün büyük bir kısmı bu kurutma sırasında buharlaştırılır. Kalan kükürdün tekrar yıkama, ısıtarak kurutma ve çözücü (benzen, kerosen, parakeresol) ile yapılan ekstraksiyon sonucunda giderilmesi olasıdır.

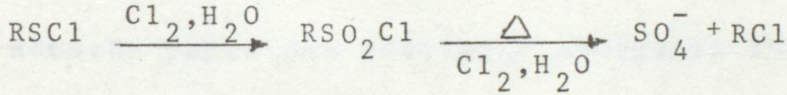
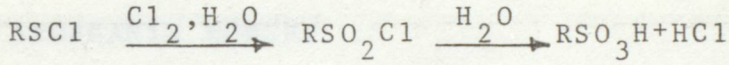
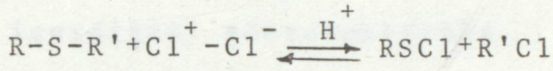
Meyers tarafından yapılan çalışmalarda tüketilen Fe^{+3} iyonlarının yeniden kazanılması için bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntem de, kullanılmış ekstraksiyon çözeltisinden hava geçirilmekte ve çözeltideki Fe^{+2} iyonları aşağıdaki tepkimeye göre yeniden Fe^{+3} iyonlarına yükseltgenmektedir.



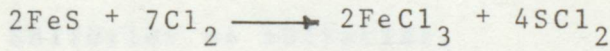
Meyers yöntemiyle piritik kükürtte %83-99 giderme sağlanabilmektedir.

2.2.3.4. KLOR GAZI İLE UYGULAMA

Klor gazı kullanarak kömürün kükürtten arındırılması sağlanabilmiştir (15). İşlem; 50-100°C sıcaklık, 1-4 saat zaman aralığında yapılmıştır. 300-500°C'da vakum veya buhar atmosferinde bir saat klor giderme işleminden sonra yapılan analizlerde %76 toplam, %70 organik, %90 piritik, kükürdün giderilebildiği görülmüştür. Reaksiyonlar:



Pirit ile reaksiyonlar:



2.2.4. ELEKTROKİMYASAL YÖNTEM

Kömürün elektrolizine dayanan bir yöntemdir. Bu konuda yapılan araştırmaların birinde (14), 1.M NaOH ile oluşturulan kömür çamuru Pt elektrod kullanılarak elektroliz edilmiştir. Elektroliz sırasında humik asit, CO₂, H₂ bir miktar O₂ ve eser miktarda CH₄, C₂H₂ oluştuğu görülmüştür. Reaksiyon süresi 48 saat olarak alınmıştır. Sıcaklığın artmasıyla reaksiyon hızının arttığı, Pt elektrod kullanıldığında, grafit elektroddan 2-3 kat daha hızlı reaksiyonların olduğu görülmüştür.

Diğer bir çalışmada (13), Pt elektrod, 325 ml HCl+H₂SO₄ karışımı, 60-75°C sıcaklıkta 15 g kömür örneği ile 16-10

saat'lik elektroliz sonucunda (ortama HI katkı maddesi olarak ilave edilmiştir.), kükürtte %83' oranında temizleme sağlanabilmiştir.

2.3. LİNYİTDEKİ KÜKÜRDÜN YAPISI VE DAĞILIMI

Kömürde bulunduğu yöreye bağlı olarak kükürt içerikleri ve kükürdün şekilleri, dağılımları farklılık gösterir. Yapılan araştırmalar (1), kömürün organik ve anorganik kükürt içerdiğini göstermektedir.

2.3.1. ANORGANİK KÜKÜRT

Kömürün yapısında rastlanan anorganik kükürt bileşik-
leri;

Disülfürler,

Sülfürler ve sülfatlar,

Elementel kükürt olarak sınıflandırılabilir.

2.3.1.1. Disülfürler: Kömürlerde disülfürleri genelde, FeS_2 'nin iki kristal şekli olan pirit ve markazit oluşturur. Kübik olanına "pirit", ortorombik olanına "markazit" denilir. FeS_2 'nin çoğunluğunu piritik oluşturduğundan "pirit" ismi bütün FeS_2 için kullanılır. Pirit, 5.0 g/cm^3 yoğunluğunda, markazit 4.87 g/cm^3 yoğunluğundadır. Whelan, markazitin kömür matriksiyle iç içe olduğunu, piritin ise gevşek tanecikler halinde bulunduğunu belirtmiştir.

2.3.1.2. Sülfürler ve Sülfatlar: Kömürlerde rastlanan sülfatlar miktar olarak azdır, fakat daha çok kömürün hava ile temas eden kısımlarında bulunurlar. kömürde tespit edilmiş

sülfat mineralleri; kalsiyum, demir, baryum tuzları şeklinde ve gevşek kristaller halindedirler.

2.3.1. Sülfürlü bileşikler olarak; Fe_7S_8 (pirotit), FeS (troilit), PbS (galen), CuFeS_2 (kalkopirit), FeAs_2S (arsenopirit), ZnS şeklinde az miktarda rastlamak olasıdır.

2.3.1.3. Elementel Kükürt: Kömürlerde az miktarda elementel kükürt bulunmaktadır.

2.3.2. ORGANİK KÜKÜRT

Hidrokarbon yapıya bağlı olarak bulunan kükürt, toplam kükürdün %25-65'ini oluşturmaktadır. Kömürlerde rastlanan organik kükürt, fonksiyonel gruplarına göre şu şekilde sınıflandırılabilir (4):

Alifatik ve aromatik tiyoller (R-SH , Ar-SH)

Alifatik, aromatik ve karışık tiyoeterler (R-S-R , Ar-S-R , Ar-S-Ar).

Alifatik, aromatik ve karışık tiyoeterler (R-S-S-R , Ar-S-S-R , Ar-S-S-Ar).

Tiyofenler ve kondense tiyofenler, gibi hetero gruplar

Siklik sülfürler.

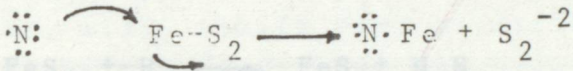
Organik kükürt türleri ve dağılımı ile ilgili verilerin çok az bir kısmı doğrudan kömür üzerinde yapılan gözlemlerin sonucudur. Bilgilerin çoğu, organik yapı kırılarak (depolimerizasyon) daha küçük moleküllü ürünlerin incelenmesi ile edinilmiştir.

Organik sülfür hidrokarbon yapıya bağlı olarak kömürün her yanına homojen bir şekilde dağılmıştır (5).

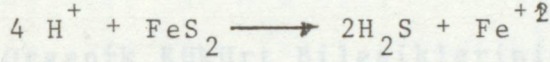
2.4. KÜKÜRT GİDERME REAKSİYONLARININ KİMYASI

2.4.1. Piritin Kimyasal Reaksiyonları: Kömürden piritik kükdün giderilmesinde, piritin şu reaksiyonlarından faydalanılır (3):

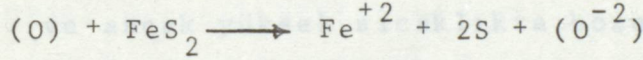
Yer değiştirme reaksiyonları



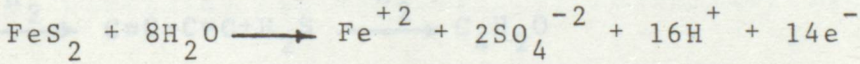
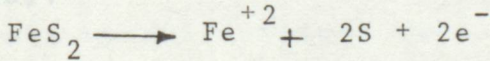
Asit-baz nötralizasyonu



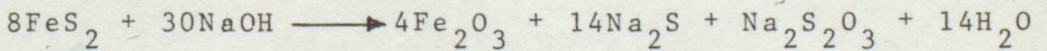
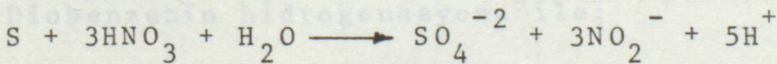
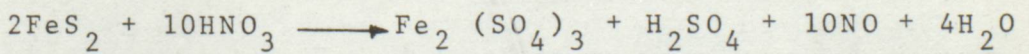
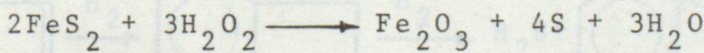
Oksidasyon reaksiyonu

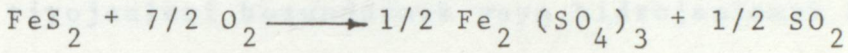
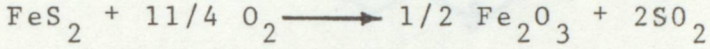
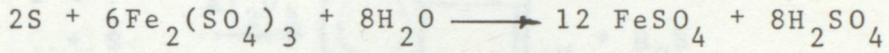
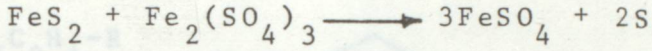
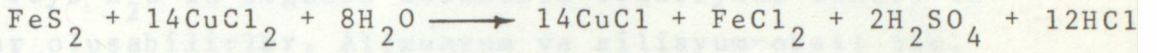


a) Elektrokimyasal potansiyel açısından değerlendirme:

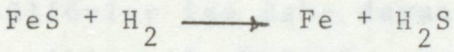
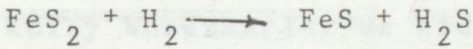


b) Gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar:



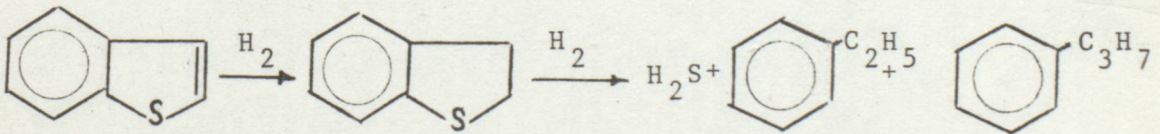
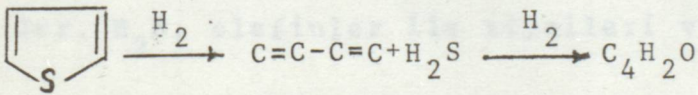


Redüksiyon reaksiyonu

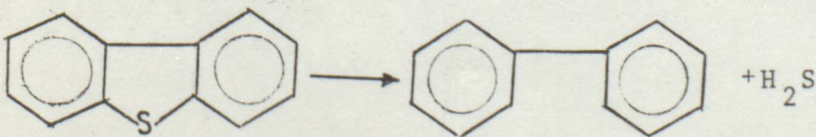


2.4.2. Organik Kükürt Bileşiklerinin Reaksiyonları:

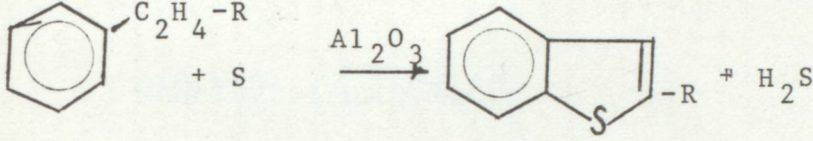
Organik kükürt bileşiklerinden tiyofenler oldukça kararlı ve ancak yüksek sıcaklıkta bozunan yapıya sahiptirler. Tiyofenik halkanın bozunması ancak 800°C civarında olasıdır. Hidrojenasyon aşağıdaki denklem gereğince gerçekleşir (6).



Diobenzenin hidrojenasyonu ile;



Sülfür veya H_2S 'in organik molekülle reaksiyonu sonucu tiyofenler oluşabilirler. Alimünyum ve silisyum-oksit ile, kömürdeki diğer mineraller katalizör rolü oynarlar.



Oluşan tiyojenleri bozundurmak veya hidrojenlemek çok zordur.

Kömürde bulunan organik kükürt bileşiklerinden olan sülfürler, aril, siklik veya alifatik olabilirler. Aril sülfürler kolay bozunmazlar ve hidrojenlenmeleri de zordur. Alifatik sülfürler ise daha dayanıksızdırlar ve bozunarak doymamış bileşikler ile H_2S oluştururlar. Siklik sülfürler alifatiklerden daha çok, fakat aromatiklerden daha az dayanıklıdırlar. Sülfürler genel olarak hava ile oksitlenemezler.

Diğer organik kükürt bileşiklerinden olan tiyoller ve disülfürler kolayca bozunarak H_2S ile doymamış bileşikler verirler. Hidrojen, tiyolları H_2S 'e ve hidrokarbonlara indirger; oksijen ise disülfürlere oksitler. Oksijen, disülfürleri de sülfonlara ve sulfositlere veya hepsini sülfonik asitlere oksitler. H_2S , olefinler ile tiyolları ve sülfürleri oluşturur (7).

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. ÇALIŞMADA KULLANILAN MATERYALLER

3.1.1. KBrür Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmada, yüksek çözünürlük ve rezervleri yüksek olan, Tungbilek (Tavşan), KBrür (KBrür), KBrür (KBrür) ve KBrür (KBrür) ya-
zelerinden alınmıştır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Özelliklerden alınan KBrürler kapalı kaplar içinde is-
te istenilen miktarda getirilip ve alınan miktarda geneli kırıcıda 1 cm
kane boyutunda getirilip havada sabit tartıma gelinceye kadar
kurutulmuştur. Laboratuvar tipi bir kurutma değirmende öğütül-
rek, standart eleklere alınmıştır. Kane büyüklüğünün etkisi
araştırılmadığı için, her yerde 0.144 mm'lik kane büyüklüğünde öğütü-
lme yapılmıştır. Kane büyüklüğünün önemli olduğu durumlarda,
0.144 - 0.200, 0.200 - 0.250, 0.250 - 0.300, 0.300 - 0.350 mm'lik kane büyüklük-
leri seçilmiştir.

3.1.2. Katı-Sıvı Ekstraksiyon Çalışmaları

Derişimin etkisi araştırılırken hazırlanan çözeltiler-
de yüksek asidite seçilmiştir. 10.0 N HCl çözeltileri çözücü
olarak kullanılmış; 2.0 N, 1.50 N, 1.0 N, 0.50 N, 0.25 N'lik
demir-3-klorür çözeltileri hazırlanmıştır. Asidite ile derişim
mi; 1.0 N demir-3-klorür derişimi sabit tutularak

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. ÇALIŞMADA KULLANILAN MATERYALLER

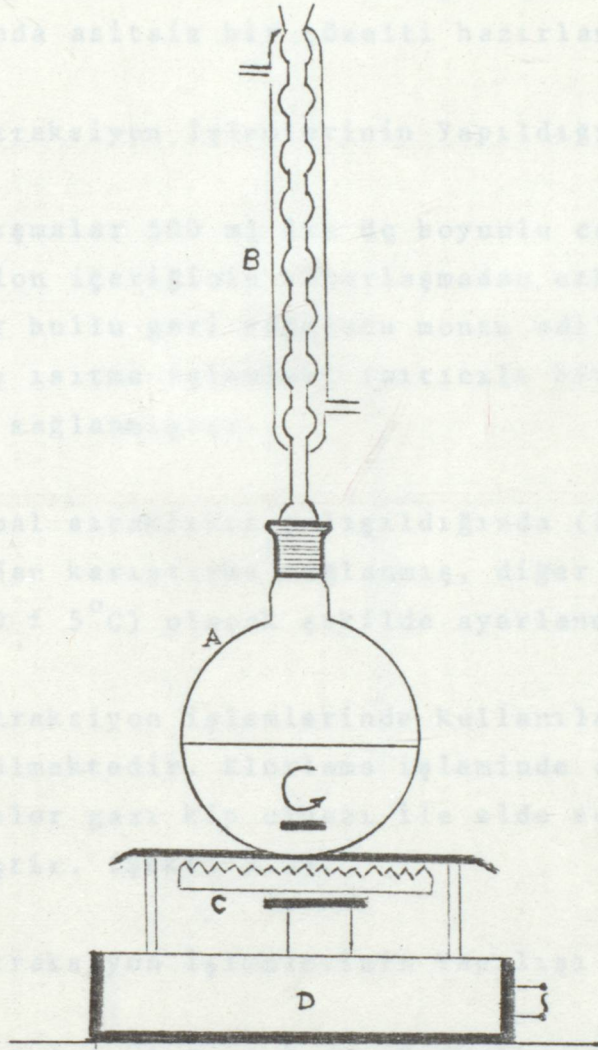
3.1.1. Kömür Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmanın yapıldığı kömürler rezervleri yüksek olan, Tunçbilek (Tavşanlı), Keles (Bursa), Seyitömer (Kütahya) yörelerinden alınmıştır.

Ocaklardan alınan kömürler kapalı kaplar içinde laboratuara getirilmiş ve alınan numuneler çenei kırıcıda 3 mm tane boyutuna getirilip havada sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Laboratuvar tipi bir küreli değermende öğütülerek, standart eleklerle elenmiştir. Tane büyüklüğünün etkisi araştırılmadığı durumlarda -0.144 mm tane büyüklüğünde çalışma yapılmıştır. Tane büyüklüğünün önemli olduğu durumlarda, + 0.144 - 0.200, + 0.200 - 0.560, + 0.560 - 0.800 mm lik tane büyüklükleri seçilmiştir.

3.1.2. Katı-Sıvı Ekstraksiyon Çözücüleri

Derişimin etkisi araştırılırken hazırlanan çözeltilerde yüksek asidite seçilmiştir. 10.0 M HCl çözeltisi çözücü olarak kullanılmış; 2.0 M, 1.50 M, 1.0 M, 0.50 M, 0.25 M'lik demir-3-klörür çözeltileri hazırlanmıştır. Asiditenin değişimi ; 1.0 M demir-3-klörür derişimi sabit tutularak



Şekil 3.1.: Normal sıcaklıktaki ($20 \pm 5^\circ\text{C}$) Ekstraksiyon işlemlerinin ve kükürt türlerinin yapıldığı aparat.

- A- Tepkime kabı,
- B- Geri soğutucu,
- C- Isıtıcı,
- D- Magnetik karıştırıcı.

10.0 M, 1.0 M, 0.50 M asit derişimleri seçilmiştir. Bunun yanında asitsiz bir çözelti hazırlanmıştır.

3.1.3. Ekstraksiyon İşlemlerinin Yapıldığı Düzenekler:

Çalışmalar 500 ml lik üç boyunlu cam balonda yapılmıştır. Balon içeriğinin buharlaşmadan etkilenmemesi için, üzerine bir bullu geri soğutucu monte edilmiştir. Karıştırma ve ısıtma işlemleri ısıtıcılı bir magnetik karıştırıcı ile sağlanmıştır.

Normal sıcaklıkta çalışıldığında ($20 \pm 5^{\circ}\text{C}$), ısıtıcı kullanılmadar karıştırma sağlanmış, diğer sıcaklıklar ($40 \pm 5^{\circ}\text{C}$) ve ($80 \pm 5^{\circ}\text{C}$) olacak şekilde ayarlanmıştır.

Ekstraksiyon işlemlerinde kullanılan düzenek Şekil 3.1, 3.2'de görülmektedir. Klorlama işleminde aynı balon kullanılmış fakat klor gazı kip cihazı ile elde edilerek çözelti içine gönderilmiştir. (Şekil 3.3).

3.1.4. Ekstraksiyon İşlemlerinin Yapılışı

Şekil 3.1, 3.2, 3.3 de gösterilen düzeneklerle yapılan ekstraksiyon işlemlerinde, standart denemeler için 100 ml çözücü ve 30 g'lık kömür örneği kullanılmıştır. 500 ml'lik bir cam balonda ve geri soğutucu altında istenilen sıcaklığa kadar ısıtılmış, bu sıcaklığa gelindikten sonra belirli ve sabit bir hızla, 1 saat süreyle karıştırma işlemine devam edilmiştir.

Ekstraksiyon işlemlerinden sonra, karışım bir hunide süzölmüş ve ekstrakt alınarak sülfat tayini yapılmıştır. Rafinat seyreltik HCl ile, kömür üzerinde Fe^{3+} , Fe^{2+} kalıntıları

kalmayıncaya kadar yıkanmıştır. Daha sonra saf su ile yıkanarak bir sonraki ekstraksiyon işleminde kullanmak üzere kurutulmuştur.

Ayrıca her deney için, 50 kg kez ekstrakte edilmiş, rafine işlem yapıldığı ve daha kurutulmuş analizler için kullanılabilir.

Klor gazı ile ekstraksiyon yapılırken, 70 g'lık linyit örneği, 200 ml saf su ile 100 ml ete balona konmuş, geri soğutucu altında ($70 \pm 5^\circ\text{C}$) sıcaklıkta ekstrakte edilir ve bir cihazdan elde edilen 0,5 g'lık örnek için gönderilerek yapılır. Seçilen 1 saatlik süre için sadece karıştırma işlemi yapılır. Seçilen 1 saatlik süre için sadece karıştırma işlemi yapılır. Seçilen 1 saatlik süre için sadece karıştırma işlemi yapılır.

Ekstraksiyon işlemi, 100 g'lık linyit örneği ile yapılır. Ekstraksiyon işlemi, 100 g'lık linyit örneği ile yapılır. Ekstraksiyon işlemi, 100 g'lık linyit örneği ile yapılır.

3.1.3. Ekstrakte edilen örneklerin 0,5 g'lık linyit örneği ile yapılır. Ekstrakte edilen örneklerin 0,5 g'lık linyit örneği ile yapılır. Ekstrakte edilen örneklerin 0,5 g'lık linyit örneği ile yapılır.

Ekstraksiyon işlemi, 100 g'lık linyit örneği ile yapılır. Ekstraksiyon işlemi, 100 g'lık linyit örneği ile yapılır. Ekstraksiyon işlemi, 100 g'lık linyit örneği ile yapılır.

Şekil 3.2.: ($40 \pm 5^\circ\text{C}$) ve ($80 \pm 5^\circ\text{C}$) sıcaklıkta ekstraksiyon işlemlerinin yapıldığı aparat. A- Tepkime kabı, B- Geri soğutucu, C- Isıtıcı, D-Magnetik karıştırıcı, E- Termometre.

Ekstraksiyon işlemi, 100 g'lık linyit örneği ile yapılır. Ekstraksiyon işlemi, 100 g'lık linyit örneği ile yapılır. Ekstraksiyon işlemi, 100 g'lık linyit örneği ile yapılır.

kalmayıncaya kadar yıkanmıştır. Daha sonra saf su ile yıkanarak bir sonraki ekstraksiyon işleminde kullanmak üzere kurutulmuştur.

Alınan her linyit örneği, üç kez ekstrakte edilmiş, rafinat, işlem yapıldıktan sonra kurutularak analizlerin yapılması için hazırlanmıştır.

Klor gazı ile ekstraksiyonu yapılırken; 70 g'lık linyit örneği, 200 ml saf su ile birlikte balona konmuş, geri soğutucu altında ($70 \pm 5^{\circ}\text{C}$) sıcaklığa kadar ısıtılmış ve kip cihazından elde edilen Cl_2 gazı çözelti içine gönderilerek yapılmıştır. Seçilen 1 saatlik işlem süresince karıştırmaya devam edilmiş ve işlem sonucunda süzülen rafinat bol miktarda saf suyla yıkanıp kurutulmuş ve analizleri yapılmıştır.

Ekstraksiyon sonunda elde edilen kömür numunesinin analiz yöntemleri ek (1)'de verilmiştir.

3.1.5. Ekstrakte Edilmiş Kömür Örneklerinin Çeşitli Bileşenlerinin Hesaplanmasında Uygulanan Yöntemler:

Ekstraksiyon işleminde 30.0 g orjinal kömür kullanılmıştır. Fakat işlemler sırasında, kömürün bileşenlerinin yüzde miktarlarında meydana gelen göreceli değişimler dışında, aynı numunenin 3 kez arka arkaya ekstraksiyonu, yıkama ve süzme işlemleri gibi nedenlerden dolayı, miktarlarında önlenmesi olanaksız bazı kayıplar olmaktadır. Bu nedenle, işlem görmüş kömürlerden giderilen çeşitli bileşenlerin yüzde miktarının hesaplanmasında elde edilen ekstrakte edilmiş kömür örneğinin ağırlığı yerine, orjinal örneğin değişmeyen bir bileşeni olan sabit karbon miktarı esas alınmıştır. Ek II'da bir örnek olarak, 1.0 M HCl çözeltisi ile hazırlanmış olan 1.0 M demir-3-

Tablo 3.2.5: 1.0 M demir-3-klörür çözeltisiyle Keles kömürü örneğinin ekstraksiyonu sonunda elde edilen ekstraktaki SO_4^{-2} iyonu miktarına bağlı olarak hesaplanmış mg kükürt miktarları.

EKSTRAKSİYON SAYISI	EKSTRAKTA TESPİT EDİLEN KÜKÜRT MİKTARLARI (mg)				
	ÇÖZÜCÜ DERİŞİMLERİ (mol/l)				
	2.00	1.50	1.00	0.50	0.25
1	273.268	275.8784	264.2003	297.3112	333.1699
2	79.4112	45.2012	26.6535	15.2502	32.9735
3	0.4808	0.5358	10.9911	0.6870	0.0659

klörür gazlarıyla ekstrakte edilmiş Kales Linçit Bröşü'nün çeşitli bileşenlerinin, orijinal Kales Linçit Bröşü'ndeki sabit karbon miktarı esas alınarak yapılan hesaplar verilmiştir. Bu çalışmada rafinasyon çeşitli bileşenlerinin hesaplanması da aynı yöntemle yapılmıştır.

3.2. DENEY KISIM

Bölüm 3.1'de belirtilen gibi yapılan ekstraksiyon işlemleri sonunda elde edilen klörür bröşleri Şekil (1) 'de anlatılan yöntemlerle analiz edilmiştir.

3.2.1. DENEYİN DENEYİMLERİ

Deneyler Tungsten Kales Linçit Bröşleri Bröşü'nde derişimlerin değıştirilmesi için yapılmıştır. -0,164 mm tane iriliğindeki 1 kg. Kales Linçit Bröşü ; 2.0 M, 1.5 M, 1.0 M, 0.5 M, 0.25 M demir-3-klörür gazlarıyla ekstrakte edilmiştir. İşlem sonunda elde edilen klörür bröşleri analiz için kükürde, pirite, kükürde, tuzda, demirde, nem, uçucu madde, sabit karbon miktarı tayini yapılmıştır. Ayrıca her bir ekstraksiyon işlemi sonunda elde edilen klörür bröşleri analiz için yapılmıştır.

3.2.1.1. Kales Linçit Bröşü

2.0 M, 1.5 M, 1.0 M, 0.5 M, 0.25 M demir-3-klörür gazlarıyla yapılan ekstraksiyon işlemleri sonunda elde edilen Şekil 3.3.: (75±5°C) sıcaklıkta yapılan Klorlama Bröşü işleminin yapıldığı aparat. A- Tepkime kabı, B- Geri soğutucu, C- Isıtıcı, D- Magnetik karıştırıcı, E- Termometre, F- Klor gazı girişini sağlayan kapiler boru. Şekil 3.3. de 50-2 iyonları miktarı da belirtilmiş olarak tayin edilmiştir.

klörür çözeltileriyle ekstrakte edilmiş Keles linyit örneğinin çeşitli bileşenlerinin, orjinal Keles linyit örneğindeki sabit karbon miktarı esas alınarak yapılan hesaplar verilmiştir. Bu çalışmada rafinatın çeşitli bileşenlerinin hesaplanmasında bu yöntem uygulanmıştır.

3.2. DENEL KISIM

Bölüm 3.1'de belirtildiği gibi yapılan ekstraksiyon işlemleri sonunda elde edilen kömür örnekleri Ek(I) 'de anlatılan yöntemlerle analiz edilmiştir.

3.2.1. DERİŞİMLERİN DEĞİŞTİRİLMESİ

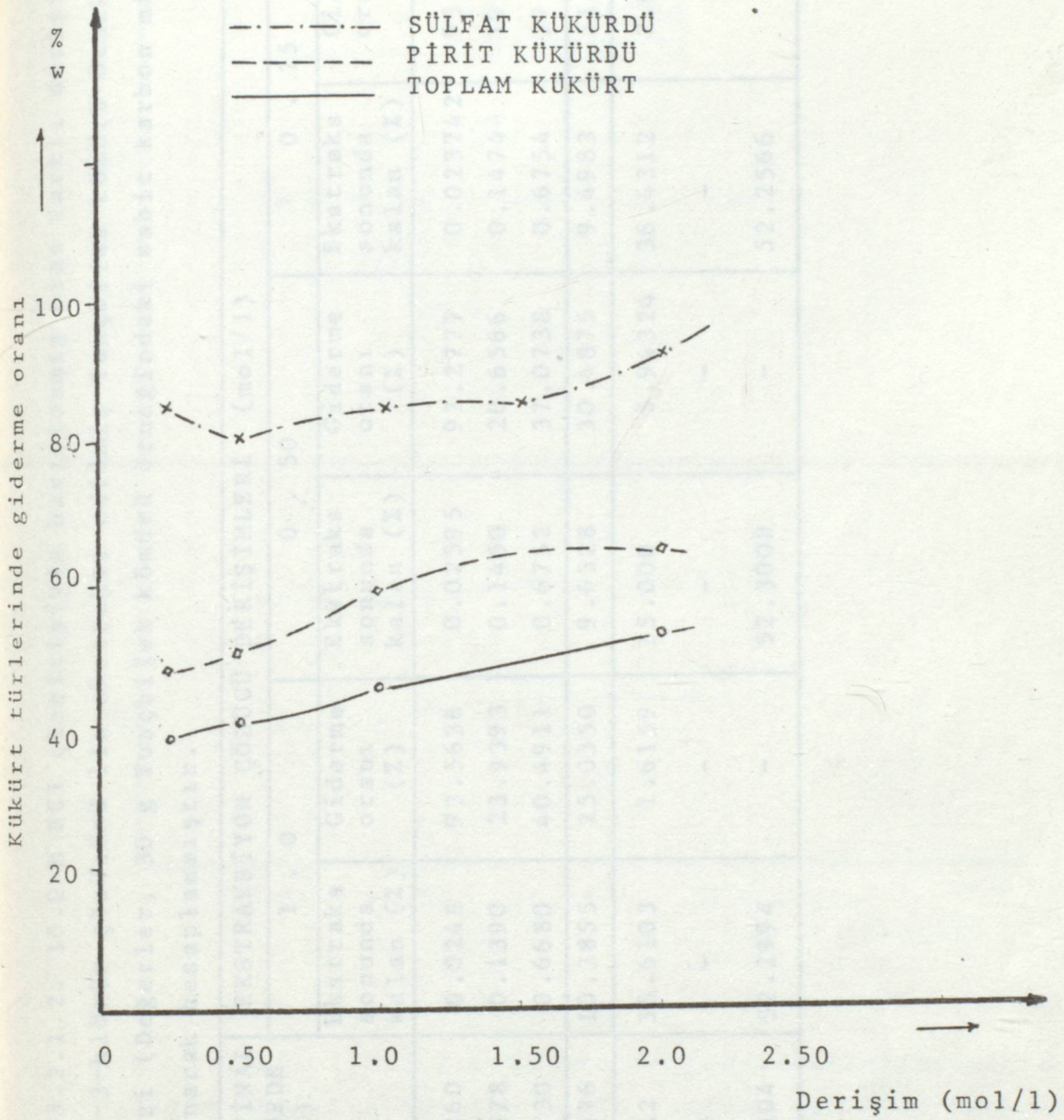
Denemeler Tunçbilek ve Keles linyit örnekleri üzerinde derişimlerin değiştirilmesi etkileri incelenmiştir. -0,144 mm tane iriliğindeki linyit örnekleri ; 2.0 M, 1.5 M, 1.0 M, 0.5 B, 0.25 M demir-3-klörür çözeltileriyle ekstrakte edilmiştir. İşlem sonunda elde edilen kömür rafinatında sülfat kükürdü, pirit kükürdü, toplam kükürt, kül, nem, uçucu madde, sabit karbon miktarı tayinleri yapılmıştır. Ayrıca her bir ekstraksiyon işlemi sonunda ekstraktta SO_4^{-2} iyonu tayinleri yapılmıştır.

3.2.1.1. Keles Linyit Örnekleri:

2.0 M, 1.5 M, 1.0 M, 0.5 M, 0.25 M demir-3-klörür çözeltileriyle yapılan ekstraksiyon işlemleri sonucunda elde edilen rafinatın analiz sonuçları, orjinal Keles linyit örneğinin içerdiği sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmış ve Tablo 3.2.1.1'de toplu olarak verilmiştir. Ayrıca her bir ekstraksiyon işlemi sonucunda süzülerek alınan ekstrakt daki SO_4^{-2} iyonları miktarı da kantitatif olarak tayin edilmiştir.

Tablo 3.2.1.1.: 10.0 M HCl çözeltisinin çözücü olarak kullanıldığı farklı derişimlerdeki demir-3-klörür çözücüsüyle ekstrakte edilmiş, Keles kömürü örneklerinin analizi. (Değerler, 30 g Keles kömürü örneğindeki sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmıştır).

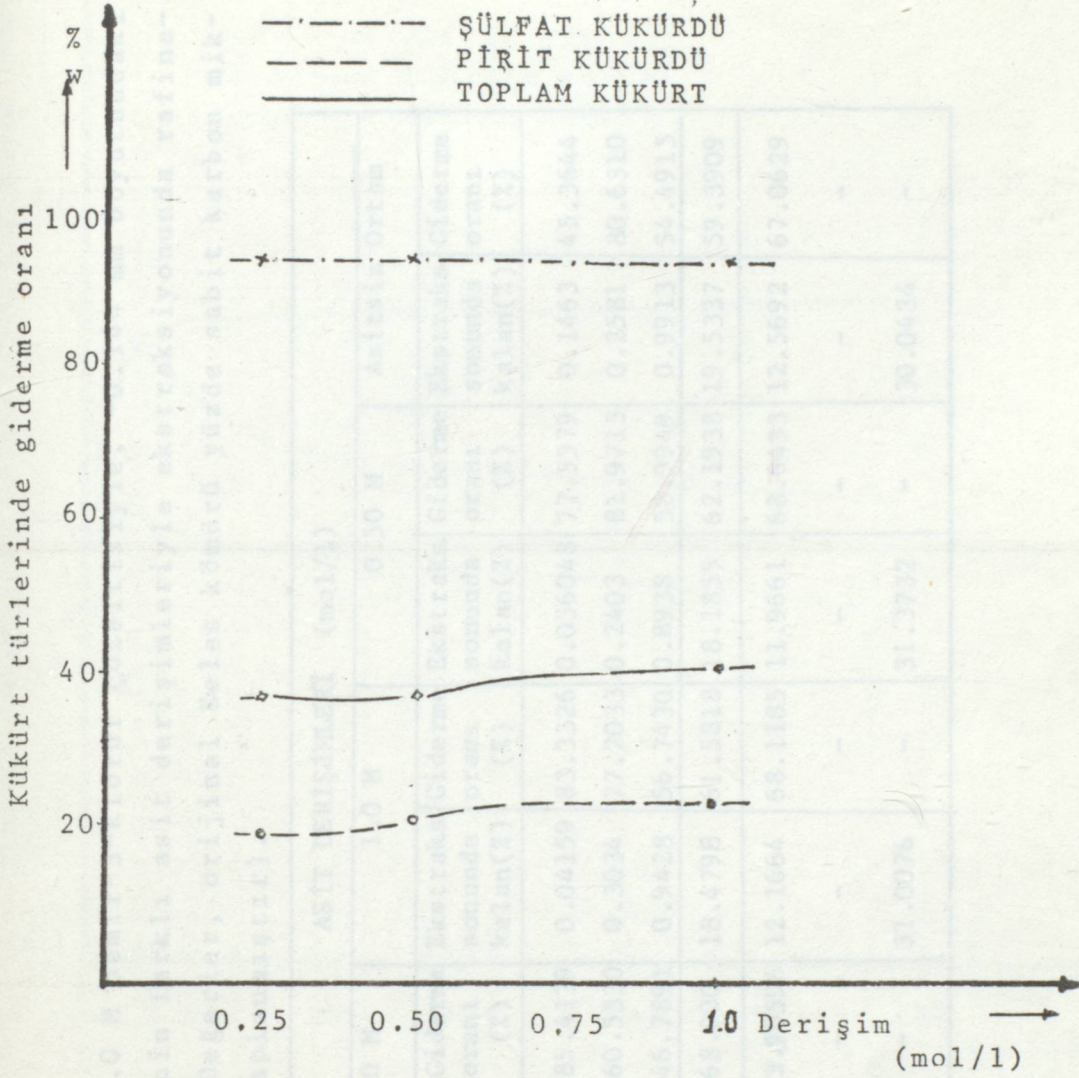
EKSTRAKSİYON ÇÖZÜCÜ DERİŞİMLERİ (mol/l)												
KİRLİTİCİ BİLEŞENLER (%)	ORJİNAL KÖMÜRDE (%)	2.0 M		1.50 M		1.0 M		0.50 M		0.25 M		
		Ekstraks sonunda kalan(%)	Giderme oranı (%)	Ekstraks sonunda kalan(%)	Giderme oranı (%)	Ekstraks sonunda kalan(%)	Giderme oranı (%)	Ekstraks sonunda kalan(%)	Giderme oranı (%)	Ekstraks sonunda kalan(%)	Giderme oranı (%)	
KÜKÜRT TÜRLERİ	SÜLFAT	0.2496	0.0178	93.1151	0.0344	86.2153	0.0364	85.4138	0.0470	81.1576	0.0357	85.7083
	PİRİT	1.3326	0.3929	65.0809	0.7156	46.0521	0.5259	60.5329	0.6408	51.9225	0.67907	49.0417
	TOPLAM	2.1796	1.0036	53.7716	1.3474	38.1810	1.1597	46.7890	1.2852	41.0373	1.3122	39.7970
KÜL		48.1018	16.2447	66.23	20.8856	56.5804	20.1819	58.0433	17.6694	63.2666	14.9142	68.9945
DİĞER BİLEŞENLER	UÇUCU MADDE	38.1613	11.9073	68.7975	15.3339	59.81798	13.7735	63.9059	13.5867	64.3967	13.2232	65.3491
	NEM	12.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SABİT KARBON	13.7869	33.0974	-	32.6784	-	33.1481	-	33.8495	-	32.4800	-



Şekil 3.2.1.1.: Keles linyit örneklerinin demir-3-klörür derişimlerinin değıştirilmesine bağılı olarak, kükürt türlerinde giderilme oranlarının grafiksel gösterimi.

Tablo 3.2.1.2. 10.0 M HCl çözeltisiyle hazırlanmış olan farklı derişimlerdeki demir-3-klörür çözücüsü ile ekstrakte edilmiş Tunçbilek kömürü örneklerinin analizi (Değerler, 30 g Tunçbilek kömürü örneğindeki sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmıştır).

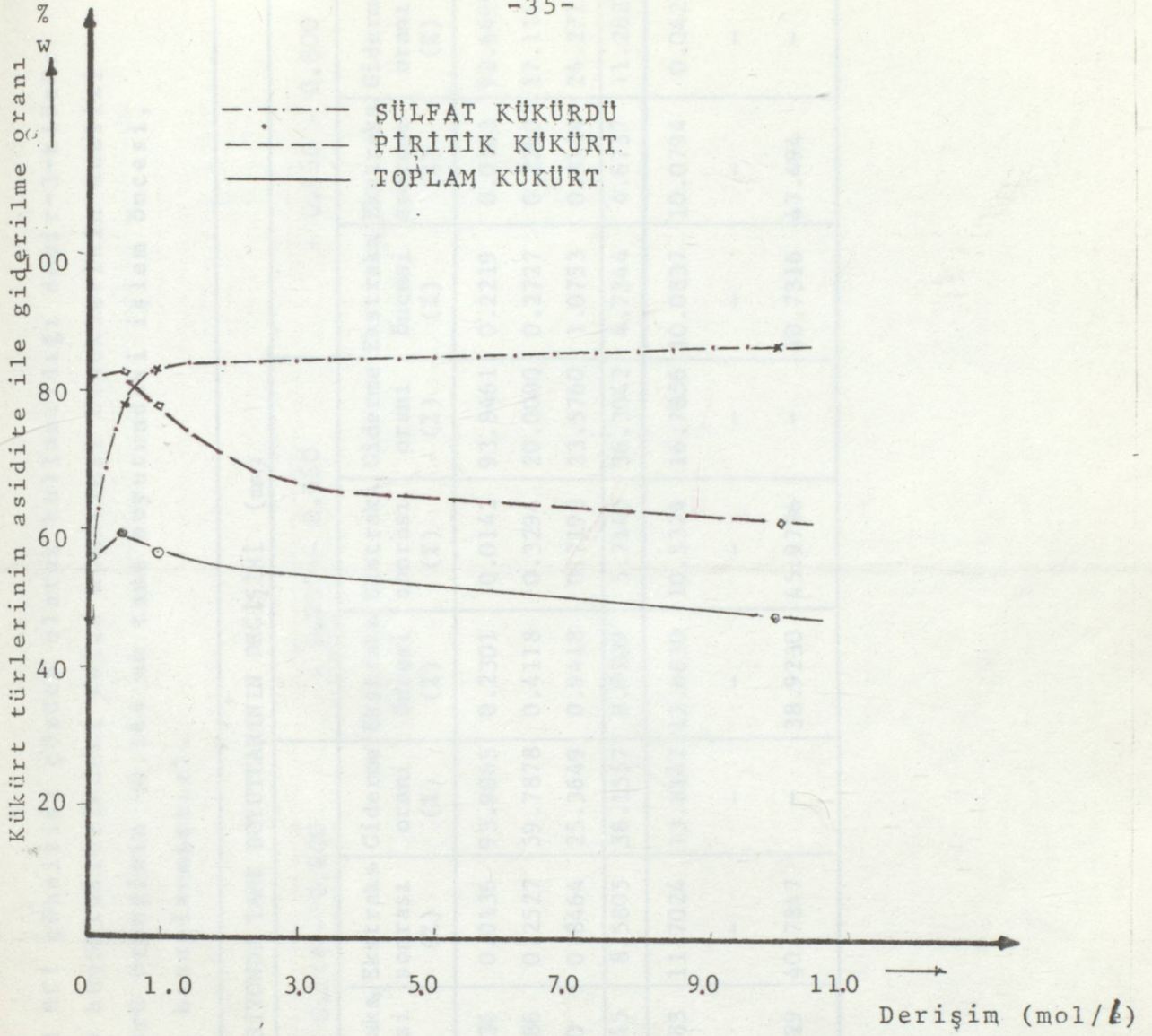
KİRLİTİCİ BİLEŞENLER		ORJİNAL KÖMÜRDE (%)	EKSTRAKSİYON ÇÖZÜCÜ DERİŞİMLERİ (mol/l)					
			1 . 0		0 . . 50		0 . 25	
KÜKÜRTÜ	SULFAT	0.3860	Ekstraks sonunda kalan (%)	Giderme oranı (%)	Ekstraks sonunda kalan (%)	Giderme oranı (%)	Ekstraks sonunda kalan (%)	Giderme oranı (%)
	PİRİT	0.1828	0.0248	93.5636	0.02595	93.2777	0.023742	93.84922
	TOPLAM	1.0730	0.1390	23.9393	0.1450	20.6566	0.14744	19.3521
	KÜL	13.8576	0.6680	40.4911	0.6752	37.0738	0.6754	37.0572
DİĞER BİLEŞENLER	UÇUCU MADDE	37.212	10.3855	25.0550	9.6328	30.4875	9.4983	31.4578
	NEM	11.00	36.6103	1.6159	35.000	5.94324	36.4312	2.0982
	SABİT KARBON	48.9304	52.2994	-	52.3000	-	-	-



Şekil 3.2.1.2.: Tunçbilek linyit örneklerinin derişimin değiştirilmesine bağlı olarak, 0.144 mm tane boyutu ve $(80 \pm 5^\circ\text{C})$ da kükürt türlerinde giderme oranları.

Tablo 3.2.2.: 1.0 M demir-3-klörür çözeltisiyle, -0.144 mm boyutundaki Keles kömürü örneklerinin farklı asit derişimleriyle ekstraksiyonunda rafinatın analiz sonuçları (Değerler, orijinal Keles kömürü yüzde sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmıştır).

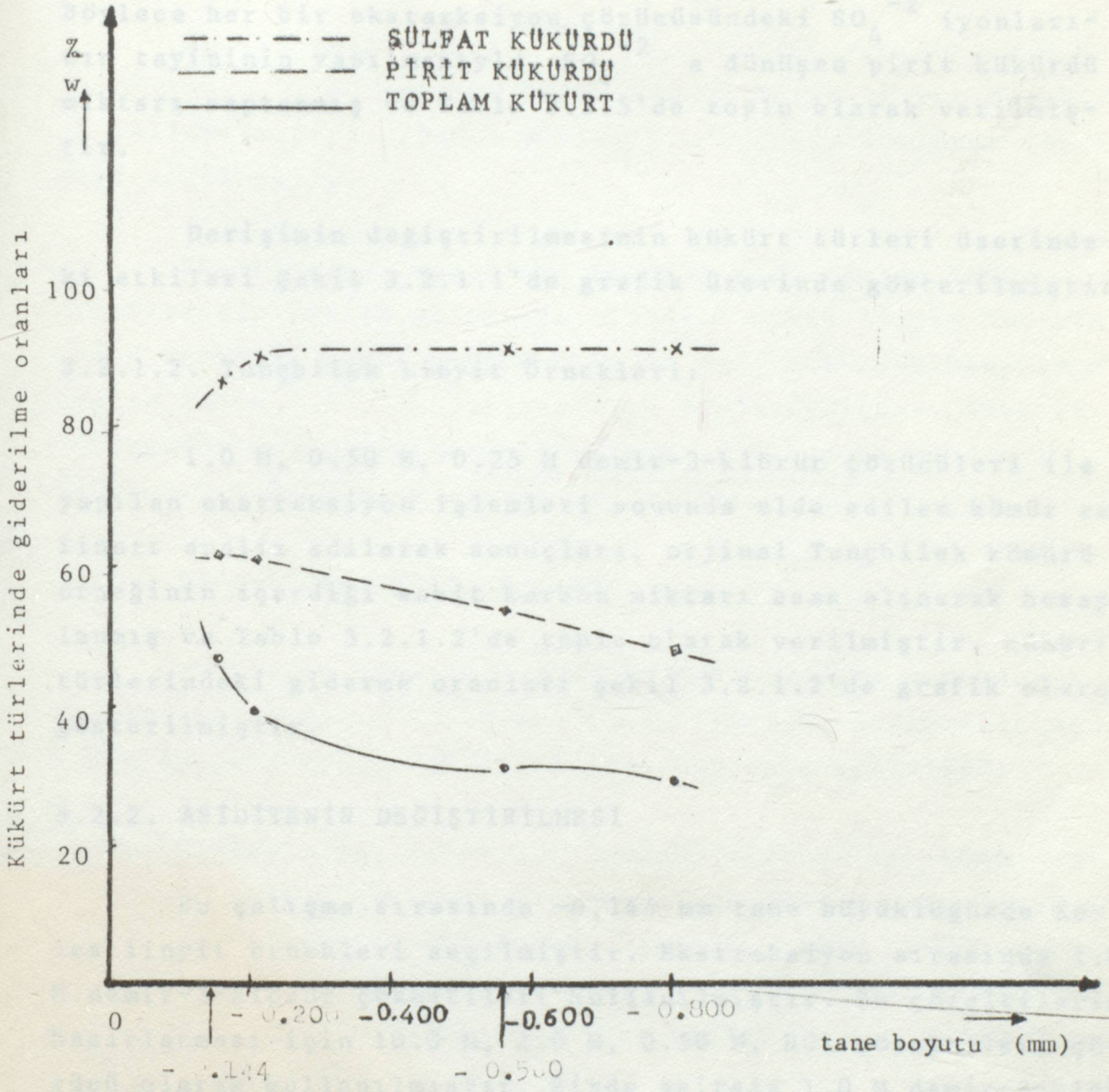
KİRLİTİCİ BİLEŞENLER	ORİJİNAL KÖMÜR DEĞERLERİ (%)	ASİT DERİŞİMLERİ (mol/l)							
		10.0 M		1.0 M		0.50 M		Asitsiz Ortam	
		Ekstraksiyonunda kalan(%)	Giderme oranı (%)	Ekstraksiyonunda kalan(%)	Giderme oranı (%)	Ekstraksiyonunda kalan(%)	Giderme oranı (%)	Ekstraksiyonunda kalan(%)	Giderme oranı (%)
KÜKÜRT SÜLFAT	0.2496	0.0364	85.4139	0.04159	83.3326	0.056048	77.5379	0.1463	45.3644
PİRİTİK	1.3326	0.5294	60.5330	0.3034	77.2033	0.2403	81.9713	0.2581	80.6310
TOPLAM	2.1796	1.1598	46.7891	0.9428	56.7430	0.8938	58.9949	0.9913	54.4915
KÜL	48.1019	15.3926	68.000	18.4798	61.5818	18.1855	62.1938	19.5337	59.3909
UÇUCU MADDE	38.1613	13.7736	62.90596	12.1664	68.1185	11.9661	68.6433	12.5692	67.0629
NEM	12.63	-	-	-	-	-	-	-	-
SABİT KARBON	13.7868	33.1481	-	31.0076	-	31.3732	-	30.0434	-



Şekil 3.2.2.: Keles linyit örneklerinin, 1.0 M de-3-klörür çözeltileriyle, 0.144 mm'lik numunelerinin değişik asitler kullanılarak yapılan ekstraksiyon sonucunda kükürt gideril-oranları.

Tablo 3.2.3.: 1.0 M HCl çözeltisi çözücü olarak kullanıldığı demir-3-klörür çözeltisi ile değişik tane büyüklüklerindeki Keles kömürleri örneklerinin analizi (Değerler, 30 g Keles kömürü örneğinin -0.144 mm tane boyutundaki işlem öncesi, sabit karbon esas alınarak hesaplanmıştır).

EKSTRAKSİYONDA TANE BOYUTLARININ DEĞİŞİMİ (mm)												
KİRLİTİCİ BİLEŞENLER	- 0.144			+ 0.144 - 0.200			+ 0.200 - 0.560			+ 0.560 - 0.800		
	Ekstraks. Öncesi (%)	Ekstraks. sonunda (%)	Giderme oranı (%)	Ekstraks. öncesi (%)	Ekstraks. sonrası (%)	Giderme oranı (%)	Ekstraks. öncesi (%)	Ekstraks. sonrası (%)	Giderme oranı (%)	Ekstraks. öncesi (%)	Ekstraks. sonrası (%)	Giderme oranı (%)
SÜLFAT	0.2495	0.0364	85.4138	0.2236	0.0136	93.9065	0.2301	0.0142	93.8461	0.2219	0.0163	92.6499
PİRİT	1.3326	0.5259	60.5328	0.6286	0.2527	59.7878	0.4118	0.3294	20.0000	0.2727	0.2260	17.1164
TOPLAM	2.1796	1.1597	46.7890	1.100	0.8464	25.3649	0.9418	0.7198	23.5760	1.0753	0.8144	24.2712
KÜL	48.1018	20.1819	58.0433	13.8745	8.5805	38.1557	8.9709	5.7140	36.3042	4.7344	4.6737	11.2822
UÇUCU MADDE	38.1613	13.7735	63.9059	13.5783	11.7024	13.8147	12.6630	10.5324	16.7856	10.0837	10.0794	0.0425
NEM	12.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SABİT KARBON	13.7869	33.1481	-	33.7329	40.7847	-	38.9230	45.9786	-	40.7316	47.494	-



Şekil 3.2.3.: Keles linyitlerinin değişik tane boyutlarının 1.0 M demir-3-klorür çözeltileri ile ekstraksiyon sonunda kükürt türleri değişimi.

Böylece her bir ekstarksiyon çözücüsündeki SO_4^{-2} iyonlarının tayininin yapılmasıyla, SO_4^{-2} a dönüşen pirit kükürdü miktarı saptanmış ve Tablo 3.2.5'de toplu olarak verilmiştir.

Derişimin değıştirilmesinin kükürt türleri üzerindeki etkileri Şekil 3.2.1.1'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

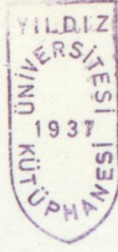
3.2.1.2. Tunçbilek Linyit Örnekleri:

1.0 M, 0.50 M, 0.25 M demir-3-klörür çözücüleri ile yapılan ekstraksiyon işlemleri sonunda elde edilen kömür rafinatı analiz edilerek sonuçları, orjinal Tunçbilek kömürü örneğinin içerdği sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmış ve Tablo 3.2.1.2'de toplu olarak verilmiştir. Kükürt türlerindeki giderme oranları şekil 3.2.1.2'de grafik olarak gösterilmiştir.

3.2.2. ASİDİTENİN DEĞİŞTİRİLMESİ

Bu çalışma sırasında -0,144 mm tane büyüklüğünde Keles linyit örnekleri seçilmiştir. Ekstraksiyon sırasında 1.0 M demir-3-klörür çözeltileri kullanılmıştır. Bu çözeltilerin hazırlanması için 10.0 M, 1.0 M, 0.50 M, HCl çözeltileri çözücü olarak kullanılmıştır. Birde asitsiz 1.0 M demir-3-klörür çözeltisi hazırlanmıştır.

Yapılan ekstraksiyon işlemleri sonucunda elde edilen kömür örneklerinin analiz sonuçları, orjinal Keles linyit örneklerinin içerdği sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 3.2.2'de toplu olarak verilmiştir. Kükürt türlerindeki değişim Şekil 3.2.2'de grafik olarak gösterilmiştir.



3.2.3. TANE BÜYÜKLÜĞÜNÜN DEĞİŞTİRİLMESİ

Bu çalışmada -0.144 , $+0.144 - 0.200$, $+0.200 - 0.560$ ve $+0.560 - 0.800$ mm tane büyüklüğünde Keles linyit örnekleri kullanılmıştır. Çözücü olarak 1.0 M demir-3-klorür çözeltisi seçilmiştir.

Ekstraksiyon işlemleri sonunda elde edilen kömür örneklerinin analiz sonuçları, orjinal Keles linyit örneklerinin içerdiği sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmış ve Tablo 3.2.3'de toplu olarak gösterilmiştir. Tane büyüklüğünün değiştirilmesinin giderme üzerindeki etkileri Şekil 3.2.3 de grafik olarak gösterilmiştir.

3.2.4. SICAKLIĞIN DEĞİŞTİRİLMESİ

-0.144 mm tane iriliğindeki Keles linyit örnekleri; oda sıcaklığı ($20 \pm 5^{\circ}\text{C}$), ($40 \pm 5^{\circ}\text{C}$) ve ($80 \pm 5^{\circ}\text{C}$) sıcaklıklarda, 1.0 M demir-3-klorür çözücüsü ile ekstrakte edilmiştir.

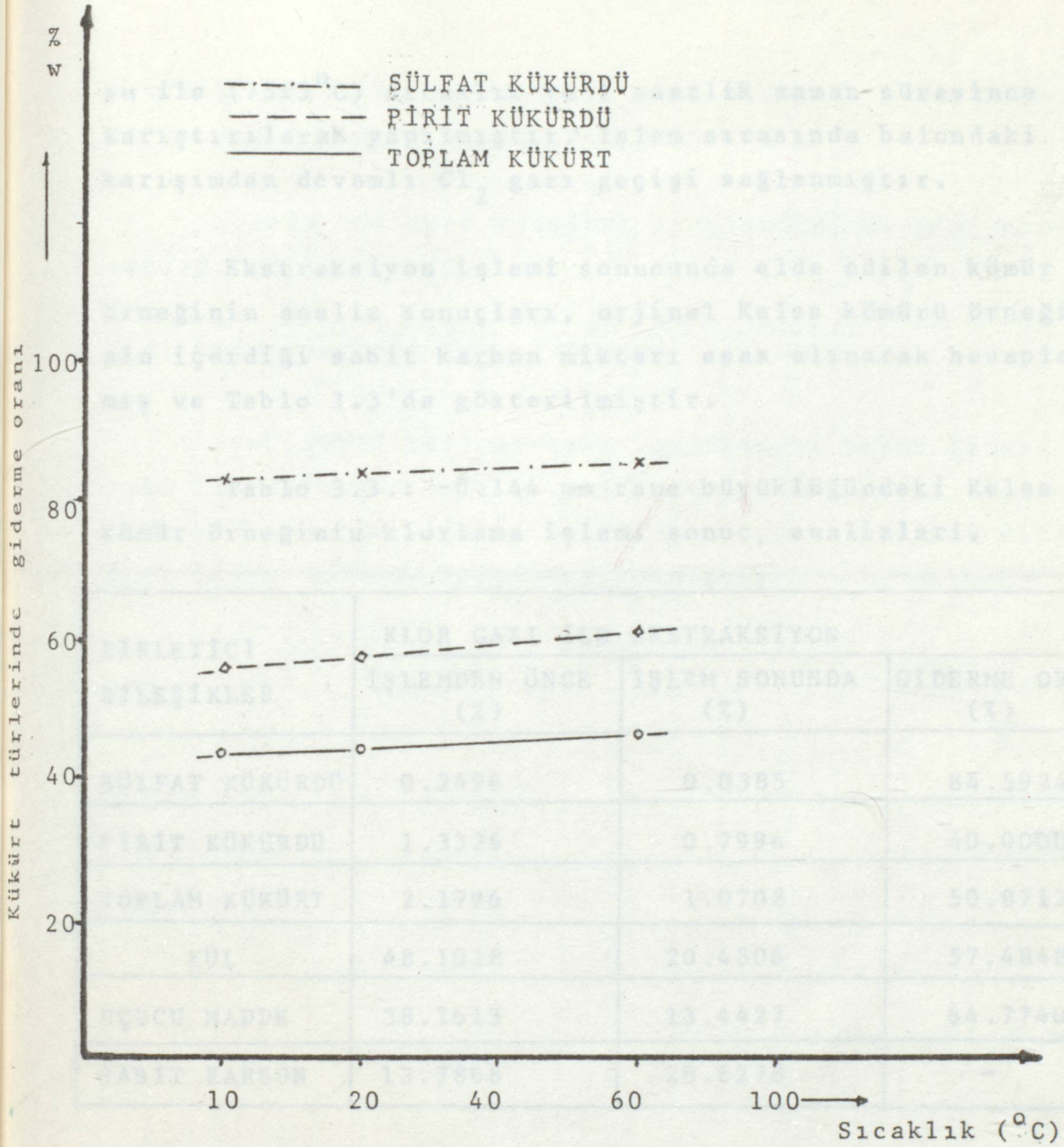
Ekstraksiyon işlemleri sonunda elde edilen kömür rafinatu örnekleri üzerinde yapılmış olan analiz sonuçları, orjinal Keles linyit örneklerinin içerdiği sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmış ve Tablo 3.2.4'de toplu olarak verilmiştir. Sonuçlar Şekil 3.2.4'de grafik olarak gösterilmiştir.

3.3. KLOR GAZI

Uygulama -0.144 mm tane iriliğindeki Keles kömür örneği ile yapılmıştır. 70 g'lık örnek seçilmiş, 250 ml saf

Tablo 3.2.4. .: 0.0 M demir-3-klörür çözeltisi kullanılarak -0.144 mm tane boyutundaki Keles kömürü örneklerinin değişik sıcaklıklarda ekstraksiyon analiz sonuçları (Değerler, orijinal kömür örneklerindeki yüzde sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmıştır).

		ORJİNAL KÖMÜR (%)	EKSTRAKSİYON İŞLEMİNİN YAPILDIĞI SICAKLIKLAR (°C)							
			80 ± 5		40 ± 5		20 ± 5		Giderme Oranı (%)	
			Ekstraks. sonunda kalan (%)	Giderme oranı (%)	Ekstraks. sonunda kalan (%)	Giderme oranı (%)	Ekstraks. sonunda kalan (%)	Giderme Oranı (%)		
KİRLİTİCİ BİRLEŞENLER	SÜLFAT	0.2496	0.0364	85.4138	0.04	83.9713	0.0420	83.1659		
	PİRİT	1.3326	0.5259	60.5330	0.5782	56.6113	0.5841	56.1686		
	TOPLAM	2.1796	1.1598	46.7891	1.2157	44.2262	1.2236	43.8633		
	KÜL	48.1018	20.1819	58.0433	20.2131	57.9786	19.0462	60.4046		
DİĞER BİRLEŞENLER	UÇUCU MADDE	38.1613	13.7736	63.9060	13.9927	63.3328	14.2489	62.6614		
	NEM	12.63	-	-	-	-	-	-		
	SABİT KARBON	13.7869	33.1481	-	31.6780	-	30.6001	-		



3.2.4. KELES LİNYİT ÖRNEKLERİNİN, -0.144 mm TANE BOYUTU VE 1.0 M DEMİR-3-KLÖRÜR ÇÖZELTİLERİ İLE KÜKÜRT TÜRLERİNİN SICAKLIK DEĞİŞİMİ İLE GİDERİLME ORANLARI.

Şekil 3.2.4.: Keles linyit örneklerinin, -0.144 mm tane boyutu ve 1.0 M demir-3-klörür çözeltileri ile kükürt türlerinin sıcaklık değişimi ile giderilme oranları.

Ekstraksiyon işlemi sonucunda elde edilen kömür örneklerinin analizi sonuçları, orijinal kömür örneklerinin

su ile ($75 \pm 5^{\circ}\text{C}$) sıcaklık ve 1 saatlik zaman süresince karıştırılarak yapılmıştır. İşlem sırasında balondaki karışımdan devamlı Cl_2 gazı geçişi sağlanmıştır.

Ekstraksiyon işlemi sonucunda elde edilen kömür örneğinin analiz sonuçları, orjinal Keles kömürü örneğinin içerdiği sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmış ve Tablo 3.3'da gösterilmiştir.

Tablo 3.3.: -0.144 mm tane büyüklüğündeki Keles kömür örneğinin klorlama işlemi sonuç analizleri.

KİRLİTİCİ BİLEŞİKLER	KLOR GAZI İLE EKSTRAKSİYON		
	İŞLEMDEN ÖNCE (%)	İŞLEM SONUNDA (%)	GİDERME ORANI (%)
SÜLFAT KÜKÜRDÜ	0.2496	0.0385	84.5924
PİRİT KÜKÜRDÜ	1.3326	0.7996	40.0000
TOPLAM KÜKÜRT	2.1796	1.0708	50.8712
KÜL	48.1018	20.4506	57.4848
UÇUCU MADDE	38.1613	13.4427	64.7740
SABİT KARBON	13.7868	28.8278	-

3.4. YIKAMADAN SONRA EKSTRAKSİYON İŞLEMİ

Bu çalışmada; ekstraksiyondan önce, -0.144 mm tane iriliğinde Keles, Tunçbilek, Seyitömer kömür örnekleri 1:10 oranında saf suyla yarım saatlik bir zaman süresince karıştırılarak yıkanmıştır.

Ekstraksiyon işlemi sonucunda elde edilen kömür örneklerinin analiz sonuçları, orjinal kömür örneklerinin

içerdiği sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmış ve Tablo 3.4'de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 3.4'deki sonuçlar incelendiğinde gidermenin arttığı görülmektedir.

3.5. ELEKTROSTATİK AYIRMA İŞLEMİ

(-0.200+0.144) mm tane boyutundaki Keles linyit örneği ile elektrostatik ayırma işlemi yapılmıştır. İşlemden önce bu boyuttaki linyit örneğindeki pirit yüzdesi 0.6286 dır. İşlem sonunda değer değişmemiştir.

Tablo 3.4.: 1.0 M HCl çözeltisinin çözücü olarak kullanıldığı 1.0 M demir-3-klörür çözeltisiyle, -0.144 mm tane iriliğindeki kömürlerin ön yıkamalı ve yakamasız ekstraksiyon analiz sonuçları (Değerler, orijinal kömür örneklerindeki sabit karbon miktarları esas alınarak hesaplanmıştır).

ÖN YIKAMALI EKSTRAKSİYON İŞLEMLERİ										
KİRLİTİCİ			KELES KÖMÜRÜ			SEYİTÖMER			TUNÇBİLEK	
BİLEŞENLER	Orijinal kömür (%)	Yıkamadan %	Yıkamış %	Orijinal kömür (%)	Yıkamadan %	Yıkamış %	-Orijinal kömür (%)	Yıkamadan %	Yıkamış %	
SÜLFAT	0.2495	0.0364	0.0497	0.1900	0.0369	0.0479	0.3860	0.24138	0.0555	
PİRİTİK	1.3326	0.5259	0.3509	0.5910	0.4861	0.2757	0.2183	0.1236	0.1013	
TOPLAM	2.1796	1.1598	0.9906	1.9888	1.7290	1.5236	1.073	0.8249	0.6168	
KÜL	48.1018	20.1819	18.1176	16.1819	12.2483	7.4060	15.0450	13.7474	12.5537	
UÇUCU MADDE	38.1613	13.7736	11.9767	42.7153	40.6150	30.8529	36.5865	32.9132	31.3676	
NEM	12.6300	-	-	20.7200	-	-	11.0000	-	-	
SABİT KARBON	13.7869	33.1481	31.4187	41.1027	43.7420	51.7948	48.3685	50.8986	51.8902	

4. DENEYSEL SONUÇLARIN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. MYERS YÖNTEMİ

4. DENEYSEL SONUÇLARIN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesiyle; ekstraksiyon çözücü derişiminin, asiditeinin, kullanılan linyit örneklerinin tane itiliginin ve ııcılık parametrelerinin derişirilmelerinin ekstraksiyon derişimindeki etkileri belirlenmiştir.

4.1.1. ÇÖZÜCÜ DERİŞİMLERİNİN EKSTRAKSİYON VERİMİNE ETKİSİ

Tablo 3.2.1.1'in incelenmesinden, Koles linyit örneklerinin farklı derişimlerdeki demir-3-klorür çözücülerinin kullanılmasıyla yapılan ekstraksiyon sonucunda; Sülfat kükürdünün 183-23'ünde, pirit kükürdünün 146-63'ünde ve 1010 136-63'ünde giderildiği görülmektedir. Ayrıca rafineatta uçucu madde i-çerisinde 139-63 oranında asitler olmuştur.

Tablo 3.2.2 incelendiğinde ekstraksiyon sayması artı-
rıkça pirit kükürdünün SO_2 'a dönüşümünde asitler olduğu
görülmektedir.

4. DENEYSEL SONUÇLARIN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. MEYERS YÖNTEMİ

Bölüm 3.1'de anlatıldığı gibi yapılan ekstraksiyon işlemleri sonunda elde edilen kömür rafinatının analiz sonuçları bölüm 3.2'deki tablolarda toplu olarak verilmiş, Şekillerde grafik olarak gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesiyle; ekstraksiyon çözücü derişiminin, asiditenin, kullanılan linyit örneklerinin tane iriliğinin ve sıcaklık parametrelerinin değiştirilmesinin ekstraksiyon üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

4.1.1. ÇÖZÜCÜ DERİŞİMLERİNİN EKSTRAKSİYON VERİMİNE ETKİSİ

Tablo 3.2.1.1'in incelenmesinden, Keles linyit örneklerinin farklı derişimlerdeki demir-3-klörür çözücülerinin kullanılmasıyla yapılan ekstraksiyon sonucunda; Sülfat kükürdünün %83-93'nün, pirit kükürdünün %46-65'nin ve külün %56-68 nin giderildiği görülmektedir. Ayrıca rafinatın uçucu madde içeriğinde %59-68 oranında azalmalar olmuştur.

Tablo 3.2.5 incelendiğinde ekstraksiyon sayısı arttıkça pirit kükürdünün SO_4^{-2} 'a dönüşümünde azalmalar olduğu görülmektedir.

4.1.4. Tablo 3.2.1.2'nin incelenmesinden, farklı derişimler-
deki demir-3-klörür çözücüsüyle ekstraksiyon sonucunda Tunç-
bilek linyit örneklerinin, sülfat kükürdünün %93-94'ü, pirit
kükürdünün %19-24'ü ve külün %25-32'nin giderilmiş olduğu uç-
cu maddenin %2-6 oranında giderildiği görülmüştür.

Şekil 3.2.1.1 deki grafikler incelendiğinde derişimin
değiştirilmesinin ekstraksiyon verimi üzerinde bir miktar et-
kili olduğu görülmüştür. Şekil 3.2.1.2 deki grafiklerden deri-
şimin değiştirilmesinin; Tunçbilek linyit örneklerinin ekstrak-
siyonunda, ekstraksiyon verimi üzerinde fazla etkin olmadığı
görülmüştür.

4.1.2. ÇÖZÜCÜ ASİDİTESİNİN EKSTRAKSİYON VERİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Tablo 3.2.2'nin incelenmesiyle, değişik asiditedeki
demir-3-klörür çözeltileriyle Keles linyit örneklerinin ekstrak-
siyonu sonunda; sülfat kükürdünün %45-85'nin, pirit kükürdünün
%60-80'inin giderildiği görülmektedir. Çözelti asiditesini art-
tırdıkça kül ve sülfat kükürdünün giderilme oranı artmakta,
pirit kükürdünün giderilme oranı azalmaktadır.

4.1.3. TANE BÜYÜKLÜĞÜNÜN EKSTRAKSİYON VERİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Tablo 3.2.3'de görüldüğü gibi değişik tane iriliğindeki
Keles linyit örneklerinin, 1.0 M demir-3-klörür çözeltileriyle
ekstraksiyonu sonunda; sülfat kükürdünün %85-92'nin, pirit kü-
kürdünün %17-60'ının giderildiği görülmüştür. Ayrıca tabloda
tane iriliği arttıkça kükürt oranının düştüğü, sabit karbon
oranının arttığı, kül ve uçucu madde oranının azaldığı görül-
mektedir.

Şekil 3.2.3'deki grafikler tane iriliğinin artmasının
ekstraksiyon verimini olumsuz yönde etkilediği görülmektedir.

4.1.4. SICAKLIĞIN EKSTRAKSİYON VERİMİNE ETKİSİ

Tablo 3.2.4'de görüldüğü gibi Keles linyit örnekleri üzerinde yapılan çalışma sonunda; sülfat kükürdünde %83-85, pirit kükürdünde %60-56, külde %58-60 oranlarında giderilme sağlandığı görülmüştür.

Şekil 3.2.4'de sıcaklığın artmasının pirit kükürdünün ekstrakt çözeltisine geçmesi bir miktar artmakta fakat belirgin bir etki göstermemektedir.

Yukarıda belirtilen sonuçlar Meyers ve Muhtar Kocak-
rim tarafından da çalıştıkları kömür örnekleri üzerinde göz-
lenmiştir.

4.2. KLOR GAZI İLE YAPILAN ÇALIŞMA SONUÇLARININ İNCELENMESİ

Tablo 3.3 incelendiğinde; sülfat kükürdünün %85'i, pirit kükürdünün %40'ı, kül miktarının %57'si giderilebilmiştir. -0.144 mm tane büyüklüğündeki Keles kömür örnekleri ile yapılan çalışmada organik kükürdün de giderilebileceği görülmüştür.

4.3. YIKAMADAN SONRA EKSTRAKSİYON İŞLEMLERİNİN ETKİSİ

Tablo 3.4 incelendiğinde anorganik artıkların, ön yı-
kama sonucunda ekstraksiyon işlemi yapıldığında daha fazla
giderilebildiği görülmüştür.

4.4. ELEKTROSTATİK AYIRMANIN ETKİSİ

Keles linyit örnekleri ile yapılan çalışmada elektros-
tatik ayırmanın giderme üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.

En iyi koşulların saptanması açısından; sıcaklık değeri, tane büyüklüğü, zaman gibi değişkenler incelenmelidir.

4- Demir-3-klorürle ekstraksiyon işlemi sonunda oluşan elementel kükürden giderilmesi için daha uygun bir yöntem bulmak için çalışmalar üzerinde etkin olabilecek, gerekse seçiciliğinin istenilen yönde artmasını sağlayacak uygun bir katalizör bulunması ve kinetiğinin incelenmesi üzerinde

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

1- Yurdumuzun farklı yörelerinden alınan linyit örneklerinin, kölürür çözeltileriyle özütlenmesi sonunda pirit, sülfat kükürdü ve kül değerlerinde oldukça yüksek oranlarda temizleme sağlanmaktadır. Bu oranın daha da artırılması olasıdır. Çalışma sırasında kükürt oranının düşük olması ve laboratuvar şartlarından dolayı, ekstraksiyon sonrası seçiciliğe bağlı olarak az da olsa oluşan elementel kükürt kömür üzerinde tutulduğundan uzaklaştırılamamıştır. Bu nedenle giderilme asıl değerinden daha düşük görünmektedir. Daha sonraki çalışmalarda, toluenle ekstraksiyon ve vakum süblimasyonu yardımıyla elementel kükürt uzaklaştırılmalıdır.

2- Sülfat kükürdünün yüksek olduğu kömürlerde yüksek asiditede, piritik kükürdü yüksek olan kömürler için düşük asidite de çalışılmalıdır.

Yapılan çalışmalar organik kükürdü fazla olan kömürler için daha uygun yöntemler aranması gerektiğini göstermiştir.

3- Klor gazı ile yapılan çalışma sonunda, organik kükürdün giderilmesinde de iyi sonuç alınması; yöntemin, organik kükürdü fazla olan kömürlere uygulanabileceğini göstermiştir,

En iyi koşulların saptanması açısından; sıcaklık değişimi, tane büyüklüğü, zaman gibi değişkenler incelenmelidir.

4- Demir-3-klörürle ekstraksiyon işlemi sonunda oluşan elementel kükürdün giderilmesi için daha uygun bir yöntem bulunması, gerek reaksiyonlar üzerinde etkin olabilecek, gerekse seçiciliğinin istenilen yönde artmasını sağlayacak uygun bir katalizör bulunması ve kinetiğinin incelenmesi üzerinde çalışılması gereken konulardır.

5- Ekstraksiyon çözücüsü olarak FeCl_3 çözeltisi yerine $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ çözeltisinin kullanılması denenebilir. Kömürün kendi yapısında da bulunan bu reaktifle çalışıldığında, kömürün yabancı bir maddeyle kirlenmesi söz konusu olmayacaktır.

3. Meyers, R.A., "Coal Desulfurization", Marcel Dekker, Inc. New York, 1977.

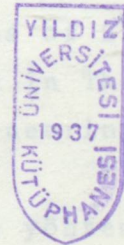
4. Katakörüm, M.H., "Bazı Türkiye Kömürlerinin Kimyasal Yollarla Anorganik Kirlenmelerden Arındırılması", Doçentlik Tezi, Atatürk Üniversitesi Fenali Bilimler ve Yabancı Diller Yüksek Okulu Kimya Bölümü, Erzurum, 1981.

5. Lowry, H.H., "Chemistry of Coal Utilization", Printed in the United States of America, Vol 1, 1945.

6. Atter, A., "The Fundamental Interactions Between Sulfur and The Modeling of Sulfur Distribution in the Products of Coal Pyrolysis", Chemical Engineering Thesis, University of Houston, October, 1976.

7. Kükükbayrak, S., "Farklı Kükürt giderme yöntemlerinin çeşitli Türk Linyitlerinde Uygulanması", Doktora Tezi, İ.T.Ü., İstanbul, Şubat 1984.

8. Nakman, B., "Kömür", M.T.A. Yayınları, No.171, Ankara, 1978.



9. T.K.I. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, 1981
Bretim çizelgeleri.

10. Kargı, F., Robinson, J.M., "Removal of Organic
Sulfur From Bituminous Coal", Fuel, Vol. 63, 1984.

11. Doğan, Z., Çobanoğlu, G., Nigizilmez, C., Ertürk,

KAYNAKLAR
Tuncel, C., "Bakterilerle Sulfür ve Sulfat-
tılarla Karşılaşma Potansiyon Yöntemleriyle Sulfür
Değişik Kömürden Piritik Kömüre Arındırılması".

1. Biron, C., "Türkiye Kömürlerinin Fiziksel ve Kimya-
sal Özellikleri ve Rezervler", Uluslararası Kömür
Teknolojisi Semineri, İ.T.Ü. Maden Fakültesi Maden
Müh. Böl., İstanbul, 1983, 23-52.

2. Ateşok, G., "Kömür Hazırlama", İ.T.Ü., İstanbul,
1986.

3. Meyers, R.A., "Coal Desulfurization", Marcel Dak-
ker, Inc. New York, 1977.

4. Kocakerim, M.M., "Bazı Türkiye Kömürlerinin Kimya-
sal Yollarla Anorganik Kirleticilerden Arındırılma-
sı", Doçentlik Tezi, Atatürk Üniversitesi Temel Bi-
limler ve Yabancı Diller Yüksek Okulu Kimya Bölümü,
Erzurum, 1981.

5. Lowry, H.H., "Chemistry of Coal Utilization", Prin-
ted in the United States of America, Vol 1, 1945.

6. Attar, A., "The Fundamental Interactions of Sulfür
and The Modeling of Sulfür Distribution in The Pro-
ducts of Coal Pyrolysis", Chemical Engineering Uni-
versity of Houston, October, 1976.

7. Küçükbayrak, S., "Farklı Kükürt giderme yöntemleri-
nin Çeşitli Türk Linyitlerine Uygulanması", Doktora
Tezi, İ.T.Ü., İstanbul, Şubat 1984.

8. Nakoman, E., "Kömür", M.T.A. Yayınları, No.171, An-
kara, 1978.

9. T.K.İ. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu. 1981 üretim çizelgeleri.
10. Kargı, F., Robinson, J.M., "Removal of Organic Sülfür From Bituminous Coal", Fuel, Vol 65, 1986.
11. Doğan, Z., Özbayoğlu, G., Hiçyılmaz, C., Sarıkaya, M., Özcengiz, G., "Bakterilerle Özütleme ve Bakterilerle Şartlandırma Flotasyon Yöntemleriyle Üç Değişik Kömürden Piritik Kükürdün Arındırılması", Doğa Bilim Dergisi B, 9,3, 1985.
12. Kuyucak, N., "Bakteriyle Liç Yöntemi ile Kömür Kü-kürtlerinin Temizlenmesi", Uluslararası Kömür Tek-nolojisi Semineri, İ.T.Ü. Maden Fakültesi Maden Müh. Böl., İstanbul, 1983, 112-122.
13. Lalvani, S.B., "Electrochemical Desulfurization of Coal Slurries", Southern Illinois University, Car-bondale, Final Report, 1984.
14. Lalvani, S., Pata, M., Coughim, R.W., "Electroche-mical Oxidation of Lignite in Basic Media", Fuel, Vol 65, Jenuary 1986, 122-128.
15. Hsu, G.C., Kalvinskas, J.J., Ganguli, P.S., Gava-las, G.R., "Coal Desulfurization by Low-Temperatu-re Chlorinolysis, California institute of Technology.
16. Bolat, E., "Extraction of Lignites from Çan, Soma and Tunçbilek With Donor and Non-Donor, Solvents in Soxhlet Extractor and Autoclave", Master Tezi, Bo-ğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 1983.
17. Annual Book of ASTM Standards", Part 26, Gaseous Fuels, Coal and Coke; Atmospheric Analysis, Methot D-3174-73, ASTM, Philadelphia, 1976.
18. TSE, "Turba ve Linyitlerde Kül tayini", TS 1042, 1974.
19. TSE, "Eschka Metodu ile Maden Kömüründe Toplam Kü-kürt Tayini", TS363, 1966.

20. Annual Book of ASTM Standards", Part 26, Gaseous Fuels, Coal and Coke; Atmospheric Analysis Method D-3177-75, ASTM, Philadelphia, 1976.
21. Annual Book of ASTM Standards", Part 26, Gaseous Fuels, Coal and Coke; Atmospheric Analysis, Method D-2492-68, ASTM, Philadelphia, 1974.

EX 1

ANALİZ YÖNTEMLERİ

1. ANALİZ YÖNTEMLERİ

1.1. KÜMÜRÜN NEM TAYINI

EK I

ANALİZ YÖNTEMLERİ

CİHAZ:

- Etov: 105-110° C'ye ayarlanabilen.
- Terazii: 0.1 mg duyarlılık.
- Porselen kroket: Sabit tartıma getirilmiş.

İŞLEM: Havada kurutulup sabit tartıma getirilmiş k0-
mür örneği, 0.144 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülür.
1 g'lık k0mür örneği porselen kroketlere ayrı ayrı konular.
Her 10 dakika aralıklarla kroketler çıkartılıp, soğutulur ve

tartılır. Meydana gelen ağırlık kaybına yûde değerleri hesaplanır. Zamanla karęılık gelen yûde ağırlık kaybı grafikleri çizilir. Eğride görûlen ilk pik noktasi kurumâ zamanını verir. Bu zamanla karęılık gelen yûde nem kaybı, kömür örneğinin biyrokobik nemini verir.

I. ANALİZ YÖNTEMLERİ

I.1. KÖMÜRDE NEM TAYİNİ

İLKE: Kömür örneğinin ağırlığı kömür bir etüv de 105°C'de kurutulduğunda, nem kaybı sonucu zamanla değişir. Uzun süre açık havada bırakılan kurutulmuş kömür, havadaki oksijen ile reaksiyon verir ve oksidasyon ürünleri serbest hale geçer, sonuçta saptadığımız ağırlık farkı artar. Bu nedenle kurutma eğrileri çizilir ve kömürün kurumasi için gerekli zaman kurutma eğrisinde ilk pikin görüldüğü an olarak saptanır. Kurutma eğrisinde ilk pikden sonra görûlen pikler, kömürün oksidasyonundan ileri gelen ağırlık kayıplarına karşılık gelir (16).

CİHAZ:

- Etüv: 105-110° C'ye ayarlanabilen,
- Terazî: 0.1 mg duyarlıkta,
- Porselen kroze: Sabit tartıma getirilmiş.

İŞLEM: Havada kurutulup sabit tartıma getirilmiş kömür örneği, 0.144 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülür. 1 g'lık kömür örnekleri porselen krozelerle ayrı ayrı konulur. Her 10 dakika aralıklarla krozeler çıkarılıp, soğutulur ve

tartılır. Meydana gelen ağırlık kaybının yüzde değerleri hesaplanır. Zamana karşılık gelen yüzde ağırlık kaybı grafikleri çizilir. Eğride görülen ilk pik noktası kuruma zamanını verir. Bu zamana karşılık gelen yüzde nem kaybı, kömür örneğinin higroskopik nemini verir.

HESAP:

$$(\% \text{ Nem}) = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

m_1 = Sabit tartıma getirilmiş kroze tartımı (g)

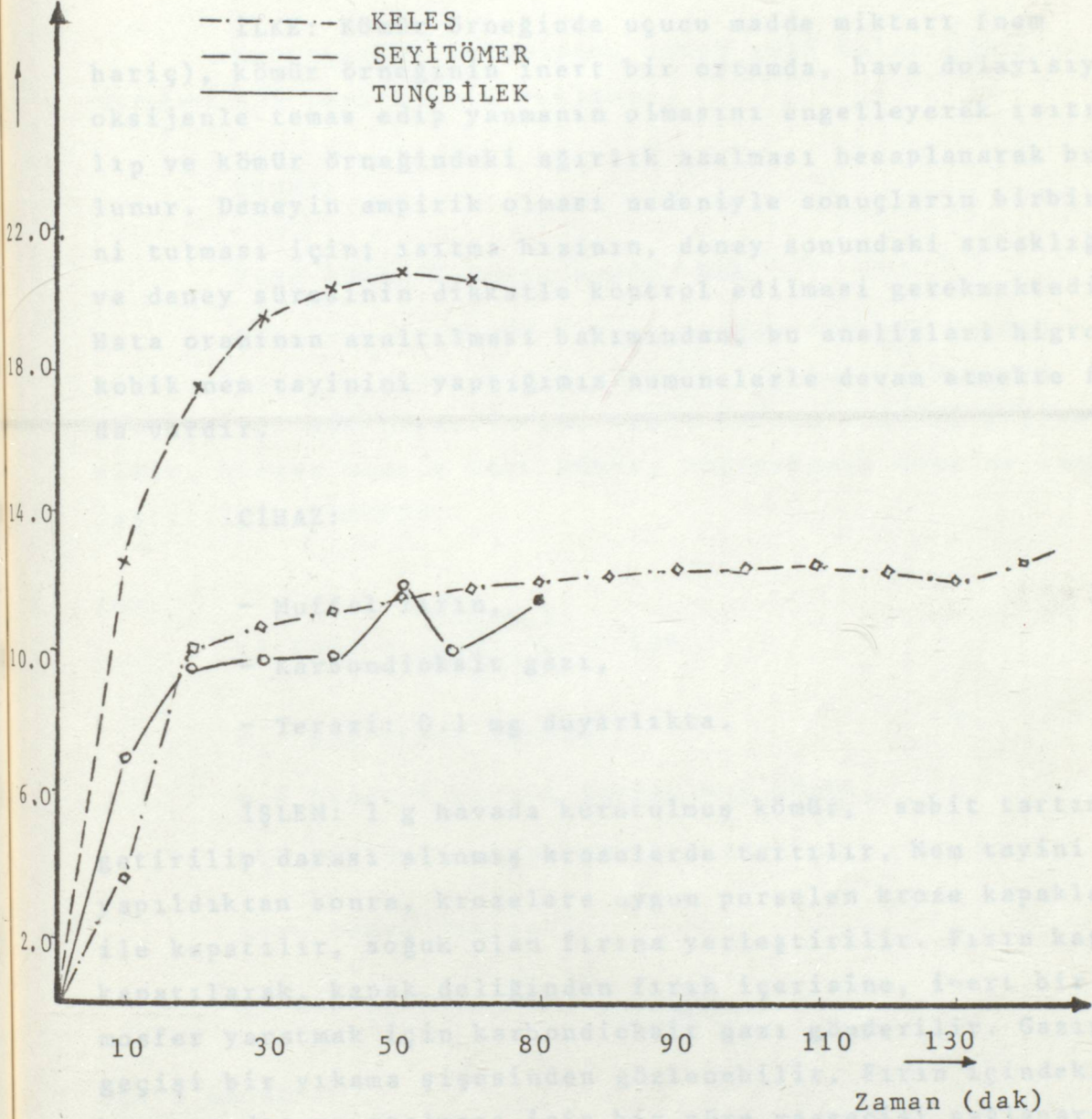
m_2 = Kurutulmuş kömür + kroze tartımı (g)

m_3 = Kroze + nemli kömür tartımı (g)

ANORGANİK KİMYA İLİMİ ÖRNEKLERİNİN ANALİZ SONUÇLARI (2)			
	TUNCULUK	SEYİTÖMER	
SULFAT	0.2495	0.3860	0.1900
KÜL	15.1018	15.0459	15.9889
KÜL	15.1018	15.0459	16.1819
MADDE	38.1613	36.3865	42.7153
NEM	17.6300	11.00	20.7200
SABİT			
KARBON	13.7869	48.8685	41.7420

TABLO 5: Orjinal Keles (Bursa), Tunçbilek (Tavşanlı), Seyitömer (Kütahya) Linyitlerinin analiz sonuçları.

ANORGANİK BİLEŞİKLER		ORJİNAL LİNYİT ÖRNEKLERİNİN ANALİZ SONUÇLARI (%)		
		KELES	TUNÇBİLEK	SEYİTÖMER
KÜKÜRT TÜRLERİ	SÜLFAT	0.2495	0.3860	0.1900
	PİRİT	1.3326	0.2183	0.5910
	TOPLAM	2.1796	1.073	1.9888
KÜL		48.1018	15.0450	16.1819
DİĞER BİLEŞENLER	UÇUCU MADDE	38.1613	36.5865	42.7153
	NEM	12.6300	11.00	20.7200
	SABİT KARBON	13.7869	48.3685	41.7420



Şekil 5:—0,144 mm tane boyutunda Keles, Tunçbilek ve Seyitömer kömürlerinin ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$) da çıkarılan higroskopik nem grafikleri.

I.2. KÖMÜRDE UÇUCU MADDE - KOK - SABİT KARBON TAYİNLERİ

İLKE: Kömür örneğinde uçucu madde miktarı (nem hariç), kömür örneğinin inert bir ortamda, hava dolayısıyla oksijenle temas edip yanmanın olmasını engelleyerek ısıtılıp ve kömür örneğindeki ağırlık azalması hesaplanarak bulunur. Deneyin ampirik olması nedeniyle sonuçların birbirini tutması için; ısıtma hızının, deney sonundaki sıcaklığın ve deney süresinin dikkatle kontrol edilmesi gerekmektedir. Hata oranının azaltılması bakımından, bu analizleri higroskopik nem tayinini yaptığımız numunelerle devam etmekte fayda vardır.

CİHAZ:

- Muffel fırın,
- Karbondioksit gazı,
- Terazî: 0.1 mg duyarlıkta.

İŞLEM: 1 g havada kurutulmuş kömür, sabit tartıma getirilip darası alınmış krozelerde tartılır. Nem tayini yapıldıktan sonra, krozelere uygun porselen kroze kapakları ile kapatılır, soğuk olan fırına yerleştirilir. Fırın kapağı kapatılarak, kapak deliğinden fırın içerisine, inert bir atmosfer yaratmak için karbondioksit gazı gönderilir. Gazın geçişi bir yıkama şişesinden gözlenebilir. Fırın içindeki havanın dışarı atılması için bir süre gazgeçişi sağlanarak fırın çalıştırılır. 550°C'a kadar ısıtılır. Bu sıcaklığa gelindiğinde 30 dak. bekletilir ve fırının ısıtıcı devresi kapatılır. Fırın sıcaklığı 150-200°C'a düşünceye kadar karbondioksit gazı geçirmeye devam edilir ve sonra kesilir. Krozeler çıkarılıp desikatörde soğutulur, tartılarak dara

ile farkı alınır. Elde edilen kok miktarıdır buradan yüzdeye geçilebilir.

Koklaştırma işleminden sonra geri kalan kömür numuneleri kül tayini için saklanır.

HESAP:

Kuru kömür = Uçucu madde + kok

Nemsiz kuru kömür = Uçucu madde + Sabit karbon + kül olduğundan, Uçucu madde yüzdesi ile kül yüzdesinin toplamı 100'den çıkarılarak, sabit karbon yüzdesi bulunabilir. Burada nemsiz kuru kömür, higroskopik nemi de uzaklaştırılmış kömürdür.

Kok:

$$(\% \text{ Kok}) = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100$$

m_1 = Boş kroze tartımı,

m_2 = Kroze + havada kurutulmuş kömür,

m_3 = Koklaştırmadan sonraki tartım.

Kuru temel üzerinden:

$$(\% \text{ Kok})_{kt} = (\% \text{ kok}) \frac{100}{100 - \% \text{ Nem}}$$

Uçucu madde:

Kuru kömür = kok + Uçucu madde

$$100 = (\% \text{ kok})_{kt} + (\% \text{ U.M})_{kt}$$

$$(\% \text{ U.M}) = 100 - (\% \text{ kok})_{kt}$$

Kül:

Kuru temel üzerinden:

$$(\% \text{ kül}) = \frac{m_5 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot \frac{100}{100 - \% \text{ Nem}}$$

$$m_5 - m_1 = \text{kül miktarı.}$$

Sabit Karbon:

Kuru kömür = Uçucu madde + Sabit karbon + kül

$$100 = (\% \text{ U.M})_{kt} + (\% \text{ S.C})_{kt} + (\% \text{ kül})_{kt}$$

$$(\% \text{ S.C})_{kt} = 100 - (\% \text{ U.M})_{kt} - (\% \text{ kül})_{kt}$$

CIHAZ:

- Analitik terazisi, 0.1 mg duyarlılıkta,
- Mafsal fırın,
- Porcelain kroze,

İŞLEM: Analize bağlanmadan önce havada kurutulmuş numune karıştırılarak 0.146 mm olan elekten geçirilir. Temiz ve sabit tartıma getirilmiş bir kap kapağı ile birlikte tartılır. 1 g'lık kömür numunesi düzgün bir şekilde içine yapılır. İçerisine konan numune miktarını saptamak için kroze; kapağı

I.3. KÖMÜRDE KÜL TAYİNİ

Kül tayinleri T.S.E. ve ASTM (17-18)'e göre yapılmıştır.

İLKE: Yanma sırasında; kömürün tabakalı yapısından su kaybı, karbonatlardan CO_2 kaybı ve piritin oksitlenmesiyle demir oksitlerin meydana gelişi gibi birçok değişimler olmaktadır. Bu nedenle turb veya linyit tamamen yandığı zaman kalan kül miktarı ve içeriği farklıdır. Kükürt oksitleri de alkaliler tarafından tutulur. Bunlardan dolayı turb ve linyitlerde kül tayin metodu ampiriktir. Çünkü reaksiyonların meydana gelişi yakma koşullarına bağlıdır. Uyarlı sonuçlar elde edebilmek için işlem aynen uygulanmalıdır.

PRENSİP: Linyit sırayla; 250°C 'a kadar 30 dakika, 250°C dan 500°C 'a kadar 30 dakika, 500°C dan 815°C 'a kadar da 60 dakika ısıtılır. Son sıcaklıkta değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilir. Kül yüzdesi, yakma işleminin sonrakalıntısının ağırlığından hesaplanır.

CİHAZ:

- Analitik terazi, 0.1 mg duyarlılıkta,
- Muffel fırın,
- Porselen kroze.

İŞLEM: Analize başlamadan önce havada kurutulan numune karıştırılarak-0.144 mm olan elekten elenir. Temiz ve sabit tartıma getirilmiş bir kap kapağı ile birlikte tartılır. 1 g'lık kömür numunesi düzgün bir şekilde içine yayılır. İçerisine konan numune miktarını saptamak için kroze; kapağı

kapalı olarak tartılır, kroze ve kapağı birbirinden ayrı olarak oda sıcaklığındaki fırına konulur. Yukarıda anlatılan sıcaklık koşulları sağlanarak yakma işlemi yapılır. Kroze kapağı ile kapatılarak fırından çıkarılır. Önce 5 dakika soğuk ve kalın bir metal levha üzerinde, daha sonra bir desikatöre koyarak soğutulur. Desikatörde yaklaşık 15 dakika bekletilen krozeler kapağı ile birlikte tartılır. Kızdırma işlemi, numune sabit sıcaklığa gelinceye kadar tekrarlanır.

HESAP:

$$A = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100$$

A = Kül yüzdesi

m_1 = Boş kabın kapağı ile birlikte ağırlığı (g),

m_2 = Kabın numune ve kapağı ile birlikteki ağırlığı (g),

m_3 = Kabın kül ve kapağı ile birlikteki ağırlığı (g).

Hesaplamalar, kuru kömür temel üzerinden de yapılabilir.

$$B = A \times \frac{100}{100 - \text{Nem}}$$

B = Kuru temel üzerinden kül yüzdesidir.

I.4. TOPLAM KÜKÜRT TAYİNİ

Kömürde toplam kükürt tayini Türk standartları Enstitüsü TS 363 nolu standardından, ASTM D 3177 nolu standardından faydalanılarak Eschka yöntemi ile yapılmıştır (19-20).

İLKE: Kömür numunesi, yanabilen maddelerin giderilmesi ve sülfür kükürdünün sülfat kükürdüne çevrilmesi için Eschka karışımı ile iyice karıştırılarak, oksitleyici bir atmosferde yakılır. Gravimetrik veya volumetrik yöntemlerden biri ile tayin edilir.

CİHAZ:

İŞLEM:

- Tartımlarda kullanılan terazinin 0.1 mg duyarlılıkta olması gerekmektedir.
- Elektrik muffel fırını, ısıtma bölgesinin her tarafını $800 \pm 25^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta tutabilmelidir.
- Nikel kroze ve porselen kroze.

REAKTİFLER: Kullanılan bütün reaktifler analitik saflıkta olmalıdır.

1) Eschka karışımı: Hafif kavrulmuş magnezyum oksit, ağırlığının yarısı kadar sodyum karbonat veya potasyum karbonatla karıştırılır. Karışımın hepsi 0.20 mm'lik elekten geçirilmelidir.

2) Hidroklorik asit

3) Ayarlı sülfat çözeltisi: 0.600 g potasyum sülfat suda çözülür ve 1000 ml'ye tamamlanır. Bu çözeltinin 10 ml'si 0.0080 g baryum sülfata eşdeğerdir.

4) Baryum klorür çözeltisi: Yüzde 8.50'luk hazırlamak için; iki kristal sulu baryum klorürden 100 g alınarak suda çözülür ve 1 litreye tamamlanır. Çözelti iki defa asitle yıkanmış ince gözenekli bir süzgeç kağıdından süzülür.

5) Metil kırmızısı çözeltisi: 1 g 0-karboksi-benzen-azodimetil anilin (metil kırmızısı) 600 ml etanolde çözülür ve su ile litreye seyreltilir.

6) Amonyak çözeltisi,

7) Hidrojen peroksit, yüzde 30 luk (litre/hacim)

İŞLEM:

25 ml'lik bir nikel krozeye 0.5 g Eschka karışımı ($2 \text{ MgO} + 1 \text{ K}_2\text{CO}_3$) düzgünce yayılır. Numuneden alınan 1 g lık örnek uygun bir kapta 2.5 g'lık Eschka karışımı ile iyice karıştırılır. Karışım krozeye aktarılır. Kroze masaya yavaşça vurulmak suretiyle düzeltilir ve üzerini 1 g Eschka karışımı ile düzgünce örtülür. Kroze soğuk fırına konmalıdır. Fırın 1 saat içersinde $800 \pm 25^\circ\text{C}$ 'a erişecek şekilde ısıtılır. Bu sıcaklıktayken krozeler 1.5 saat bekletilir. Bu süre sonunda çıkarılarak soğutulur.

Yakılmış karışım, krozeden içersinde 25-30 ml su bulunan 400 ml'lik bir behere aktarılır. Eğer yanmamış parçalar varsa tayin kabul edilmemelidir.

Kroze 50 ml'lik sıcak su ile yıkanarak, yıkama suları da beherin içindekilere ilave edilir.

Beherin içindekilere 1 ml H_2O_2 katılır. 30 dak. süre içinde 80°C 'da ısıtılır, süzülür, süzüntü 400 ml'lik

geniş ağızlı bir erlende toplanır. Süzgeç kağıdı 5 defa 20'şer ml'lik sıcak su ile yıkanır. Hidrojen përoksidi gidermek için kaynatılır ve bu işlemin tamamlandığını göstermek için indikatör olarak metil kırmızısı kullanılır. Renk kırmızıya dönünceye kadar hidroklorik asit katılır ve 1 ml fazlası katılır. CO_2 'i uzaklaştırmak için için 5 dakika kaynatılır. Bu işlemlerin sonucunda çözeltinin hacmi 150-250 ml arasında olmalıdır. Kapalı erlen, çözelti kaynayınca kadar ısıtılır ve kaynama kesilinceye kadar sıcaklık yavaş yavaş azaltılır. Bundan sonra yaklaşık olarak 20 sn'lik bir katma zamanı içerisinde bir pipetten 10 ml soğuk BaCl_2 çözeltisi katılır. Çözelti kaynama noktasına çok yakın bir sıcaklıkta 30 dakika bekletilir.

Uzun boyunlu 60'lık bir huniye yerleştirilen külsüz, ince gözenekli, asitle iki defa yıkanmış bir süzgeç kağıdından süzülür. Süzgeç kağıdı 250 ml kadar sıcak su ile yıkanır. Son yıkama suyu, 20 ml gümüş nitrat çözeltisi ile ancak hafif bir bulanıklık vermelidir.

Islak süzgeç kağıdı önceden sabit tartıma getirilmiş porselen kroze konulur, kroze $800 \pm 25^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki bir fırında 15 dak. süre ile kızdırılır.

Şahit deney: Aynı koşullar altında fakat kömürsüz bir şahit deneme yapılır, Metil kırmızısı çözeltisini katmadan önce süzüntüye 10 ml ayarlı sülfat çözeltisi katılmalıdır. Esas tayinde bulunan kükürtten şahit deneyde elde edilen BaSO_4 miktarı ve ilave edilen ayarlı sülfat çözeltisinin eşdeğeri BaSO_4 çıkarılmalıdır.

1.5. KÖMÜRDE KÜKÜRT TÜRLERİ TAYİNİ

HESAP:

$$S = \frac{13.734 (a-b+0.0080)}{m}$$

m: Kömür miktarı

a: Esas tayinde bulunan BaSO_4 ağırlığı (g)

b: Şahit deneyde bulunan BaSO_4 ağırlığı (g)

S: Kükürt yüzdesi

Sülfat kükürdü: Kömürü seyreltik hidroklorik asitle ekstrakte edip, ekstraktaki kükürt ya gravimatrik veya volumetrik metotla tayin edilerek tespit edilir.

Pirit kükürdü: Seyreltik hidroklorik asitle çözünmez, fakat tarifi edilen deneysel koşullar altında ayraltıcı nitrik asitle kantitatif olarak çözünür. Şuca pirit halinde birleşmiş olan demir tayin edilip, sonra bu demire eşdeğer kükürt hesaplanarak sıratıyla pirit kükürdü tayin edilir.

Organik kükürt: Sülfat ve pirit kükürdü yüzdesinin toplamını kömürdeki toplam kükürt miktarından çıkararak hesaplanır.

1.5.1. SÜLFATİK KÜKÜRT TAYİNİ

Reaktifleri:

1) Hidroklorik asit.

2) Baryum klorür çözeltisi: 100 g iki kristal suolu baryum klorür suya çözünür ve 1 litreye tamamlanır.

I.5. KÖMÜRDE KÜKÜRT TURLERİ TAYİNİ

Kömürde kükürt türleri tayini ASTM D 2492 standardına göre yapılmıştır (21).

İLKE: Kömürdeki kükürdün tayini için uygulanacak ilke, kömürdeki kükürt bileşiğinin şekline bağlıdır. Kükürt genel olarak kömürün içinde; inorganik sülfat, piritik ve organik kükürt bileşikleri gibi üç şekilde bulunur. Bu şekilde birleşmiş olan kükürt sırasıyla; sülfat kükürdü, piritik kükürt ve organik kükürt olarak ayrı ayrı tayin edilir.

Sülfat kükürdü: Kömürü seyreltik hidroklorik asitle ekstrakte edip, ekstraktaki kükürt ya gravimetrik veya volumetrik metodla tayin edilerek tespit edilir.

Pirit Kükürdü: Seyreltik hidroklorik asidde çözünmez, fakat tarif edilen deneysel koşullar altında seyreltik nitrik asitle kantitatif olarak çözünür, önce pirit halinde birleşmiş olan demir tayin edilip, sonra bu demire eşdeğer kükürt hesaplanmak suretiyle pirit kükürdü tayin edilir.

Organik Kükürt: Sülfat ve pirit kükürdü yüzdesinin toplamını kömürdeki toplam kükürt miktarından çıkararak hesaplanır.

I.5.1. SÜLFATİK KÜKÜRT TAYİNİ

Reaktifler:

- 1) Hidroklorik asit.
- 2) Baryum klörür çözeltisi: 100 g iki kristal sulu baryum klörür suda çözünür ve 1 litreye tamamlanır.

Kullanmadan önce asitle iki kez yıkanmış beyaz bant süzgeç kağıdından süzülür.

3) Amonyak çözeltisi.

4) Ayarlı sülfat çözeltisi: 0.600 g potasyum sülfat suda çözülür ve 1000 ml'ye tamamlanır. 10 ml ayarlı sülfat çözeltisi 0.0080 g BaSO_4 'a eşdeğerdir.

5) Hidrojen peroksit çözeltisi.

İŞLEM:

5 g'lık kömür örneği alınır. Bu örnekler bir silifli erlen içinde ve geri soğutucu altında 50 ml'lik HCl çözeltisiyle (2 hacim %37'lik HCl+3 Hacim su) 30 dak. kaynatılır. Daha sonra karışım süzülür ve bakiye tamamen yıkanır. Süzüntüye Hidrojen peroksit katıp kaynattıktan sonra içerdiği Fe^{3+} iyonları amonyakla çöktürülerek ayrılır ve piritik kükürt tayini için saklanır.

Sülfat tayini için süzüntüye, metil kırmızısı katılır. Renk kırmızılaşınca kadar HCl katıp, 1 ml fazlası katılır. CO_2 'i uzaklaştırmak için çözelti kaynatılır. Çözeltideki SO_4^{2-} iyonları Baryum klörür çözeltisi ile çöktürülür, süzülür, iyice yıkanır. Çökelti kurutularak 800°C sıcaklıkta kızdırılıp tartılır. Ayrıca bir de şahit deneme yapılır.

HESAP:

$$\text{Sülfat kükürdü (\%)} = \frac{(S_s) \cdot 13.734 (a-b)}{W}$$

W= Numunenin ağırlığı

a= Esas deneyle bulunan baryum sulfatın ağırlığı (g)

c= Şahit deneyle bulunan baryum sülfatın ağırlığı (g)

S_s = Numunedeki sülfat kükürdünün yüzdesi.

Kullanmadan önce asitle iki kez yıkanmış beyaz bant süzgeç kağıdından süzülür.

3) Amonyak çözeltisi.

4) Ayarlı sülfat çözeltisi: 0.600 g potasyum sülfat suda çözülür ve 1000 ml'ye tamamlanır. 10 ml ayarlı sülfat çözeltisi 0.0080 g BaSO_4 'a eşdeğerdir.

5) Hidrojen peroksit çözeltisi.

İŞLEM:

5 g'lık kömür örneği alınır. Bu örnekler bir silifli erlen içinde ve geri soğutucu altında 50 ml'lik HCl çözeltisiyle (2 hacim %37'lik HCl+3 Hacim su) 30 dak. kaynatılır. Daha sonra karışım süzülür ve bakiye tamamen yıkanır. Süzüntüye Hidrojen peroksit katıp kaynattıktan sonra içerdiği Fe^{3+} iyonları amonyakla çöktürülerek ayrılır ve piritik kükürt tayini için saklanır.

Sülfat tayini için süzüntüye, metil kırmızısı katılır. Renk kırmızılaşınca kadar HCl katıp, 1 ml fazlası katılır. CO_2 'i uzaklaştırmak için çözelti kaynatılır. Çözeltideki SO_4^{2-} iyonları Baryum klörür çözeltisi ile çöktürülür, süzülür, iyice yıkanır. Çökelti kurutularak 800°C sıcaklıkta kızdırılıp tartılır. Ayrıca bir de şahit deneme yapılır.

HESAP:

$$\text{Sülfat kükürdü (\%)} = \frac{(S_s) \cdot 13.734 (a-b)}{W}$$

W= Numunenin ağırlığı

a= Esas deneyle bulunan baryum sulfatın ağırlığı (g)

c= Şahit deneyle bulunan baryum sülfatın ağırlığı (g)

S_s = Numunedeki sülfat kükürdünün yüzdesi.

I.5.2. PİRİTİK KÜKÜRT TAYİNİ

Şilifli bir erlen içinde ve geri soğutucu altında 1 g lık örnek, 50 ml HNO_3 çözeltisi ile (1 hacim %65'lik HNO_3 + 7 hacim su) 30 dakika kaynatılır. Süzülüp yıkanır ve süzüntüye H_2O_2 ilave edilerek kaynatılır. İçerdiği Fe^{3+} iyonları amonyakla çöktürülür. Gerek bu şekilde çöktürülen ve gerekse sülfat kükürdü tayini sırasında çöktürülen Fe^{3+} iyonu miktarı tayin edilir. Bu değerlerden örnekteki piritik kükürdün yüzdesi;

$$\text{Piritik kükürt (\%)} = \frac{6400}{56} \left(a - \frac{a_0}{5} \right)$$

a = 1 g örnekteki toplam demirin gram miktarı.

a_0 = 5 g örnekteki toplam demirin gram miktarı.

II. HESAPLAMALARIN SABİT KARBON ÜZERİNDEN YORUTULMASI

EK II

Örnek: 1.0 M HCl çözeltisi ile hazırlanmış olan 1.0 M demir-3-klorür çözeltisiyle hazırlanmış kalem kömürleri örneğinin çeşitli bileşenlerinin hesabı:

Temel: HESAPLARIN SABİT KARBON ÜZERİNDEN YAPILIŞI

Original kömür örneğinin analiz sonuçları (I):

Sulfat kökürü	: 0.2496
Pirit kökürü	: 1.3328
Toplam kökür	: 2.1793
Kül	: 48.1618
Ham	: (Verilen değerlerin hepsi kuru temel üzerindedir).
Uçucu Madde	: 38.1613
Sabit Karbon	: 13.7889

Hazırlanmış kömür örneğinin analiz sonuçları (II):

Sulfat kökürü	: 0.0875
Pirit kökürü	: 1.2643
Toplam kökür	: 2.7883
Kül	: 48.4239
Ham	: (Verilen değerlerin hepsi kuru temel üzerindedir).

Uçucu Madde : 33.1160

Sabit Karbon : 33.1481

Özütlenmiş kömür örneğinin analiz sonuçlarının
orijinal kömürdeki sabit karbon miktarına göre hesaplanması:

II. HESAPLAMALARIN SABİT KARBON ÜZERİNDEN YÜRÜTÜLMESİ

33.1481 g sabit karbone 0.0875 g sülfat kükürdü karşılık gelirse,

Örnek: 1.0 M HCl çözeltisi ile hazırlanmış olan
1.0 M demir-3-klörür çözeltileriyle özütlenmiş Keles kömür-
leri örneğinin çeşitli bileşenlerinin hesabı:

Temel: 30.0 g orijinal Keles kömür örneğindeki sabit
karbon miktarı seçilmiştir.

33.1481 g sabit karbone 1.2645 g pirit kükürdü karşılık gelirse,

13.7 Orijinal kömür örneğinin analiz sonuçları (%):

Sülfat kükürdü	: 0.2496
Pirit kükürdü	: 1.3326
Toplam kükürt	: 2.1795
Kül	: 48.1019
Nem	: - (Verilen değerlerin hepsi kuru temel üzerindedir).
Uçucu Madde	: 38.1613
Sabit Karbon	: 13.7869

Özütlenmiş kömür numunesinin analiz sonuçları (%):

Sülfat kükürdü	: 0.0875
Pirit kükürdü	: 1.2645
Toplam kükürt	: 2.7885
Kül	: 48.4239
Nem	: -

Uçucu Madde : 33.1160

Sabit Karbon : 33.1481

Özütlenmiş kömür örneğinin, analiz sonuçlarının orjinal kömürdeki sabit karbon miktarına göre hesaplanması:

a) Sülfat kükürdü miktarı hesabı:

33.1481 g sabit karbona 0.0875 g sülfat kükürdü karşılık gelirse,

13.7869 g sabit karbona X

$$X = \frac{13.7869 \times 0.0875}{33.1481} = 0.0364 \text{ g bulunur.}$$

b) Pirit kükürdü miktarı hesabı:

33.1481 g sabit karbona 1.2645 g pirit kükürdü karşılık gelirse,

13.7869 g sabit karbona X

$$X = \frac{1.2645 \times 13.7869}{33.1481} = 0.5259 \text{ g bulunur.}$$

c) Toplam kükürt miktarı hesabı:

33.1481 g sabit karbona 2.7855 g toplam kükürt karşılık gelirse,

13.7869 g sabit karbona X

$$X = \frac{2.7855 \times 13.7869}{33.1481} = 1.1585 \text{ g bulunur.}$$

d) Kül miktarı hesaplanması:

33.1481 g sabit karbona 48.5239 g kül karşılık gelirse,

13.7869 g sabit karbona X

$$X = \frac{48.5239 \times 13.7869}{33.1481} = 20.1819 \text{ g bulunur.}$$

e) Uçucu madde miktar hesabı:

33.1481 g sabit karbona 33.1160 g uçucu madde karşılık gelirse,

13.7869 g sabit karbona X

$$X = \frac{33.1160 \times 13.7869}{33.1481} = 13.7735 \text{ g bulunur.}$$



ÖZGEÇMİŞ

1957'de Bitlis'te doğdu, İlk ve orta öğrenimini Gaziantep'de tamamladı. 1980 yılında İ.D.M.M. Akademisi Kimya Mühendisliği bölümünde lisansa başlayarak 1984 yılında tamamladı. Aynı yıl Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliğinde yüksek lisans'a başladı. 1985 yılında bu üniversitenin Kimya Mühendisliği Proses kontrol ve Reaktör Tasarımı anabilim dalında Araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen bu göreve devam etmektedir.

