



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Çan ve seray liny. brik.

Yüksek Lisans Tezi

İlknur Loç

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Y. M. TA
K. 00072

47

**ÇAN VE SARAY LİNYİTLERİNİN
BRİKETLENMESİ**

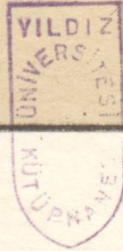
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

KİM. MÜH. İlknur LOÇ

İstanbul - 1987

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : 58
Alındığı Yer : Fen Bil. Enst.
Tarih : 16.3.1989
Fatura :
Fiatı : 4000 TL
Ayniyat No : 1/3
Kayıt No : 45961
UDC : 54 378.242
Ek :





TESEKKÜR

Tez çalışması konumu veren bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Salih DİNÇER'e, çalışmalarını yönlendiren ve her aşamada bana yardımcı olan tez yöneticim Y.Doç.Dr.Sabriye PİŞKİN'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarım sırasında değerli bilgi ve destek sağlayan İ.T.Ü. Maden Fakültesi Maden İşletme Bölümü Doç.Dr.Orhan KURAL'a teşekkür ederim. Ayrıca briketlenen tezlerim esnasında yardımcı olan Arş.Gör.İbrahim 58 ve Uzman Kasım GÖKALP'a teşekkür ederim.

Tez öğrenim yaşamımda olduğu gibi tez çalışmalarım sırasında da her tür yardım ve desteği sağlayan aileme de teşekkürlerimi sunarım.

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)



KİM.MÜH. İlknur LOÇ

İSTANBUL - 1987

TEŞEKKÜR

Tez çalışması konumu veren bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Salih DİNÇER'e, çalışmalarımı yönlendiren ve her aşamada bana yardımcı olan tez yöneticim Y.Doç.Dr.Sabriye PIŞKIN'e teşekkürü borç bilirim. Çalışmalarım sırasında değerli bilgi ve fikirlerini esirgemeyen I.T.Ü. Maden Fakültesi Maden İşletme Bölümü Öğretim Üyesi Doç.Dr.Orhan KURAL'a teşekkür ederim. Ayrıca briketleme işlemlerim esnasında yardımcı olan Arş.Gör.İbrahim YAKA ve Uzman Rasim ÖZKAN'a teşekkür ederim.

Tüm öğrenim yaşamımda olduğu gibi tez çalışmalarım sırasında da her tür yardım ve desteği sağlayan aileme de teşekkürü borç bilirim.

Çan bölgesi toz stoklarının katkılı ve katkısız briketlenmesine çalışılmış ve katkısız briketleme yapılamıyacağı gözlemlenmiştir. Katkılı briketlemede en uygun katkı maddesi olarak statik polipropilen bulunmuş ve 3-4 3,5 oranında katılması en iyi sonucu verdiği belirlenmiştir. Briketlerin içine 1,5 Kireç ve 3,5 APF katılması ile toplam kükürtte 18,87, piridik kükürtte 19,21, sülfatık kükürtte 22,97, organik kükürtte ise 17,56 temizleme sağlanmıştır.

ÖZET

Türkiye'deki mevcut linyitlerin büyük bir kısmında su, kül ve kükürt miktarı oldukça yüksektir. Diğer taraftan depolamada ve açık havada kurutma esnasında linyit, nem kaybı ve oksidasyon nedeniyle tozlaşmaktadır.

Ülkemizde bulunan stok toz kömürlerini değerlendirmenin en iyi yolu briketlemedir. Bu çalışmada Marmara Linyit İşletmesine ait stok toz linyitlerin briketlenmesi üzerinde çalışılmıştır. Marmara Linyit İşletmesinin Orhaneli ve Keles bölgelerindeki toz linyit stokları, kurulmakta olan Orhaneli Termik Santraline verileceğinden, bu toz linyitler üzerinde çalışılmamıştır. Çan ve Saray bölgelerindeki toz linyit stoklarına ivedilikle bir çözüm bulunması gerekmektedir. Bu yüzden, bu çalışmada Çan ve Saray bölgelerindeki toz linyit stoklarının briketlenmesi üzerinde çalışılmıştır.

Çan bölgesi toz stoklarının katkılı ve katkısız briketlenmesine çalışılmış ve katkısız briketleme yapılamıyacağı gözlenmiştir. Katkılı briketlemede en uygun katkı maddesi olarak ataktik polipropilen bulunmuş ve % 3-% 3,5 oranında katılmasının en iyi sonucu verdiği belirlenmiştir. Briketlerin içine % 1,5 kireç ve % 3,5 APP katılması ile toplam kükürtte % 18,87, piritik kükürtte % 19,21, sülfatik kükürtte % 22,97, organik kükürtte ise % 17,50 temizleme sağlanmıştır.

ABSTRACT

Lignites in Turkey contain high amounts of water, ash and sulphur. While being stored and dried, due to loss of moisture and effects of oxidation, lignites are reduced in size and into powder form.

Briquetting is one of the best ways to make use of the stocks of powderlike coal. In this work, briquetting of the stocks of powderlike lignites of Marmara Kömür İşletmeleri was studied. The briquetting of powderlike lignite stocks of Marmara Kömür İşletmeleri in Orhaneli and Keles were not studied, since they are going to be used in Orhaneli Power Station. However a solution must be found immediately for the powderlike lignite stocks in Çan and Saray. For that reason, in this study the briquetting of powderlike lignite stocks in Çan and Saray were investigated.

The briquetting of powderlike lignite stocks of Çan were studied with or without binders. It was observed that the briquetting without binder was impossible. The proper binder that should be added to the briquets was found to be atactic polypropylene as much as 3-3,5 % by weight. By adding a mixture of 3,5 % atactic polypropylene and 1,5 % lime as binder, 18,87 % of total sulphur, 19,21 % of pyritic sulphur, 22,97 % of sulfatic sulphur and 17,50 % of organic sulphur was removed.

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA</u>
TEŞEKKÜR	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGE LİSTESİ	VII
ŞEKİL LİSTESİ	XII
I. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Briketleme	3
2.1.1. Tanım	3
2.1.2. Briketlemenin Gelişmesi	3
2.1.3. Türkiye'deki Briketleme Çalışmaları	4
2.2. Briketleme Yapmayı Gerektiren Durumlar ..	5
2.3. Briketleme Yöntemleri	6
2.3.1. Katkı Maddesiz Briketleme	6
2.3.1.1. Klasik Briketleme Yöntemi	7
2.3.1.2. Sıcak Briketleme Yöntemi	7
2.3.2. Katkı Maddeli Briketleme	8
2.4. Briketlemeye Etki Eden Faktörler	8
2.5. Briketlerden Aranan Özellikler	11
2.6. Katkı Maddesi Tipleri	12
2.7. Katkı Maddelerinden Beklenen Özellikler	13
2.8. Briketleme Tesisinin Tasarımı	13
3. DENEYSEL ÇALIŞMA	16
3.1. Çalışmada Kullanılan Malzemeler	16
3.1.1. Kömür Örneklerinin Hazırlanması ..	16

	<u>SAYFA</u>
3.1.2.Briketlerin Yapıldığı Düzenek	16
3.1.2.1.Briketlemede Kullanılan Presin 1.1.2.Soda Tanıtımı	16
3.1.3.Briketleme İşleminin Yapılışı	17
3.1.4.Briketlenmiş Linyit Örneklerinin Çeşit- li Bileşenlerinin Hesaplanmasında Uygulan- lanan Yöntemler	18
3.2.Denel Kısım	18
3.2.1.Çan Linyiti Örnekleri	18
3.2.1.1.Katkı Maddesinin Belirlenmesi	19
3.2.1.2.Pres Yükünün Belirlenmesi	19
3.2.1.3.Optimum Nem Oranı ve Suyu Karşı Dayanıklılık	19
3.2.1.4.Kimyasal Analizler	20
3.2.2.Saray Linyit Örnekleri	20
4.DENEYSEL SONUÇLARIN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ	
4.1.Briketleme Çalışmaları	47
4.1.1.Linyitin Nem Miktarının Briketlerin Üzerine Etkisi	47
4.1.2.Katkı Maddesi ve Oranının Briketlerin Üzerine Etkisi	47
4.1.3.Uygulanan Pres Yükünün Briketlerin Üzerine Etkisi	48
4.1.4.Külde Kalan Kükürt	48
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	51
EKLER	
EK I.ANALİZ YÖNTEMLERİ	54

	<u>SAYFA</u>
I.1.Sağlamlık Testleri	54
I.1.1.Shatter Testi	54
I.1.2.Suda Dayanım Testi	55
I.2.Elek Analizi	55
I.3.Kimyasal Analizler	55
I.3.1.Kömürde Nem Tayini	55
I.3.2.Kömürde Uçucu Madde-Kok-Sabit Karbon Tayini	57
I.3.3.Kömürde Kül Tayini	59
I.3.4.Kömürde Kükürt Türleri Tayini	61
I.3.4.1.Sülfatik Kükürt Tayini	62
I.3.4.2.Piritik Kükürt Tayini	64
I.3.4.3.Toplam Kükürt Tayini	65
I.3.5.Külde İz Element Tayini	67
I.3.5.1.Külde Kükürt Tayini	67
I.3.5.2.Al ₂ O ₃ Tayini	68
I.3.5.3.Fe ₂ O ₃ Tayini	68
I.3.5.4.TiO ₂ Tayini	69
I.3.5.5.SiO ₂ Tayini	69
I.3.5.6.Na ₂ O, K ₂ O, Li ₂ O Tayini	70
I.3.5.7.CaO Tayini	71
EK II.HESAPLARIN SABİT KARBON ÜZERİNDEN YAPILIŞI ..	72
EK III.KATKI MADDESİ MİKTARININ HESABI	74
EK IV.HESAPLAMALARDA KULLANILAN BİLGİSAYAR PROGRAMLARI	76
ÖZGEÇMİŞ	80

ÇİZELGE LİSTESİ

SAYFA

- ÇİZELGE 3.2.1.1.1.%16 nemli Çan linyitinin katkı maddesiz olarak preslenmiş briketlerinin shatter indisi sonuçları. 21
- ÇİZELGE 3.2.1.1.2.%19 nemli (bu nem havada kurumuş stok linyitin nemidir) Çan linyitinin, sıcakta ve soğukta yapılmış briketlerinin, shatter indisi sonuçları. 23
- ÇİZELGE 3.2.1.2.1.%10 nemli Çan linyitinin, katkı maddesi olarak sülfid likörü kullanıldığında elde edilen briketlerinin, uygulanan yüke göre shatter indisi sonuçları. 24
- ÇİZELGE 3.2.1.2.2.%10 nemli Çan linyitinin, %7 sülfid likörü katkı maddesi içeren retortlanmış briketlerinin, uygulanan pres yüküne göre shatter indisi sonuçları (retortlama işlemi, briketlerin etüvde 80°C de 1 saat bekletilmesi şeklinde yapılır). 25
- ÇİZELGE 3.2.1.2.3.%10 nemli Çan linyitinin, katkı maddesi olarak melas ve kireç kullanıldığında

elde edilen briketlerinin uygulanan yüke göre shatter indisi sonuçları ...	33 26
ÇİZELGE 3.2.1.2.4.Çan linyitinin, ataktik polipropilen katkı maddesi ile briketlenmesinden elde edilen briketlerinin, shatter indisi sonuçları.....	27
ÇİZELGE 3.2.1.2.5.%10 nemli Çan linyitinde, katkı maddesi olarak ataktik polipropilen kullanıldığında elde edilen briketlerin, uygulanan yüke göre shatter indisi sonuçları.	29
ÇİZELGE 3.2.1.3.1.Çan linyitinde katkı maddesi olarak ataktik polipropilen kullanıldığı zaman, farklı nem yüzdelerinde shatter indisi sonuçları.	35 31
ÇİZELGE 3.2.1.3.2.%7 sülfid likörü içeren Çan linyitinin, su emme sonuçları (retortlama işlemi 80°C de 1 saat bekletilerek yapıldı)	37 32
ÇİZELGE 3.2.1.3.3.%8 nemli, 30 ton pres yükü altında preslenmiş Çan	38

	linyitinin, zamana göre su emme sonuçları	33
ÇİZELGE 3.2.1.4.1.	Çan linyitinin, -0,144 tane boyutuna öğütülmüş çeşitli briketlerinin, kimyasal analizleri (değerler kuru temel üzerinden verilmiştir)	34
ÇİZELGE 3.2.1.4.2.	-0,144 tane boyutuna öğütülmüş Çan linyiti briketlerinin, kükürdünün giderilmesine ilişkin analiz sonuçları (değerler kuru temelde sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmıştır)	35
ÇİZELGE 3.2.1.4.3.	Katkılı ve katkısız olarak briketlenmiş Çan linyitinin, külde kükürt analiz sonuçları	37
ÇİZELGE 3.2.1.4.4.	Çan stok linyitlerinin, katkısız ve %3 ataktik polipropilen, %1,5 kireç içeren katkılı briketlerinin, külde iz element sonuçları	38
ÇİZELGE 3.2.1.4.5.	6mm'nin altına öğütülmüş Çan toz stok linyitinin, elek analizi sonuçları ..	39

- ÇİZELGE 3.2.2.1.%20 nemli Saray linyitinin (18), katkı maddesiz olarak, soğukta ve sıcakta briketleme sonuçları (sıcak briketleme 110°C deki etüvde 1 saat bekletilerek yapılmıştır) . 40
- ÇİZELGE 3.2.2.2.%15 nemli Saray linyitinin (18), katkı maddesiz olarak, soğukta ve sıcakta, briketleme sonuçları (sıcak briketleme 110°C deki etüvde 1 saat bekletilerek yapılmıştır). . 41
- ÇİZELGE 3.2.2.3.%15 nemli Saray linyitinin (18), 30 ton yük altında ve katkı maddesi olarak sülfite likörü kullanıldığı zaman elde edilen briketlerinin, shatter indisi ve suya mukavemet sonuçları..... 42
- ÇİZELGE 3.2.2.4.%15 nemli Saray linyitinin (19), 30 ton altında ve katkı maddesi olarak ataktik polipropilen kullanıldığı zaman elde edilen briketlerinin shatter indisi ve suya mukavemet sonuçları..... 43
- ÇİZELGE 3.2.2.5.%15 nemli Saray linyitinin (18), katkı maddesi olarak çeltik sapı kullanıldığı

SEKİL LİSTESİ

	zaman elde edilen briketle-	
	rinin, shatter indisi sonuç-	
SEKİL 2.8.1.	ları.....	44
		15
ÇİZELGE 3.2.2.6.-0,144 tane boyutuna öğütül-		
SEKİL 3.2.2.1.	müş Saray linyitinin kimyasal	
	analizleri (değerler kuru te-	
	mel üzerinden verilmiştir).	45
ÇİZELGE 3.2.2.7.Saray linyitinin külde kükürt		
	analizi sonucu.....	46
		22
		28
		30

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>SAYFA</u>
ŞEKİL 2.8.1. Bir briketleme tesisinin akış diyagramı	15
ŞEKİL 3.2.1.1.1. %16 nemli, katkı maddesiz olarak preslenmiş Çan linyiti briketlerinin, briketleme yükü ile shatter indisinin değişimi	22
ŞEKİL 3.2.1.2.1. Çan linyitinin, ataktik polipropilen ile preslenmiş briketlerinin, shatter indisi değişimi	28
ŞEKİL 3.2.1.2.2. %3 ataktik polipropilen içeren briketlerin, briketleme yükü ile shatter indisi değişimi	30
ŞEKİL 3.2.1.4.1. %1,5 kireç ve çesitli oranlarda ataktik polipropilen içeren Çan linyiti briketlerinin kükürt türlerinin değişimi	36

Linyit kömürlerimiz ocaktan çıkarıldığı anda itibaren, tüketiciye ulaşıncaya kadar uğradığı depolama ve nakliye işlemleri sonucu %30-40 oranında değişen oranlarda torlaşmaktadır. Özellikle uzun süreli depolamalarda bu torlaşma nem kaybı ve oksidasyon sonucunda daha da artmaktadır.

GİRİŞ

Böyle kömürün yakılmasında da, yakma sistemine bağlı olarak az veya çok güçlüklerle karşılaşmakta ve önemli miktarda yakıt kaybı olmaktadır. Çünkü yakma esnasında bu

Gelişen teknolojiye paralel olarak Türkiye'deki endüstrileşme çabaları ve günümüzdeki enerji darboğazı bizi kendi öz kaynaklarımıza yönelmeye zorlamıştır. Bu amaçla ülkemizin her yöresine dağılmış olan irili ufaklı linyit yataklarından en iyi şekilde yararlanmalıyız.

1979 da Birleşmiş Milletlerde yapılan Dünya Kömürlük Sempozyumunda 1997 ile 2000 yılları arasında dünya enerji ihtiyacının bugüne nazaran iki misli artacağı tahmin edilmiştir.

1979 da Birleşmiş Milletlerde yapılan Dünya Kömürlük Sempozyumunda 1997 ile 2000 yılları arasında dünya enerji ihtiyacının bugüne nazaran iki misli artacağı tahmin edilmiştir.

Türkiye asfaltit, doğal gaz, petrol gibi enerji hammaddelerinin az bulunduğu bir ülkedir. Yavaş fakat sürekli artarak, Türkiye de diğer ülkeler gibi sanayisini petrole bağlamıştır. Hollanda, Belçika, Fransa ve Almanya gibi birçok sanayileşmiş ülkede, birçok taşkömürü ocakları, petrol fiyatının daha ucuz olması nedeni ile kapatılmışlardır. Bu durum Polonya ve birkaç doğu bloku ülkesi hariç, bütün dünyada aynı gelişmeyi göstermiştir. 1973 senesinden itibaren petrol ve petrol ürünlerinin fiyatlarının aşırı yükselmesi ve zaman zaman petrol üretiminde kısıtlamaya gidilmesinin neticesi olarak durum tekrardan değişmiştir. Bu arada ABD, Almanya, Avustralya, Güney Afrika ve diğer bazı ülkeler kömürü kullanma metodlarını geliştirme çalışmalarını hızlandırmıştır. Bu metodlar gazlaştırma, koklaştırma, briketleme, sıvılaştırma gibi metodlardır.

Linyit kömürlerimiz ocaktan çıkarıldığı andan itibaren, tüketiciye ulaşıncaya kadar uğradığı depolama ve nakledilme işlemleri sonucu %30-40 oranında değişen oranlarda tozlaşmaktadır. Özellikle uzun süreli depolamalarda bu tozlaşma nem kaybı ve oksidasyon sonucunda daha da artmaktadır. Böyle bir kömürün yakılmasında da, yakma sistemine bağlı olarak az veya çok güçlüklerle karşılaşmakta ve önemli miktarda yakıt kaybı olmaktadır. Çünkü yakma esnasında bu tozlar bir taraftan yakıtın hava ile temasını önleyerek yanmayı güçleştirmekte diğer taraftan da ya baca gazları ile atmosfere sürüklenebilmekte veya ızgara aralarından düşerek küle karışabilmektedir. Bu kayıplarla beraber linyitlerimizin çıkarılmasından, yakılmasına kadar geçen süre içinde toplam kayıp %60'a kadar çıkabilmektedir. Ayrıca büyük ölçüde çevre kirliliğine neden olmaktadır.

Hem tozlaşmayı önleyerek bu kayıpları enaza indirmek hem de tüketiciye yakma sistemine göre sürekli aynı kalitede linyit sunabilmek için, linyit kömürlerimizin birçok ülkede yüzyılı aşkın bir süreden beri uygulandığı gibi "briketlenerek" kullanılması gerekmektedir. Ülkemizde bu konu henüz güncellik kazanmıştır.



2. KAYNAK TARAMASI

...kadar evvel Orta
...için briketleme çar-
...etkenlerle toz
...değerlendirmek
...işe yaramaz düşüncesi-
...1973 yılında Fransa'nın St. Etie-
...sonra İngiltere'nin Max Cap-
...tesisler takip
...Amerika'da toz kömür üretilen
...işletmelerinin özellikleri hakkında bazı
...enerji sektörüne girişinde
...olduğundan dolayı...



bu ülkeler bu enerji kaynaklarına hızlı bir şekilde yatırım yapmışlardır. Bu yüzden briket üretimi batı dünyasında çok azalmıştır. Halen en sarılarda Rusya, Doğu Almanya, Bulgaristan, Polonya, Moğolistan ve Çekoslovakya gibi sosyalist bloğu ülkelerdir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. BRİKETLEME

2.1.1. TANIM

Briketlemeyi genel olarak tanımlarsak "toz halinde olan ve belli bir nem değeri bulunan kömürün basınç altında mekanik olarak sıkıştırılarak, sert ve kompakt bir hale dönüştürülmesi" işlemidir.

2.1.2. BRİKETLEMENİN GELİŞMESİ

Bundan yaklaşık olarak 130-150 yıl kadar evvel Orta Avrupa'da linyitlerin değerlendirilmesi için briketleme çalışmalarına başlanmıştır. Atmosfer ve diğer etkenlerle toz haline gelen ve kolayca parçalanan linyiti değerlendirmek çok güçtü ve hatta linyit tozları bir işe yaramaz düşüncesiyle istenmiyor ve atılıyordu.

İlk briket fabrikası 1942 yılında Fransanın St. Etienne kentinde kuruldu. Bunu daha sonra İngilterenin New Castle ve Batı Almanya'nın Wiesche kentindeki tesisler takip etti. Halbuki, Batı Avrupa ve Amerika'da toz kömür oranı ülkemize göre çok düşük ve kömürlerin özellikleri daha üstündür.

Petrol ve doğal gazın enerji sektörüne girişinden sonra ucuzluğu ve daha rahat olmasından dolayı hemen hemen ile bile çok zor briketlenebilirken. Sivas Kangal ile Bingöl

tüm ülkeler bu enerji kaynaklarına hızlı bir dönüş yapmışlardır. Bu yüzden briket üretimi batı dünyasında çok azalmıştır. Halen ön sıralarda Rusya, Doğu Almanya, Bulgaristan, Polonya, Moğolistan ve Çekoslovakya gibi Doğu Bloğu ülkeleri olmak üzere Batı Almanya, Çin, Kore, Hindistan gibi memleketlerde briket üretimini sürdürmektedir (1).

2.1.3. TÜRKİYEDEKİ BRİKETLEME ÇALIŞMALARI

Ülkemizde on yıl önce briket sözü sadece inşaat sektöründe kullanılıyordu. Seneler önce bugün sökülmekte olan Zonguldak Üzülmaz bölgesindeki fabrikada briket üretilmiştir. Ankara ile Erzurum'da ziftle çalışan iki ufak tesis kurulmuşsa da bunlar kapasite olarak çok düşüktür. Özel sektör devletin bu konudaki büyük vergi teşviki sonucunda briketlemeye ilgi duymuş ve konumu birkaç değişikliğe uğrayan Vize briket fabrikası (Top kömür) üç yıl önce faaliyete geçmiştir. Linyit cinsi, katkı maddesi, kapasite ve fiyat politikasındaki bazı hatalar yüzünden satışta istenilen seviyeye ulaşamadığından ötürü bu tesis şu anda çalışmamaktadır. Bu büyük şirketin başarısızlığı briketlemeye ilgi duyan diğer kuruluşları olumsuz etkilemiş ve ülkemiz için bu denli önemli olan bu saha adeta uykuyu dalmıştır. Halen değişik illerimizde (Çorum, Konya, Muğlu) ufak kapasite ile çalışan bazı briket üretim yerleri mevcuttur.

Amasya Özel İdaresi uzun zamandır briket tesisi kurmak çabısı içindedir. 1986 yılında Doğu Almanlarla bu konuda işbirliği yapılmıştır (1).

Briketleme fazla sayıda deney ve tecrübe isteyen bir daldır. Ülkemizde çok sayıda değişik özelliklerde linyitler vardır ve bunların briketleme özellikleri tam bilinmemektedir. Örneğin Vize, Ağaçalı gibi sert linyitler katkı maddesi ile bile çok zor briketlenebilirken, Sivas Kangal ile Bingöl

Karlıova gibi yumuşak linyitler bağlayıcısız kendini tutabilmektedirler. Briketlemede kullanılan değişik katkı maddeleri vardır ve bunların farklı linyit türlerine etkileri aynı olmamaktadır. Briketleme basıncı kullanılacak prese bağlı olarak artırılabilir. Tamamlanan araştırmalar hidrolik pres sayesinde daha sağlam briketler elde edildiğini göstermiştir. Oysa bu tip presler kömür briketlemede henüz kullanılmamaktadır.

Briketlemede birçok değişik faktörü içeren fizibilite raporları hazırlamak gerekir. Eğer katkı maddesi kullanılarak suda mukavemet elde etmek ekonomik olmuyorsa, briketler naylon torbalarda veya üstü kapalı kamyonlarla piyasa sürülebilir.

2.2. BRİKETLEME YAPMAYI GEREKTİREN DURUMLAR

Türk linyitlerinin nem, kül, kükürt içeriği oldukça yüksektir. Bunun yanında kalori değeri oldukça düşüktür. Bu nedenle bu linyitler değerlendirilirken akılcı bir yaklaşım izlemek gerekir. Aşağıda sıralayacağım koşullarda briketleme yapmak uygundur.

a) Toz linyit stoklarının değerlendirilmesi amacı ile briketleme yapılır. Çünkü bu linyitler olduğu gibi yakılamaz. Yakma esnasında ızgara altına düşerek hem yanmayı güçleştirir hem de yanma verimini azaltır.

b) Toz linyit stokları hiçbir değerlendirme yapılmaksızın kendi haline bırakılırsa kendi kendine tutuşabilir. Briketleme bu durumu önler.

c) Türk linyitleri daha öncede belirttiğim gibi genellikle yüksek miktarda kükürt içerir. Briketleme esnasında

katılacak olan katkı maddeleri ile bu kükürt miktarı düşürülebilir. Dolayısı ile hava kirliliğide azaltılmış olur.

d) Tüvenan kömürün çok yüksek bir kısmı nemdir. Biz briketleme yapmak için bu nemi gideririz. Bu sayede hem linyitin nakliyesindeki harcamalar giderilmiş olur hem de linyit kalorifik değeri bir miktar artmış olur.

e) Briketleme yapıldığında sıkıştırmadan ötürü kömürün hacmi azalmış olur. Bu nedenle kömürün depolanması ve nakliyesinde kazanç sağlanır.

2.3. BRİKETLEME YÖNTEMLERİ

İnce taneli malzemelerin briket haline getirilmesi fikri ve dolayısıyla briketleme tekniği çok eski bir maziye sahiptir. Genel olarak iki türlü briketleme vardır.

2.3.1.2. SICAK BRİKETLEME YÖNTEMİ

2.3.1.1. KATKI MADDESİZ BRİKETLEME

Linyit 100 yılı aşan bir süreden beri sadece belli bir su içeriği ile preslenerek bağlayıcısız olarak briketlenebilmektedir. Modern presler ve bu konu üzerinde her geçen gün artmakta olan araştırmalar sonunda elde edilen bilgiler çerçevesinde her türlü linyitten iyi kalite briket yapmak mümkündür. Bununla beraber gerek Türkiye gerekse Balkan ülkelerinde var olan linyitlerin büyük bir kısmı istihsal edilen briketlerin suya karşı dayanıksız olmaları nedeni ile briketlenememiştir.

2.3.1.1. KLASİK BRİKETLEME YÖNTEMLERİ

Linyitin klasik usulle briketlenmesinde ham kömür 0-4 mm veya 0-5 mm tane iriliğine kadar öğütülerek her kömür için ayrı olan ve "optimal su seviyesi" diye bilinen bir sınıra kadar kurutulmalıdır.

Tane boyu küçüldükçe moleküler enerjinin şiddetide artmaktadır. Örneğin boyutları 1cm olan bir küpün toplam yüzeyi 6cm^2 olduğu halde, aynı küpün içine yerleştirdiğimizi düşündüğümüz ebatları 10 mikron 10^9 adet küpün sahip olduğu toplam yüzey 6000cm^2 yani 1000 misli fazladır. Bu nedenle klasik briketleme metodunda ince taneli fraksiyanların kullanılması tercih edilir. Ancak Türk linyitleri klasik metolla briketlendiği zaman suya karşı dayanıksız olmaktadır.

2.3.1.2. SICAK BRİKETLEME YÖNTEMİ

Sıcak briketleme en modern proses olup özellikle bitümlü kömürler için geliştirilmiştir. Bununla beraber yapılan araştırmalar sonucunda bu prosesin subbitümlü kömürler hatta linyitler için de geçerli olabileceğini göstermiştir.

Sıcak briketleme yönteminde prensip 0-3 mm tane iriliğine getirilmiş kömürün belli bir temperatüre kadar ısıtılarak plastisite kazandırıldıktan sonra derhal preslenmesidir. Bitümlü veya subbitümlü kömürlerde bu husus kolayca yapılabildiği halde briketlenecek kömür cinsi bir linyit ise bazı şartların yerine getirilmesi veya linyitin bu prosese adepte edilmesi gerekir. Bunu şu şekilde ifade etmekte mümkündür: Normal şartlarda sıcaklığın etkisi ile herhangi bir plastisite göstermeyen linyite, bağlayıcı olarak

plastisite yüksek bir bitümlü kömür ilave edilmesi veya linyitin plastik hale gelebilmesi için lüzumlu olan ortamın hazırlanmasıdır.

Labrotuar çalışmaları sonunda linyitlerin bir bağlayıcı ilave edilmeden sıcak usulle briketlenmesinde aşağıdaki parametrelerin rol oynadığı belirlenmiştir.

- Ön ısıtma temperaturü
- Tatbik edilen baskı
- Baskı altında ısıtma
- Presleme süresi

2.3.2. KATKI MADDELİ BRİKETLEME

Bağlayıcı ile briketleme çok daha eski olup Çinliler tarafından geliştirilmiştir. Çinlilerin bağlayıcı olarak kil kullanmak suretiyle ince öğütülmüş kömürü presledikleri bilinmektedir. Malzemenin bir bağlayıcı ile veya bağlayıcı-sız pres edilip edilemeyeceği herşeyden önce fiziksel özelliklerine ve sonrada ekonomik şartlara bağlıdır. Bağlayıcı olarak kullanılacak maddenin ekonomik bir değeri olmadığı bazı özel durumlarda bağlayıcı ile briketleme tekniği preslemeden önce ve sonra, birçok ön çalışmalar yapılmasını gerektirene bağlayıcısız briketleme metoduna oranla daha avantajlı olabilir. Fakat bir bağlayıcı (melas, zift, sülfid likörü v.s.) kullanılması genellikle ya kül miktarını yada dumanı artırdığından briketlemeden sonra ilave bir prosese gerek olup kömürün daima bağlayıcısız preslenmesi arzu edilir (2).

2.4. BRİKETLEMEYE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Briket yapmada geniş çapta denemeler yapmak ve



sistematik bir şekilde ilerlemek gereklidir.

Denemelere başlamadan önce briket yapılıcak linyit kömürünün özelliklerini belirlemek gerekir. Linyit kömürünün elementel analizi ve proksimite analizleri yapılmalıdır. Fiziksel analizlerde ise elek analizi ile havada nem kaybetme analizlerinin yapılmasında fayda vardır. Petrografik analizlerde ise linyitin hangi gruba girdiği ve kömürün strüktürü incelenmelidir.

Yukarıda belirtilen bu analizler yapıldıktan sonra şu faktörlerin belirlenmesinde fayda vardır.

a) Tane büyüklüğü parametresi :

Briketlenen kömürün tane büyüklüğünün briket özelliğine etkisi vardır. Her deneme grubunda tane büyüklüğünün etkisini belirlemek gerekir. Tane büyüklüğü küçüldükçe briketin sağlamlığı artar. Yapılan çalışmalarda optimum boyutun 6 mm'nin altı olduğu belirlenmiştir.

b) Rutubet parametresi :

Linyitin içindeki nemin briketlemeye olumlu veya olumsuz etkisi vardır. Bu bakımdan sınırlarını grafiklerle değerlendirmek gerekir. Birçok linyit kömürlerinde iyi briket olabilmesi için optimum bir nem yüzdesi bulunabilir. Kömürlerin istenilen neme getirilmesinde yani kurutulmasında temperatürün büyük rolü vardır. Kurutmada bir strüktür değişmesi genellikle zorluklar yarartır. Özellikle linyit kömürlerinin kurutulmasında kurutma temperatürünün yüksek olmamasına dikkat edilmesi gerekir.

Linyit kömürünün kurutulmasında çeşitli yöntemler kullanılabilir :

i) Indirekt Kurutma : Indirekt kurutma için briket fabrikasının enerji santrallerinden elde edilen buhar kullanılır. Türbünden gelen tahmini 4 Bar basınçtaki buhar kömür ile direkt temas etmez. Isı, ısı geçirgenliği yüksek olan duvarlar sayesinde kömüre iletilir.

ii) Direkt Kurutma : Genellikle taşkömürü yanma gazları ile 600°C'de kurutulur. Bunun için ayrı bir bölümde gerçekleştirilen yanma işlemiyle elde edilen buhar kullanılır. Kurutulacak kömür kurutma gazları ile direkt temas halindedir. Bu gazlar kömür tanelerine bağlanmış suyu buharlaştırırlar.

iii) Aralıklı Kurutma Yöntemi : Tüvenan kömürün 10-20 Atm. basınç altında 180-210°C ısı altında tepkimeye girdiği sıcak suyun kullanıldığı yöntem (Rusitschka-simet) ile buharın kullanıldığı yöntem (Fleissner) aralıklı kurutma yöntemlerinin en önde gelenidir (3).

c) Basınç parametresi :

Kömürler briket yapılırken pres basıncının sonuca etkisi vardır. Basıncın gerek fazlası gerekse azı sonucu olumsuz yönde etkiler. Basıncın etkisinde grafiklerle değişik alternatiflere göre etüdü gerekir.

d) Katkı maddesi parametresi :

Deneme yapılan her linyit yatağı numunesinden katkısız briket olup olmadığını aramak ondan sonra katkı ile çalışmalara geçmek gerekir. Genellikle katkı maddesinin kömür yanarken hava kirliliğini olumsuz yönde etkilemeyecek ve kömürün kalorisini düşürmeyecek cinsten olması gerekir. Değişik cinsten katkı maddesi ve değişik miktarlarda katkı maddesi ile deneme yapılarak, neticelerin grafiklerle

tespiti ve optimum noktanın bulunması gerekir.

e) Preslemeden sonra ısı veya diğer muamelelere tabi tutma:

Preslemeden sonra kaliteyi iyileştirmek gayesiyle briketlerin ek bir işleme tabi tutulmasının faydası denenebilir. Bunlardan yüksek temperatürden geçirme prosesi, bazı maddelerle briketlerin yüzlerinin kaplanması ve benzeri prosesleri sayabiliriz. Bu ek proseslerin maliyete etkilerini de göz önünde tutmalıyız.

f) Briketlerin tane büyüklüğü ve şekli parametresi :

Briketlerin tane büyüklüğünün ve şeklinin önemi vardır. Bunu önceden tespit etmek gerekir.

g) Pres cinsinin tespiti :

Yukarıda belirtilen parametrelere göre pres cinsi özellikle en uygun basıncı verebilecek ve manipülasyonu kolay olacak şekilde seçilir (4).

2.5. BRİKETLERDEN ARANAN ÖZELLİKLER

Genellikle endüstride kullanılacak briketlere uygun standartlar geliştirilmiş olup, ev yakıtı ve özellikle Türkiye'ye uygun ev yakıtı için belirtilmiş bir standart yoktur. Bu açıdan Türkiye için yeni ve uygun standartların geliştirilmesinde fayda vardır.

Aşağıda Avrupa standartlarına göre briketlerden beklenen özellikleri sıralıyacağım.

a) Sertlik : Bu özellik kömürün yüklemde, stoklamada, taşımada aşınma derecesini ve parçalanmasını gösterecek

bir karakter tespiti ve standartıdır.

b) Suya ve rutubete karşı dayanıklılık : Bunun kıstası briketin 24-48 saat hatta bazı durumlarda 7 gün içinde su altında bozulmadan dayanmasıdır.

c) Briketin kolay yanması : Sobaya veya yakma aracına konduğu ve tutuşturulduğu zaman kolay yanabilmesi demektir. Külü ve nemi yüksek olan briketler kolayca yanmaz ve sobalarda sönebilir.

d) Yanarken tozlanıp çökmeme özelliği : Briketlerin yanma esnasında toz olup parçalanmamaları ve bu şekilde dağılmaması, ızgara altına geçmemesi özelliğidir. Genellikle briketlerin yanarken şeklini muhafaza etmelerine bakılır.

e) Atmosfer değişikliklerinden etkilenmeme özelliği : Hava sıcaklığının ve nemin değişmesi ile briketlerin parçalanmaması ve dağılmaması gerekir (5).

2.6. KATKI MADDESİ TIPLERİ

Katkı maddesi katı veya sıvı olabilir. Katı halde bağlayıcı kullanılması durumunda, bağlayıcı kullanılmadan önce boyutunun ufaltılması gerekir. Katkı maddesi ne kadar ısıtılırsa o kadar iyi karışma olacaktır. Zift gibi katı maddeler kullanılması durumunda katkı maddesinin yumuşatılması için ayrıca kızgın buhar kullanılır. Sıvı bağlayıcı duyulmadığından buhar kullanılmaz.

En çok kullanım sahası bulunan katkı maddeleri zift, bitüm, melas, sülfite likörü, kola gibi maddeler vardır. Ayrıca değişik araştırmacılar tarafından denenilen sodyum klorür çözeltisi, saman, çeltik sapı, esterler, balmumu

türevleri, zeytin küspesi, sebze artıkları, selüloz, çimento, zambak, yağlar, kalker tozu, çok sayıda organik kökenli maddeler vardır. Ayrıca bağlayıcı görevi yapmamakla beraber, genellikle briketin nem oranını düşürmek, yanma özelliklerini iyileştirmek ve ısı değerini yükseltmek için, kok tozu, petrol koku, asfaltit gibi yüksek kalorili maddeler ilave edilebilir.

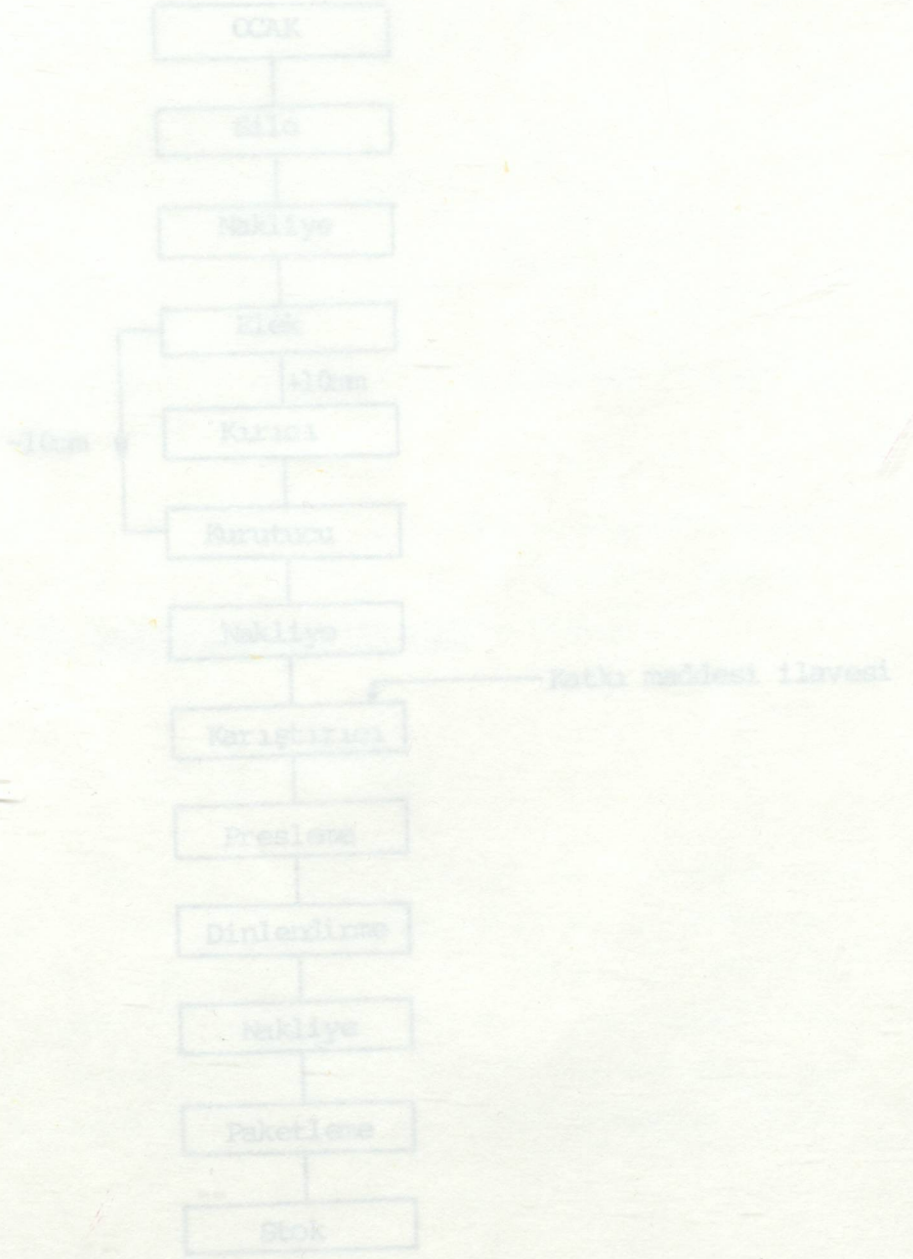
2.7. KATKI MADDESİNDEN BEKLENEN ÖZELLİKLER

- a) Kömür ile kolayca ve iyi karışabilmeli ve bağlayıcı özelliği üstün olmalıdır.
- b) Katkı maddesi yanma sırasında yanmayı güçleştirmemelidir.
- c) Kullanılan katkı maddesi yandığı zaman hava kirliliğini artırmamalıdır.
- d) Çabuk sertleşebilmeli ve suda çözülüp dağılmamalıdır.
- e) Ekonomik olmalıdır.

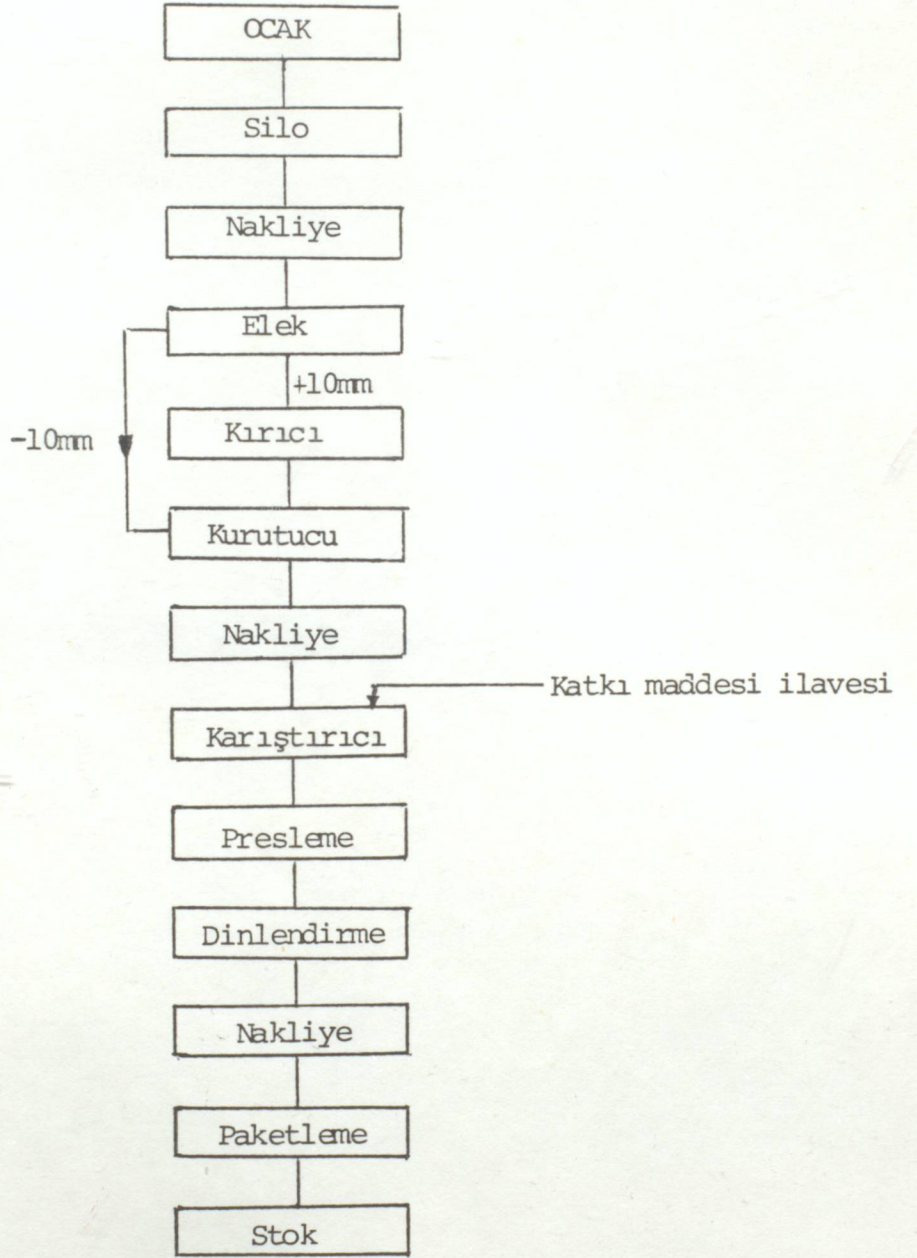
2.8. BRİKETLEME TESİSİNİN TASARIMI

Tüm etkenler saptandıktan sonra bu yöntemeye uygun bir tesisin planlanmasına geçilir. Briket tesisine giren kömürün iriliği ve nem oranı önceden bilinmelidir. Kalorifik değeri artırılmak istenirse harmanlama ya da kok tozu eklenebilir. Katkı maddesi, genellikle kalorifik değeri artırır. Ocaktan gelen linyit önce elenerek ve kırılarak, genellikle 6 mm altına düşürülür. Bu arada nem oranının, optimum

nem oranına düşürülmesi gerekir. Preslenerek elde edilen briketler bir süre dinlendirilerek piyasaya sürülür. Bu orada briketlerin suda mukavemetine göre paketlenme gerekebilir (6).



ŞEKİL 2.8.1. Bir briketleme tesisinin akış diyagramı



ŞEKİL 2.8.1. Bir briketleme tesisinin akış diyagramı

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. ÇALIŞMADA KULLANILAN MALZEMELER

3.1.1. Kömür Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmaların yapıldığı linyitler Marmara Linyit İşletmelerinden alınmıştır.

Çanakkale-Çan stok linyitlerinden alınan örnekler genel kırıcılarda 5 mm'ine altına öğütülmüştür. Öğütme işleminden sonra

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1.2. Briketlerin Yapıldığı Düzeneğe

Çalışmalar 120 tonluk bir hidrolik presle gerçekleştirilmiştir. Nem tayini için Kett-Infrared Moistre-Meter Model FOX marka nem ölçme aleti, kurutma için stüv kullanılmıştır. Sıcak briketleme yapıldığı zaman ısıtma aracı olarak stüvden faydalanılmamıştır. Briketleme kalıpları ise 3 parçadan oluşmaktadır. Isıl olarak çökmeye dayanıklı yapılmıştır.

3.1.2.1. BRIKETLEMEDE KULLANILAN PRESİN TANITIMI

Pres üzerindeki basıncı gösterecek sensörlerden yararlanılarak kullanılır. Kalıp pres altına konur ve presle birlikte sıkıştırılarak markaslandırılır. Basıncı boşaltma vanesi kapatıldıktan sonra, hareket düğmesine basılır ve pres

basınç verilmeye başlanır. Bu sırada presin başında bulunan bir kişi monometredeki siyah ok istenilen basınca geldiğinde basınç boşaltma vanasını açar ve briketlenmeyi sona erdirir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. ÇALIŞMADA KULLANILAN MALZEMELER

3.1.1. Kömür Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmaların yapıldığı linyitler Marmara Linyit İşletmelerinden alınmıştır.

Çanakkale-Çan stok linyitlerinden alınan örnekler çeneli kırıcılarda 6 mm'nin altına öğütülmüştür. Öğütme işleminden sonra belli bir neme kurutulmuştur.

3.1.2. Briketlerin Yapıldığı Düzenek

Çalışmalar 120 tonluk bir hidrolik preste gerçekleştirilmiştir. Nem tayini için Kett-Infrared Moistre-Meter-Model FDI marka nem ölçme aleti, kurutma için etüv kullanılmıştır. Sıcak briketleme yapıldığı zaman ısıtma aracı olarak yine etüvden faydalanılmıştır. Briketleme kalıpları ise 3 parçadan oluşmaktadır. Özel olarak dökme demirden yapılmıştır.

3.1.2.1. BRİKETLEMEDE KULLANILAN PRESİN TANITIMI

Pres, üzerindeki basıncı gösteren monometreden yararlanılarak kullanılır. Kalıp pres altına konur ve preste elle sıkıştırılarak merkezleştirilir. Basınç boşaltma vanası kapatıldıktan sonra, hareket düğmesine basılır ve prese

basınç verilmeye başlanır. Bu sırada presin başında bulunan bir kişi monometredeki siyah ok istenilen basınca geldiğinde basınç boşaltma vanasını açar ve briketlenmeyi sona erdirir.

Teknik şartlar:

- 1- Pres kapasitesi 120 ton olmalıdır.
- 2- Presin monometresi çift ibreli olup bir ibre kalıcı, bir ibre sürükleyici olmalıdır.
- 3- Preste basınç hızı dakikada 30 mm olmalıdır.
- 4- Presin motor gücü 4 HP trifaze ceryanlı, termik şalterli olmalıdır.
- 5- Presin pistonunu maksimum noktada sınırlamak için tahtit edici röle bulunmalıdır.
- 6- Pres labrotuara monte edilmelidir.
- 7- Presin alt ve üst başlık arası kömür briketleme kalıplarını kapsıyacak açıklıkta olmalıdır.

3.1.3. Briketleme İşleminin Yapılışı

Briketlemede önce örneğin nemi belirlenir. Örnek istenilen nem miktarında değilse kurutma yapılarak nem istenilen seviyeye düşürülür. Örnekten 50 g.'lık tartım alınır. Katkılı briketleme yapılıyorsa katkı maddesi eklenerek homojen bir karışım sağlanır. Briketleme kalıplarına dökülen karışım belirlenmiş olan optimum pres yükünde basılır. Presleme işlemi bittikten sonra kalıplardan çıkarılan örnek belli bir süre dinlenmeye bırakılır.

3.2.1. Sıcak briketleme yapılırken işlemler kalıplara dökme adımına kadar aynıdır. Sıcak briketlemede farklı olarak örnek önceden ısıtılmış kalıplara dökülür ve belli bir süre, belli bir sıcaklıkta bırakılarak linyite plastisitenin

verilmesi sağlanır. Sıcak örneğin soğumasına olanak verilmeden hemen briketlenmelidir.

3.1.4. Briketlenmiş Linyit Örneklerinin Çeşitli Bileşenlerinin Hesaplanmasında Uygulanan Yöntemler

Briketlenmiş olan örneklerin kimyasal özelliklerinin saptanması amacıyla briket kırıcıda kırılır. Bilyalı değirmende öğütülerek 0,144 mm.'nin altına geçmesi sağlanır. Elekten geçirilerek 0,144 mm.'nin altına geçmiyen parçalar tekrar bilyalı değirmende öğütülür. Bu şekilde öğütülen briketin tamamının 0,144 mm.'nin altına geçmesi sağlanır.

Linyit kömür ile çalışıldığı zaman çeşitli işlemler sonucunda linyitin bazı bileşenlerinin miktarında değişimler olmaktadır. Bu nedenle işlem görmüş linyitin giderilen çeşitli bileşenlerinin yüzde miktarının hesaplanmasında linyitin değişmiyen bir bileşeni olan sabit karbon miktarının esas alınması gerekmektedir. Ek II'de % 3 APP ve % 1,5 kireç içeren briketin çeşitli özelliklerinin sabit karbon temelinde hesaplanması örnek olarak verilmiştir.

3.2. DENEL KISIM

Bölüm 3.1.'de belirtildiği gibi yapılan briketleme işlemleri sonunda elde edilen briketler Ek I'de anlatılan yöntemlerle analiz edilmiştir.

3.2.1. Çan Linyit Örnekleri

Katkısız, sülfid likörü katkılı, melas ve kireç katkılı, ataktik polipropilen ve kireç katkılı briketler yapılmış ve bunların içinde en uygun olanının ataktik polipropilen ve kireç katkılı olduğu belirlenmiştir. Her bir

briketlemeye ait shatter indisi sonuçları belirlenmiş, ayrıca sabit karbon miktarı temel alınarak linyitin bileşenlerinin miktarı saptanmıştır.

3.2.1.1. Katkı Maddesinin Belirlenmesi

Briketleme öncelikle katkı maddesiz yapılır. Katkı maddesiz briketlemede istenilen sonuçlar elde edilemiyince katkı maddesi ve oranı seçilmesi gerekir. Katkı maddesi olarak melas ve kireç kullandığımız zaman % 7'den fazla kullanılması sonucunda kasma yapmaktadır. Kasma, preslemeden sonra briketin kalıba yapışması olayıdır. Bu yüzden hem linyit kaybı olmakta hem de briketin kalıptan çıkması zorlaşmaktadır. Sülfite likörü % 7'den fazla katılacak olursa kasma olayı oluşmaktadır. APP kullanıldığı zaman ise en fazla % 3,5 oranında katılabilmektedir. Bu orandan sonra shatter indisi çok iyi olduğu halde kasma olmaktadır.

3.2.1.2. Pres Yükünün Belirlenmesi

Bu çalışmada seçilen pres yükü aralığında, yük arttıkça briketin sağlamlığı artmaktadır. Uygulanan pres yükünün çok büyük önemi vardır. Yükün gereğinden az veya çok olmaması gerekir.

3.2.1.3. Optimum Nem Oranı ve Suyu Karşı Dayanıklılık

Türk linyitleri genellikle suya karşı dayanıksızdır. Briketin suya bırakıldığı andan itibaren ilk 15 dakika içinde % 15 nem almasının iyi olduğu belirtilir. Oysa katkısız briket ve melas katkılı briket suya karşı dayanıklılık hiç yoktur. % 7 sülfite likörü içeren, retartlanmış briket

ve % 3 APP içeren briquette 5 dakika, % 4 APP içeren briquette ise 10 dakikadır. Bu yüzden briquetlerin naylon torbalar içine koyularak saklanması faydalıdır.

3.2.1.4. Kimyasal Analizler

Stok toz linyitin ve optimum olarak belirtilen % 3 APP, % 1,5 kireç ve % 3,5 APP, % 1,5 kireç içeren briquetlerin kimyasal analizi yapılmıştır. Sonuçlar çizelgelerde gösterildiği gibidir.

3.2.2. Saray Linyit Örnekleri

Saray linyitlerinin katkısız, çeltik sapı katkılı, sülfite likörü katkılı ve APP katkılı briquetlenmesine çalışılmış ve APP'in en uygun katkı maddesi olduğu belirlenmiştir. Çizelge 3.2.2.6. damardan alınan linyit örneğinin kimyasal analiz sonuçları görülmektedir.

BRIKETLENE YÜZÜ (%)	STATİT İNDİSİ
30	30.03
40	82.48
50	125.27

Uygulanan briquetlene yüzü ile statit indisi arasındaki bağlantı:

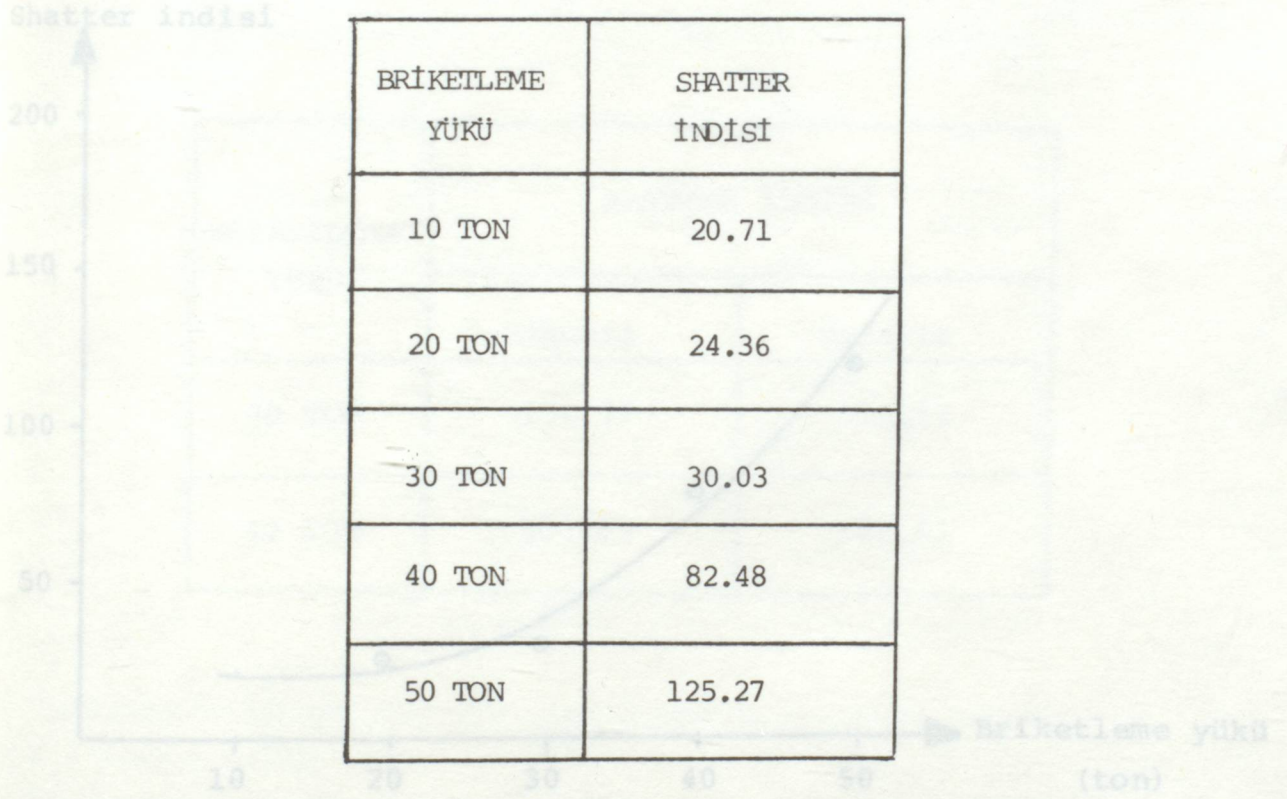
Y : Statit indisi

X : Briquetlene yüzü (%)

$$Y = 38,926 - 3,687 X + 0,009X^2$$

$$R = 1,009$$

ÇİZELGE 3.2.1.1.1. %16 nemli Çan linyitinin, katkı maddesiz olarak preslenmiş briketlerin, shatter indisi sonuçları.



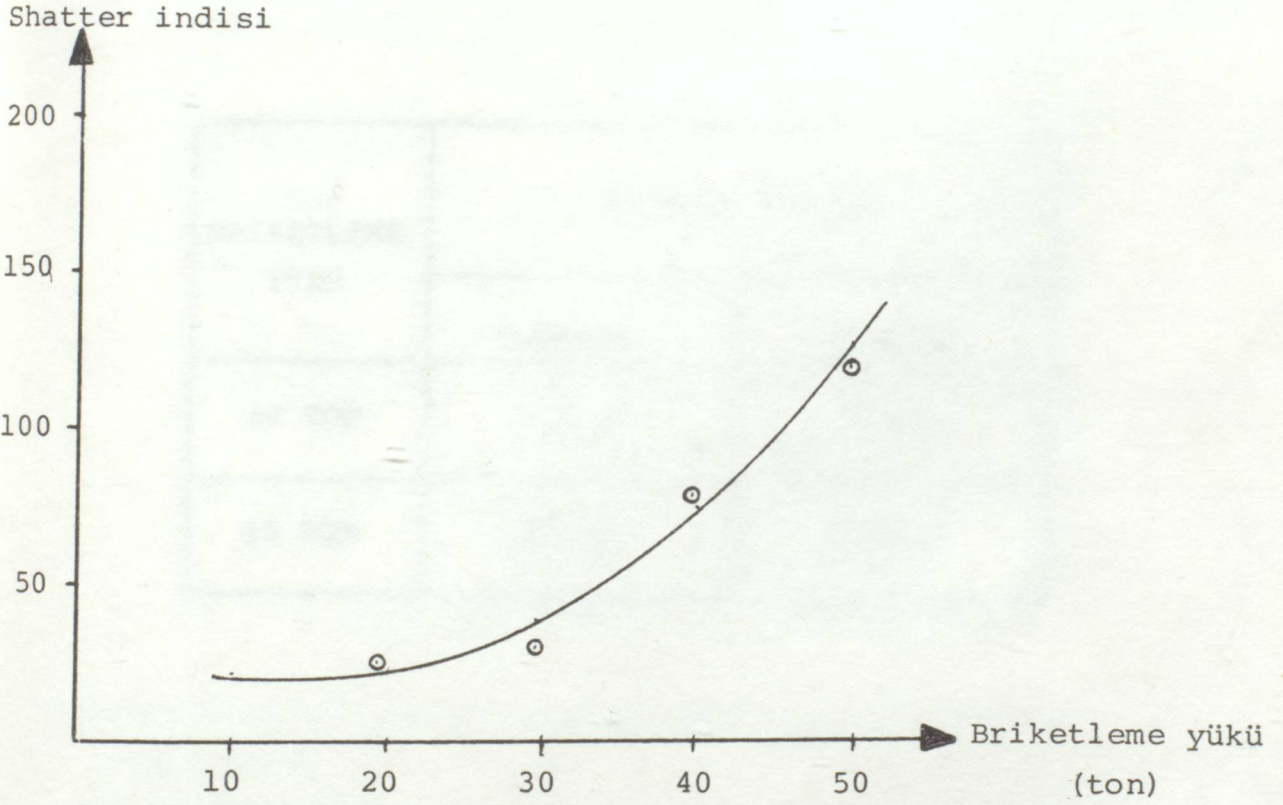
Uygulanan briketleme yükü ile shatter indisi arasındaki bağıntı:

Y : Shatter indisi

X : Briketleme yükü (ton)

$$Y = 38,926 - 2,687 X + 0,089X^2$$

$$R = 1,009$$



ŞEKİL 3.2.1.1.1. %16 nemli, katkı maddesiz olarak preslenmiş çan linyiti briketlerinin, briketleme yükü ile shatter indisinin değişimi.

ÇİZELGE 3.2.1.2.1. %10 nemli Çan linyitinin, katkı maddesi olarak sülfat likörü kullanıldığında elde edilen briketlerinin, yü-

ÇİZELGE 3.2.1.1.2. %19 nemli (bu nem, havada kurumuş stok linyitin nemidir) Çan linyitinin, sıcakta ve soğukta yapılmış briketlerinin, shatter indisi sonuçları (sıcak briketleme 120°C de yapılmıştır).

BRİKETLEME YÜKÜ	SHATTER İNDİSİ	
	Soğukta	Sıcakta
30 TON	150.77	175.06
40 TON	203.03	222.61

Uygulanan briketleme yöntemi ile shatter indisi arasındaki bağlantı:

Y : Shatter indisi

X : Briketleme yükü (ton)

%5 sülfat likörü	$Y = 1343,536 + 34,168X + 0,894X^2$ R=0,999
%7 sülfat likörü	$Y = -2464,476 + 174,516X + 1,978X^2$ R=0,999

ÇİZELGE 3.2.1.2.1. %10 nemli Çan linyitinin, katkı maddesi olarak sülfür likörü kullanıldığında elde edilen briketlerinin, yüke göre shatter indisi sonuçları.

ÇİZELGE 3.2.1.2.2. %10 nemli Çan linyitinin, %7 sülfür likörü katkı maddesi içeren retortlanmış briketlerinin uygulanan basınç yüküne göre shatter indisi sonuçları. Retortlama işlemi, briketlerin 80°C'de 1 saat bekletilmesi şeklinde yapılır.

BRİKETLEME YÜKÜ	SHATTER İNDİSİ	
	%5 sülfür likörü katkı	%7 sülfür likörü katkı
30 TON	528.69	1035.95
40 TON	612.48	1431.34
50 TON	874.96	1441.09

Uygulanan briketleme yükü ile shatter indisi arasındaki bağıntı:

Y : Shatter indisi

X : Briketleme yükü (ton)

Y : Shatter indisi

X : Briketleme yükü (ton)

%5 Sülfür likörü	$Y=1343,536 - 54,168X + 0,894X^2$ R=0,999
%7 Sülfür likörü	$Y= -2464,476 + 174,534X - 1,928X^2$ R=0,999

ÇİZELGE 3.2.1.2.3. %10 nemli Çan linyitinin, katkı maddesi olarak melas ve kireç kullanıldığında elde edilen briketlerinin, uygulanan yükü göre shatter indisi sonuçları.

ÇİZELGE 3.2.1.2.2. %10 nemli Çan linyitinin, %7 sülfür likörü katkı maddesi içeren retortlanmış briketlerinin uygulanan pres yüküne göre shatter indisi sonuçları (retortlama işlemi, briketlerin etüvde 80°C de 1 saat bekletilmesi şeklinde yapılır).

BRIKETLEME YÜKÜ	77 Melas + 11,5 Kireç	47 Melas + 11,5 Kireç
20 TON	250,03	-
30 TON	314,58	529,46
40 TON	394,01	539,94
50 TON	487,51	564,86

BRIKETLEME YÜKÜ	SHATTER İNDİSİ
30 TON	914.58
40 TON	934.01
50 TON	1157.51

Uygulanan briketleme yükü ile shatter indisi arasındaki bağıntı:

Y : Shatter indisi

Uygulanan briketleme yükü ile shatter indisi arasındaki bağıntı:

Y : Shatter indisi

X : Briketleme yükü (ton)

$$Y = 2080,389 - 69,468X + 1,022X^2$$

$$R = 1,000$$

45 Melas + 11,5 Kireç	$Y = 2006,701 - 81,139X + 1,321X^2$ $R = 0,999$
47 Melas + 11,5 Kireç	$Y = 584,599 - 4,002X + 0,072X^2$ $R = 1,000$

ÇİZELGE 3.2.1.2.3. %10 nemli Çan linyitinin, katkı maddesi olarak melas ve kireç kullanıldığında elde edilen briketlerinin, uygulanan yüke göre shatter indisi sonuçları.

BRİKETLEME YÜKÜ	SHATTER İNDİSİ		
	%3 Melas + %1,5 Kireç	%5 Melas + %1,5 Kireç	%7 Melas + %1,5 Kireç
20 TON	250,03	-	-
30 TON	416,07	761,44	529,46
40 TON	478,08	874,75	539,94
50 TON	500,93	1252,24	564,85

Uygulanan briketleme yükü ile shatter indisi arasındaki bağıntı:

Y : Shatter indisi

X : Briketleme yükü (ton)

%3 Melas+ %1,5 Kireç	$Y = -269,843 + 33,348X - 0,359X^2$ R= 1,003
%5 Melas+ %1,5 Kireç	$Y = 2006,701 - 81,139X + 1,321X^2$ R= 0,999
%7 Melas+ %1,5 Kireç	$Y = 584,599 - 4,002X + 0,072X^2$ R= 1,000

ÇİZELGE 3.2.1.2.4. Çan linyitinin, ataktik polipropilen katkı maddesi ile briketlenmesinden elde edilen briketlerin, shatter indisi sonuçları.

APP (%)	SHATTER İNDİSİ
1	152,27
2	585,42
3	1025,26
4	2023,28
5	4526,56

APP yüzdesi ile shatter indisi değişimi:

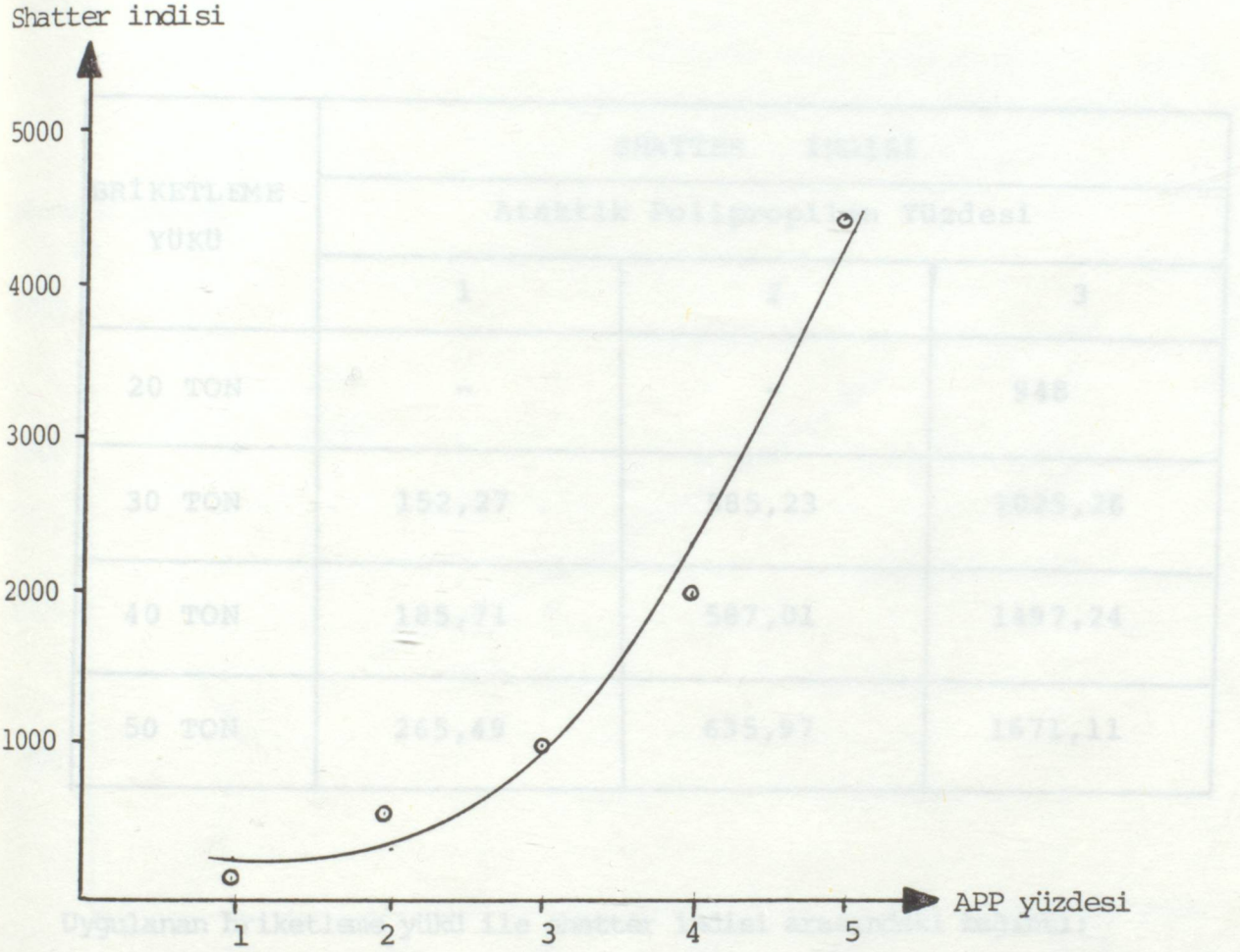
Y : Shatter indisi

X : Ataktik polipropilen yüzdesi

$$Y = 956 - 995,486X + 335,714X^2$$

$$R = 1,009$$

ÇİZELGE 3.2.1.2.5. 110 numaralı Çan linyitinde belirli yükleme şerhleri ataktik polipropilen kullanılarak elde edilen briketlerin uygulanan yük ve yüze şatter indisi sonuçları.



ŞEKİL 3.2.1.2.1. Çan linyitinin, ataktik polipropilen ile preslenmiş briketlerinin, shatter indisi değişimi.

81 APP	$Y = 334,528 - 13,117X + 0,235X^2$ $R = 0,999$
82 APP	$Y = 876,839 - 17,117X + 0,247X^2$ $R = 1,000$
83 APP	$Y = 626,601 + 9,508X - 0,241X^2$ $R = 1,034$

ÇİZELGE 3.2.1.2.5. %10 nemli Çan linyitinde katkı maddesi olarak ataktik polipropilen kullanıldığında elde edilen briketlerin uygulanan yüke göre şatter indisi sonuçları.

BRİKETLEME YÜKÜ	SHATTER İNDİSİ		
	Ataktik Polipropilen Yüzdesi		
	1	2	3
20 TON	-	-	948
30 TON	152,27	585,23	1025,26
40 TON	185,71	587,01	1497,24
50 TON	265,49	635,97	1671,11

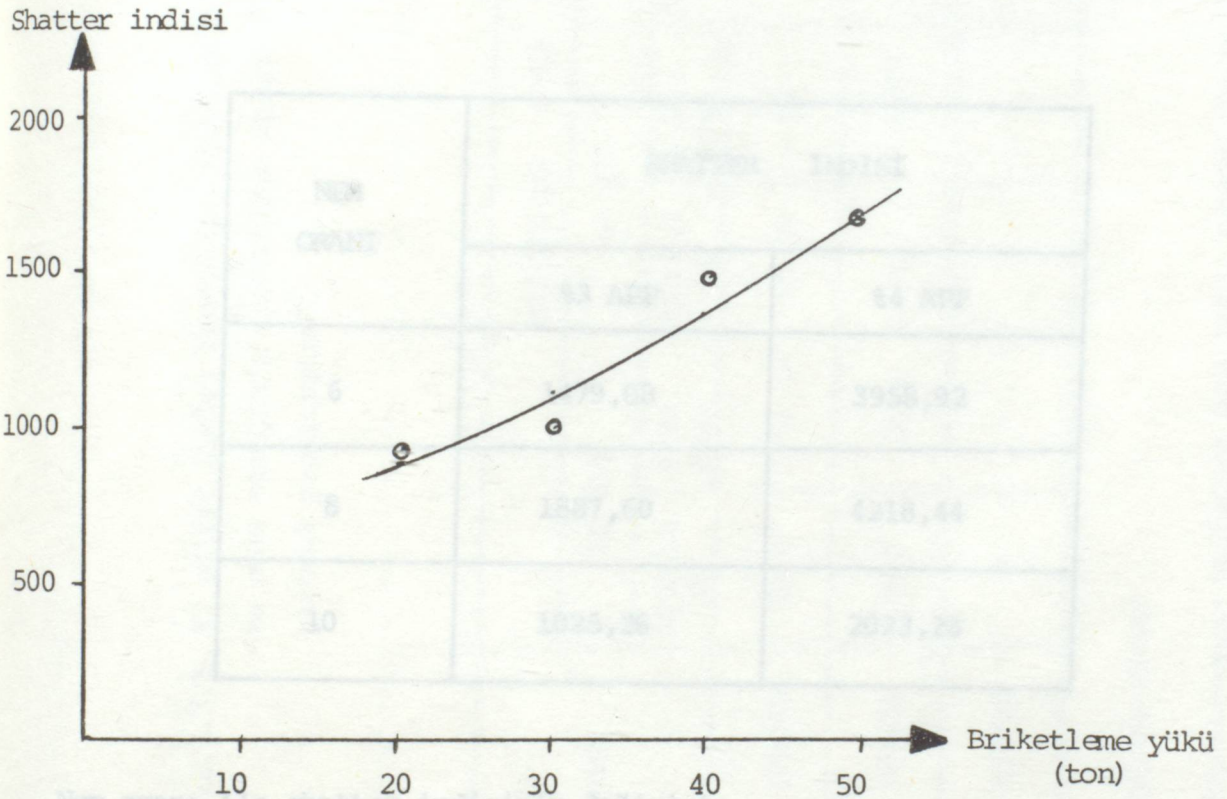
Uygulanan briketleme yükü ile shatter indisi arasındaki bağıntı:

Y : Shatter indisi

X : Pres basıncı (ton)

%1 APP	$Y = 334,528 - 13,117X + 0,235X^2$ R = 0,999
%2 APP	$Y = 876,839 - 17,117X + 0,247X^2$ R = 1,000
%3 APP	$Y = 626,601 + 9,508X + 0,241X^2$ R = 1,034

ÇİZELGE 3.2.1.3.1. Çan linyitlerinde katkı maddesi olarak ataktik polipropilen kullanıldığı zaman, farklı nem yüzdelerinde shatter indisi sonuçları.



Nem oranı ile shatter indisinin değişimi

ŞEKİL 3.2.1.2.2. %3 ataktik polipropilen içeren briketlerin, briketleme yükü ile shatter indisi değişimleri.

X : Nem oranı

%3 APP	$Y = -7372,894 + 2428,594 X - 158,879 X^2$ $R = 0,999$
%4 APP	$Y = -11548,948 + 4425,846X - 386,865X^2$ $R = 0,999$

ÇİZELGE 3.2.1.3.1. Çan linyitlerinde katkı maddesi olarak ataktik polipropilen kullanıldığı zaman, farklı nem yüzdelerinde shatter indisi sonuçları.

NEM ORANI	SHATTER INDISI	
	%3 APP	%4 APP
6	1479,08	3958,92
8	1887,60	4218,44
10	1025,26	2023,28

Nem oranı ile shatter indisinin değişimi:

Y : Shatter indisi

X : Nem oranı

%3 APP	$Y = -7372,894 + 2428,594.X - 158,879.X^2$ R = 0,999
%4 APP	$Y = -11548,948 + 4425,846X - 306,865X^2$ R = 0,999

ÇİZELGE 3.2.1.3.2. %7 sülfid likörü içeren Çan linyitinin, retortlanmış briketlerinin, su emme sonuçları (retortlama işlemi 80°C de : etüvde 1 saat bekletilerek yapılmıştır)*.

ZAMAN	BRIKETLEME YÜKÜ					
	30 TON		40 TON		50 TON	
	Ağırlık (g)	% Su Emme	Ağırlık (g)	% Su Emme	Ağırlık (g)	% Su Emme
0. DAKIKA	53,8	-	54,3	-	54,2	-
5. DAKIKA	55,5	3,16	57,0	4,97	55,0	1,48
10. DAKIKA	d		d		d	

d : dağılıma oluyor

* retortlanmamış briketler suya karşı tamamen dayanıksızdır.

ÇİZELGE 3.2.1.3.3. %8 nemli, 30 ton pres yükü altında preslenmiş Çan linyitinin, zamana göre su emme sonuçları.

ZAMAN	%3 APP		%4 APP	
	Ağırlık (g)	% Su Emme	Ağırlık (g)	% Su Emme
0. DAKİKA	53,4	-	53,9	-
5. DAKİKA	58,7	9,93	57,6	6,86
10. DAKİKA	d	-	61,0	13,17
15. DAKİKA	d	-	63,8	18,37
20. DAKİKA	d	-	66,7	23,75

d : dağılıma oluyor

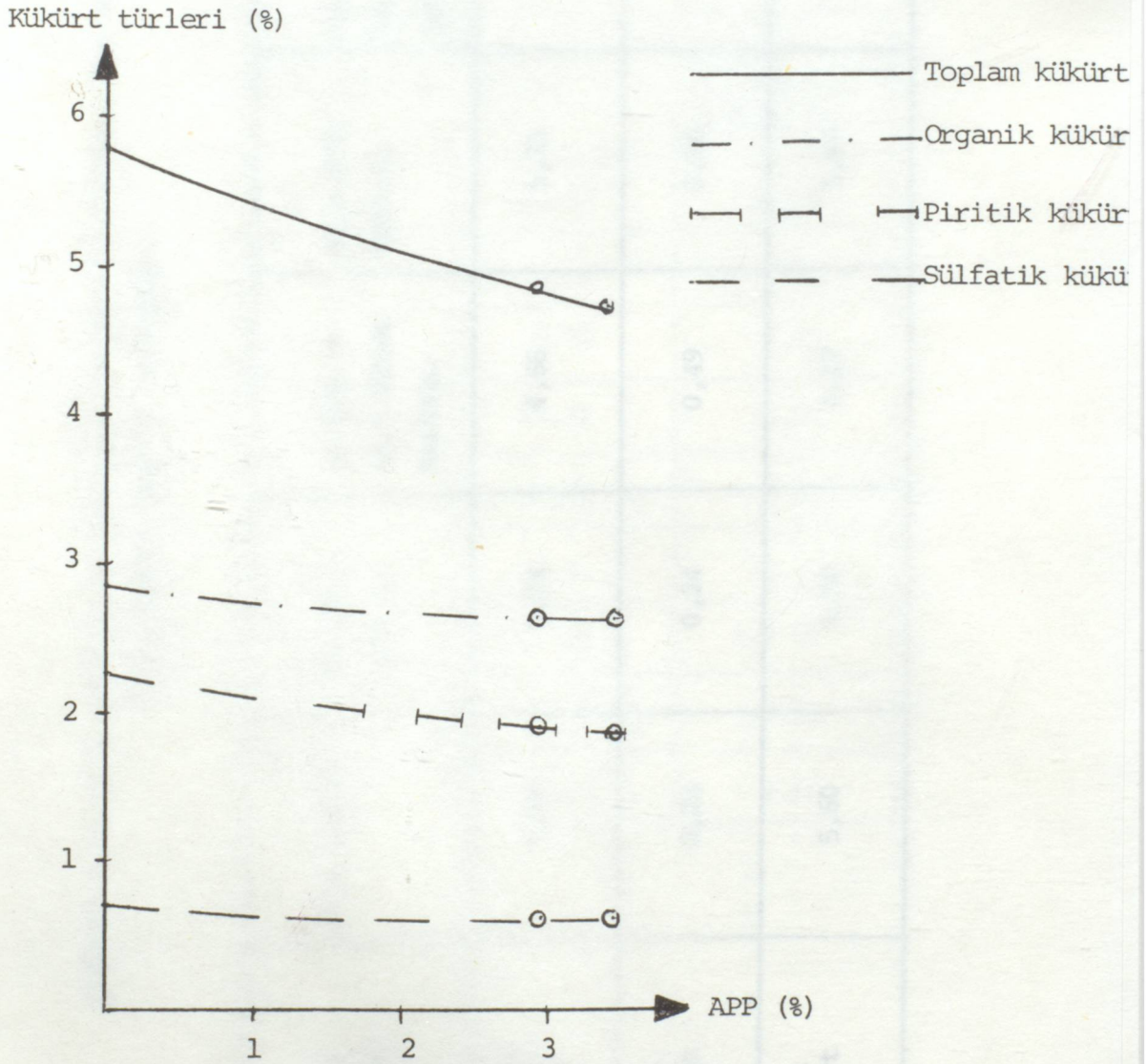
ÇİZELGE 3.2.1.4.1. Çan linyitinin -0,144 tane boyutuna öğütülmüş çeşitli briketlerinin, kimyasal analizleri (değerler kuru temel üzerinden verilmiştir).

KİMYASAL ANALİZLER (%)	STOK LİNYİT Briketi	%3 APP Katkılı briket	%3 APP + %1,5 KİREÇ Katkılı bri.	%3,5 APP Katkılı briket	%3,5 APP + %1,5 KİREÇ Katkılı bri.	YIKANMIŞ STOK LİNYİT Briketi
SABİT KARBON	33,10	32,82	32,01	32,74	32,13	34,77
UÇUCU MADDE	21,66	26,73	25,34	26,43	26,34	28,43
KÜL	45,16	40,41	42,65	40,82	42,18	37,06
KOK	78,26	73,23	75,66	73,56	74,31	71,83
TOPLAM KÜKÜRT	5,83	5,74	4,66	5,73	4,59	5,49

ÇİZELGE 3.2.1.4.2. -0,144 tane boyutuna öğütülmüş Çan linyiti briketlerinin, küllürünün giderilmesine ilişkin analiz sonuçları (değerler kuru temelde sabit karbon miktarı esas alınarak hesaplanmıştır).

LİNYİT TÜRLERİ	SABİT KARBON	KÜKÜRT TÜRLERİ									
		TOPLAM KÜKÜRT		PİRİTİK KÜKÜRT		SÜLFATİK KÜKÜRT		ORGANİK KÜKÜRT			
		KALAN (%)	GİDERİLEN (%)	KALAN (%)	GİDERİLEN (%)	KALAN (%)	GİDERİLEN (%)	KALAN (%)	GİDERİLEN (%)		
STOK LİNYİT	33,10	5,83	-	2,29	-	0,74	-	2,80	-		
%3 A.P.P	32,82	5,79	0,69	2,27	0,87	0,73	1,35	2,78	0,71		
%3 A.P.P + %1,5 KİREÇ	32,01	4,82	17,33	1,86	18,78	0,58	21,62	2,38	15,00		
%3,5 A.P.P	32,74	5,79	0,69	2,26	1,31	0,73	1,35	2,79	0,36		
%3,5 A.P.P + %1,5 KİREÇ	32,13	4,73	18,87	1,85	19,21	0,57	22,97	2,31	17,50		
YIKANMIŞ LİNYİT	34,77	5,23	10,29	2,21	3,49	0,35	52,70	2,67	4,64		

STOK LİNYİT + KATKI MADDESİ



ŞEKİL 3.2.1.4.1. %1,5 kireç ve çeşitli oranlarda ataktik polipropilen içeren Çan linyiti briketlerinin kükürt türlerinin değişimi.

ÇİZELGE 3.2.1.1.4.3. Katkılı ve katkısız olarak briketlenmiş Çan linyitlerinin, külde kükürt analiz sonuçları.

BRIKET TURLERİ	Stok linyit	%3 APP katkılı	%3 APP + %1,5 Kireç katkılı	%3,5 APP katkılı	%3,5 APP + %1,5 Kireç katkılı	Yıkamış Stok Linyit
Toplam Kükürt (%)	5,83	5,74	4,66	5,73	4,59	5,49
Külde Kükürt (%)	0,23	0,24	0,49	0,26	0,43	0,02
Uçucu Kükürt (%)	5,60	5,50	4,17	5,47	4,16	5,47

ÇİZELGE 3.2.1.4.4. Çan stok toz linyitlerinin katkısız ve %3 ataktik polipropilen, %1,5 kireç içeren katkılı briketlerinin, külde iz element sonuçları.

KÜLDEKİ İZ ELEMENTLER (%)	Katkısız briket	%3 APP %1,5 Kireç Katkılı bri.
Al_2O_3	42,69	41,56
Fe_2O_3	5,57	5,55
TiO_2	6,22	5,71
SiO_2	37,22	35,08
Na_2O	1,46	1,43
K_2O	0,71	0,67
Li_2O	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
CaO	0,18	0,21
SO_3	1,25	2,86

ÇİZELGE 3.2.1.1.4.5. 6 mm' nin altına öğütülmüş Çan toz stok linyitinin, elek analizi sonucu.

Boyut	Tutulmuş ağırlık yüzdesi	Toplamalı elek üstü ağırlık yüzdesi	Toplamalı elek altı ağırlık yüzdesi
- ; +1 mm	47,17	47,17	52,83
-1 mm ; +8 mm	7,04	54,20	45,79
-8 mm ; +0,5 mm	10,82	65,03	34,97
-0,5 mm ; +0,2 mm	19,11	84,14	15,86
-0,2 mm ; +	15,85	99,99	0,01

ÇİZELGE 3.2.2.1.1. %20 nemli Saray linyitinin (18), katkı maddesiz olarak, soğukta ve sıcakta briketleme sonuçları (sıcak briketleme 110°C deki etüvde 1 saat bekletilerek yapılmıştır).

BRIKETLEME YÜKÜ	SOĞUK BRIKETLEME		SICAK BRIKETLEME	
	Shatter indisi	Dağılıma Süresi (dakika)	Shatter İndisi	Dağılıma Süresi (dakika)
10 TON	77	42	139	45
20 TON	144	29	250	29
30 TON	275	15	278	21
40 TON	270	13	374	19
50 TON	397	11	545	19

ÇİZELGE 3.2.2.2. %15 nemli Saray linyitinin (18) , katkı maddesiz olarak, soğukta ve sıcakta briketleme sonuçları (sıcak briketleme 110°C deki etüvde 1 saat bekletilerek yapılmıştır) .

BRIKETLEME Yükü	SOĞUK BRIKETLEME		SICAK BRIKETLEME	
	Shatter İndisi	Dağılıma süresi (dakika)	Shatter indisi	Dağılıma süresi (dakika)
10 TON	0	44	0	53
20 TON	0	44	0	49
30 TON	61	41	122	45
40 TON	27	37	274	42
50 TON	123	37	269	42

ÇİZELGE 3.2.2.4. %15 nemli Saray linyitinin (19), 30 ton yük altında ve katkı maddesi olarak statik polipropilen kullanıldığı zaman elde edilen briketlerinin, shatter indisi ve suya mukavemet sonuçları.

ÇİZELGE 3.2.2.3. %15 nemli Saray linyitinin (18), 30 ton yük altında ve katkı maddesi olarak, sülfite likörü kullanıldığı zaman elde edilen briketlerinin, shatter indisi ve suya mukavemet sonuçları.

APP ORANI (%)	SHATTER İNDİSİ	SUYA MUKAVEMET (Dakika)
Sülfite likörü (%)	SHATTER İNDİSİ	SUYA MUKAVEMET (Dakika)
4	272	19
6	641	19
8	642	22
10	926	29
12	1690	46
14	1532	49

ÇİZELGE 3.2.2.4. %15 nemli Saray linyitinin (19), 30 ton yük altında ve katkı maddesi olarak ataktik polipropilen kullanıldığı zaman elde edilen briketlerinin, shatter indisi ve suya mukavemet sonuçları.

APP ORANI (%)	SHATTER İNDİSİ	SUYA MUKAVEMET (Dakika)
2	277,09	35
3	355,73	65
4	870,63	80
5	1052,73	160
6	1947,80	170
7	1275,82	65
8	2579,82	70
10	4150,69	90
11	8137,82	210

ÇİZELGE 3.2.2.6. -0,144 tane boyutuna öğütülmüş Saray linyitinin kimyasal analizi (değerler heru taneli üzerinden verilmiştir).

ÇİZELGE 3.2.2.5. %15 nemli Saray linyitinin (18) , katkı maddesi olarak, çeltik sapı kullanıldığı zaman elde edilen briketlerinin, shatter indisi sonuçları.

BRİKETLEME YÜKÜ	SHATTER İNDİSİ		
	%1 Çeltik sapı	%2 Çeltik sapı	%3 Çeltik sapı
10 TON	28	73	113
20 TON	136	180	184
30 TON	376	220	352
40 TON	393	238	432
50 TON	416	417	460

ÇİZELGE 3.2.2.6. -0,144 tane boyutuna öğütülmüş Saray linyitinin kimyasal analizleri (değerler kuru temel üzerinden verilmiştir).

KÜKÜRT TÜRLERİ (%)	Toplam kükürt	3,50
	Piritik kükürt	1,66
	Sülfatik kükürt	0,58
	Organik kükürt	1,26
DİĞER BİLEŞENLER (%)	Sabit karbon	27,41
	Uçucu madde	26,02
	Kül	46,57

ÇİZELGE 3.2.2.7. Saray linyitinin külde kükürt analizi sonucu.

Toplam kükürt (%)	3,50
Külde kükürt (%)	0,62
Uçucu kükürt (%)	2,88

4. DENEYSEL SONUÇLARIN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. BRİKETLEME ÇALIŞMALARI

Bölüm 3.1.'de anlatılan şekilde yapılan briketleme işlemleri sonunda elde edilen briketlerin katkı maddesi, katkı maddesi oranı, nem, uygulanan basın yüküne göre sinter indisi değişimleri, element analizi sonuçları, kimyasal analiz sonuçları bölüm 3.2.'deki çizelgelerde ve şekillerde toplu olarak gösterilmiştir.

4. DENEYSEL SONUÇLARIN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Çan bölgesi linyitlerinde, nem, katkı maddesi oranı, uygulanan basın yüküne briketin sağlamlığı ile yakından ilgili olduğu görülmüştür.

4.1.1. Linyitin Nem Miktarının Briketlerin Üzerine Etkisi

Çan bölgesi linyitlerinde yapılan incelemelerde optimum bir nem miktarında en fazla sağlamlık elde edildiği çok açık görülmektedir. Çan bölgesi tes linyitleri için bu nem oranı 8'dir. Bu oranı altında ve üstünde sağlamlık düşmektedir. Bu durum çizelge 3.2.1.3.1.'de gösterilmiştir.

4.1.2. Katkı Maddesi ve Oranının Briketlerin Üzerine Etkisi

Briketlemenin katkısız olarak yapılamayacağına karar verilince katkılı briketlemeye geçilir. Bu amaçla birden çok sayıda deneme yapılmalı ve değişik katkı maddeleri

esifit likörü, melas ve kireç, anastik polipropilen ve kireç olmuştur. Optimum katkı olarak % 3 APP, % 1,5 kireç, % 3,5 APP, % 1,5 bulunmuştur. Bu katkı maddesi kullanıldığı miktarı azalırken, uçucu madde miktarı artmıştır.

4. DENEYSEL SONUÇLARIN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. BRİKETLEME ÇALIŞMALARI

4.1.3. Uygulanan Pres Yükünün Briketlerin Üzerine Etkisi

Bölüm 3.1.'de anlatılan şekilde yapılan briketleme işlemleri sonunda elde edilen briketlerin katkı maddesi, katkı maddesi oranı, nem, uygulanan pres yüküne göre shat-ter indisi değişimleri elek analizi sonuçları, kimyasal analiz sonuçları bölüm 3.2.'deki çizelgelerde ve şekillerde toplu olarak gösterilmiştir.

Sonuçların değerlendirilmesiyle briketlemede, nem, katkı maddesi cinsi ve oranı, uygulanan pres yükünün briketin sağlamlığı ile yakından ilgili olduğu görülmüştür.

4.1.1. Linyitin Nem Miktarının Briketlerin Üzerine Etkisi

Çan bölgesi linyitlerinde yapılan incelemelerde optimum bir nem miktarında en fazla sağlamlık elde edildiği çok açık görülmektedir. Çan bölgesi toz linyitleri için bu nem oranı % 8'dir. Bu oranın altında ve üstünde sağlamlık düşmektedir. Bu durum çizelge 3.2.1.3.1.'de gösterilmiştir.

4.1.2. Katkı Maddesi ve Oranının Briketlerin Üzerine Etkisi

Briketlemenin katkısız olarak yapılamıyacağına karar verilince katkılı briketlemeye geçilir. Bu amaçla bıkmadan çok sayıda deneme yapılmalı ve değişik katkı maddeleri

sülfite likörü, melas ve kireç, ataktik polipropilen ve kireç olmuştur. Optimum katkı olarak % 3 APP, % 1,5 kireç, % 3,5 APP, % 1,5 bulunmuştur. Bu katkı maddesi kullanıldığı zaman toplam kükürtte % 17,32 giderme olmuştur. Kül miktarı azalırken, uçucu madde miktarı artmıştır.

4.1.3. Uygulanan Pres Yükünün Briketlerin Üzerine Etkisi

Briketleme çalışmalarında belli bir pres yükünün altı ve üstü çok sakıncalıdır. Çünkü o değerlerin altında sağlamlık az olur, üstünde ise yanma güçleşir. Yapılan çalışmalarda 30 ton pres yükünün altında sağlamlığın çok azaldığı görülmektedir. Çizelge 3.2.1.2.5. buna bir örnektir.

4.1.4. Külde Kalan Kükürt

Çizelge 3.2.1.4.3.'ün incelenmesiyle orijinal Çan toz linyitinin külünde kalan kükürdün % 5,60 olduğu görülmektedir. Bu şekilde havaya geçen kükürt, toplam kükürt içeriğinin, % 96,05'si kadardır. % 3 APP, % 1,5 kireç katkılı briketin ise külünde % 0,49 oranında kükürt vardır. Havaya geçen kükürt toplam kükürdün % 89,48'i kadardır. Bu şekilde havaya % 6,84 kadar daha az kükürt geçmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

olarak verilebilir.

6) Saray bölgesi stok toz linyitleri çok zor briketlenebilmektedir. Çizelgelerden görüldüğü gibi Saray linyitleri gibi katkısız briketlenmemektedir.

Katkılı briketlemede ise en yüksek sağlamlığı yine APP vermiştir. Katkı maddesi olarak APP yanında ayrıca kireç eklenilebilir.

1) Çan bölgesi toz linyit stoklarının katkı maddesiz olarak briketlenmesinde başarılı olunamamıştır. Soğukta ve sıcakta yapılan briketlemelerin hepsi olumsuz sonuç vermiştir.

2) Katkısız briketleme olumsuz sonuç verince katkılı briketlemeye karar verilmiştir. Katkı maddesi olarak öncelikle sülfite likörü denenmiştir. Sülfite likörü ile yapılan briketlerin birkaçına ayrıca retartlama işlemi uygulanmış, ancak amaçlanan sağlamlık elde edilememiştir. Sülfite likörü % 7'den fazla kullanıldığında kusma olmaktadır.

3) Katkılı briketlemede ikinci olarak melas ve kireç karışımı denenmiştir. Bu katkı maddesi karışımı kullanıldığı zaman elde edilen sağlamlık sülfite likörüne göre çok daha azdır. Melas'ı daha fazla eklemenin sağlamlığı artıracacağı düşünülürse de artan melas miktarı ile kusma oluşmaktadır.

4) Katkılı briketlemede başka bir katkı maddesi olarak ataktik polipropilen (APP) denenmiştir. En iyi sağlamlık APP katkı briketlerden alınmıştır. İlave edilen APP oranı arttıkça sağlamlık artmaktadır. APP en fazla % 3,5 oranında katılabilmektedir. Bu orandan fazla katılacak olursa kusma olayı oluşmaktadır. Briquete APP yanında kireç katılacak olursa kükürt miktarında bir giderme elde edilebilir.

5) Çan bölgesi toz stok linyitlerinin briketlenerek değerlendirilmesinde optimum nem % 8, optimum katkı maddesi ve oranı % 3 APP, % 1,5 kireç, optimum pres yükü 30 ton

olarak verilebilir.

KAYNAKLAR
6) Saray bölgesi stok toz linyitleri çok zor briketlenebilmektedir. Çizelgelerden görüldüğü gibi Saray linyitlerinde Çan linyitleri gibi katkısız briketlenememektedir. Katkılı briketlemede ise en yüksek sağlamlığı yine APP vermiştir. Katkı maddesi olarak APP yanında ayrıca kireç eklenebilir. Bu şekilde kirecin hem bağlayıcı özelliğinden faydalanılmış olur, hem de kükürt miktarında bir giderme elde edilir. Kireç en fazla sülfatık kükürdü giderir.

2- Papula, M., "Türkiye'de Mevcut Linyitlerin Değerlendirilmesi"
7) Toz linyitlerimizin briketlenmesi çalışmalarında izlenicek en akıllıca yol, her bölgemizin ayrı ayrı petrografik özelliklerini incelemek ve buna göre bir briketleme politikası izlemektir. Linyitler bünyelerinde farklı oranlarda, farklı maseraller içerdiklerinden ötürü briketlenebilme karakterleride değişik olmaktadır.

4- Ateş, M., "Türk linyitleri genellikle suya karşı dayanıksızdır. Bu amaçla briketlendikten sonra naylon torbalar içinde paketlenip satılmasında fayda vardır.

Briket Yapılması
İmkanları ve Sınırları" Uluslararası Kömür Teknolojisi
Semineri, İTÜ Maden Fakültesi Basımı, İstanbul, 1983.

6- Kural, O., Tançör, A., "Briketlemede Yeni Kayıtlar",
Madencilik Dergisi, Cilt 24, Sayı 2, Eylül, 1985.

7- Bolat, E., "Extraction of Lignites From Çan, Hoca and Tunçbilek With Donar and Non-Donar Solvents in Extractor and Autoclave", Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 1983.

8- Camaloğlu, M., "Reles(Bursa), Esitömer (Kütahya), Tunçbilek(Tavşanlı) Linyitlerinin Amorfik Artıklarının Giderilmesi" Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Üniversitesi, İstanbul, 1986.

9- TSE, "Turba ve Linyitlerde Külü Tayini", TS 1042, 1974.

KAYNAKLAR

- 10- Annual Book of ASTM Standards, Part 26, Gaseous Fuels, Coal and Coke; Atmospheric Analysis, Method D-3174-73,
- 11- Kural, A., "Türkiye'de Toz Kömür Problemi Briketlemenin Geleceği", 4. Balkan Ülkeleri Cevher Hazırlama Kongresinde sunulan teblig, İTÜ Maden Fakültesi basımı, Eylül, 1984.
- 12- and Coke; Atmospheric Analysis Method D-2492-68, ASTM, Philadelphia, 1976.
- 2- Papila, M., "Türkiye'de Mevcut Linyitlerin Değerlendirilmesi" Kimya Mühendisliği Dergisi (yılı mevcut değil).
- 13- Schaber, H.G., Kural, O., "Kömürün Kurutulması-Kömür Tozu Hazırlanması ve Linyitlerin Briketleşmesi", Uluslararası Kömür Teknolojisi Semineri, İTÜ Maden Fakültesi basımı, İstanbul, 1983.
- 4- Ateşok, G., "Kömür Hazırlama", İstanbul, 1986.
- 5- Fındıkgil, G., "Türk Linyitlerinden Briket Yapılması İmkanları ve Sınırları" Uluslararası Kömür Teknolojisi Semineri, İTÜ Maden Fakültesi basımı, İstanbul, 1983.
- 6- Kural, O., Tangör, A., "Briketlemede Yeni Boyutlar", Madencilik Dergisi, Cilt 24, Sayı 2, Eylül, 1985.
- 7- Bolat, E., "Extraction of Lignites From Çan, Soma and Tunçbilek With Donar and Non-Donar, Solvents in Extractor and Autoclave", Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 1983.
- 8- Cemaloğlu, M., "Keles (Bursa), Seyitömer (Kütahya), Tunçbilek (Tavşanlı) Linyitlerinin Anorganik Artıklarının Giderilmesi" Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Üniversitesi, İstanbul, 1986.

- 9- TSE, "Turba ve Linyitlerde Kül Tayini", TS 1042, 1974.
- 10- Annual Book of ASTM Standarts, Part 26, Gaseous Fuels, Coal and Coke; Atmospheric Analysis, Method D-3174-73, ASTM, Philodelphia, 1974.
- 11- Annual Book of ASTM Standarts, Part 26, Gaseous Fuels, Coal and Coke; Atmospheric Analysis Method D-2492-68, ASTM, Philodelphia, 1976.
- 12- TSE "Eschka Metodu İle Maden Kömüründe Toplam Kükürt Tayini", TS 363, 1966.
- 13- Annual Book of ASTM Standarts, Part 26, Gaseous Fuels, Coal and Coke; Atmospheric Analysis Method D-3177-75, ASTM, Philodelphia, 1976.
- 14- ISO/TC 27 WG 13 Japon-6 Sec.17. Determination of Masor Elements of Ash and Solid Fuels.
- 15- Charlot, G., Bezier, D., "Quantitative Inorganic Analysis", Jhon Wiley and Sons Inc., 1957.
- 16- Karşılıyan, H., "Amasra Kömürünün Flotasyon Özelliklerinin İncelenmesi", Doktora Tezi, İstanbul, 1986.
- 17- Vogel, A.I., "Quantitave Inorganic Analysis Including Elementary Instrumental Analysis" Lowe and Brydone Printers Ltd., London, 1961.
- 18- Bıçakçı, S.E., "Saray-Vize Linyitlerinin Katkı Maddeli ve Katkı Maddesiz Olarak Briketlenebilirliğinin İncelenmesi", Bitirme Ödevi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1985.

- 19- Kemerizliođlu, H.F., "Saray Linyitlerinin APP-I ve OAPP-I Maddeleri İle Sıcak Briketleme alışmaları", Bitirme Ödevi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Ekim,1984.

EK I

ANALİZ YÖNTEMLERİ

I. BRİKETLERE UYGULANANAN TESTLER

I.1. SAĞLAMLIK TESTLERİ

Briketlerde aranması gereken en önemli özelliklerden birisi sağlamlıktır. İmalat safhasından başlayarak stok, depolama, yükleme, boşaltma ve taşıma sırasında briketler çeşitli etkilere maruz kalarak parçalanır ve ufalanır.

Briketlerin sağlamlığını ölçmek için uygulanan testler şöyle sıralanabilir.

EK I

I.1.1. SHATTER TEST ANALİZ YÖNTEMLERİ

Bu test, briketlerin yüksekten boşaltılmaları esnasında uğrayacakları ufalanmalarla miktarını zıttıf olarak verir. Hatırlanan briketlerin ilk tartımı alındıktan sonra 1,8 m. yükseklikten çelik plaka üzerine düşürülür. 2,5 cm üzerindeki parçalar tartılarak yazılır. Bu işlemler tüm briket parçaları 2,5 cm. altına geçecek duruma gelinceye dek sürdürülür. Her tartımdan, ilk tartım miktarına göre olan yüzdeleri toplanarak briketin "shatter indisi" hesaplanır.

$$\text{Shatter indisi} = \frac{n}{l} \frac{W_c}{W_0} \times 100$$

W_c = Her atışın sonundaki ağırlık

W_0 = Briketin ilk ağırlığı

1.1.2. SUDA DAYANIM TESTİ

Bu testte su altında kalan briketlerin bünyelerine zamanla ne kadar su alacakları saptanmaktadır.

I. BRIKETLERE UYGULANANAN TESTLER

Briketlerin su alması yakılma sırasında sorun yaratacağı için arzu edilmeyen bir durumdur. Genel olarak su

I.1. SAĞLAMLIK TESTLERİ

Briketlerde aranması gereken en önemli özelliklerden birisi sağlamlıktır. İmalat safhasından başlayarak stok, depolama, yükleme, boşaltma ve taşıma esnasında briketler çeşitli etkilere maruz kalarak parçalanır ve ufalanır.

Briketlerin sağlamlığını ölçmek için uygulanan testler şöyle sıralanabilir.

I.1.1. SHATTER TESTİ

SE : Su emme oranı (%)

Bu test, briketlerin yüksekten boşaltılmaları esnasında uğrayacakları ufalanmaların miktarını rölatif olarak verir. Hazırlanan briketlerin ilk tartımı alındıktan sonra 1,8 m. yükseklikten çelik plaka üzerine düşürülür. 2,5 cm üzerindeki parçalar tartılarak yazılır. Bu işlem tüm briket parçaları 2,5 cm. altına geçecek duruma gelinceye dek sürdürülür. Her tartımın, ilk tartım miktarına göre olan yüzdele-ri toplanarak briketin "shatter indisi" hesaplanır.

$$\text{Shatter indisi} = \frac{\sum_{l=1}^n W_c}{W_o} \times 100$$

1.3. KİMYASAL ANALİZLER

1.3.1. KÜMÜRDE NEM TAYİNİ

W_c = Her atışın sonundaki ağırlık

W_o = Briketin ilk ağırlığı

kayıbı nedeniyle, ağırlığı zamanla değişir. Aynı ağırlık

I.1.2. SUDA DAYANIM TESTİ

Bu testte su altında kalan briketlerin bünyelerine zamanla ne kadar su alacakları saptanmaktadır.

Briketlerin su alması yakılma sırasında sorun yaratacağı için arzu edilmeyen bir durumdur. Genel olarak su emme oranının ilk 15 dakika içinde % 15'in altında olması istenir.

Hazırlanan briketin ilk tartımı alındıktan sonra su içerisine konulur ve her 5 dakikada bir tartılıp su almış briketin ağırlığı belirlenir. Bu işleme briket parçalanıncaya kadar devam edilir.

$$SE = \frac{A_2 - A_1}{A_1} \times 100$$

SE : Su emme oranı (%)

A_1 : Suyu koyulmadan önce briketin ağırlığı (g.)

A_2 : Su emmiş briketin ağırlığı (g.)

I.2. ELEK ANALİZİ

6 mm.'nin altına öğütülmüş 100 g. stok toz kömür alındı. Bu örnek elek analizine tabi tutuldu.

I.3. KİMYASAL ANALİZLER

I.3.1. KÖMÜRDE NEM TAYİNİ

İLKE: Kömür bir etüvde 105°C'de kurutulduğunda nem kaybı nedeniyle, ağırlığı 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 kuruması için gerekli zaman kurutma eğrisinde ilk pikin görüldüğü an olarak saptanır. Kurutma eğrisinde ilk pikten sonra görülen pikler, kömürün oksidasyonundan ileri gelen ağırlık kayıplarına karşılık gelir (7).

CİHAZ

- Etüv : 105 -110°C'ye ayarlanabilen,
- Terazi : 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. 1g'lık kömür örnekleri porselen krozelere 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 grafiği çizilir. Eğride görülen ilk pik noktası kuruma zamanını verir. Bu zamana karşılık gelen yüzde nem kaybı, kömür örneğinin higroskopik nemini verir.

HESAP

$$\% \text{ Nem} = \frac{M_3 - M_2}{M_3 - M_1} \times 100$$

M_1 = Sabit tartıma getirilmiş kroze tartımı (g) ,

M_2 = Kurutulmuş kömür + kroze (g) ,

M_3 = Nemli kömür + kroze tartımı (g) .

1.3.2. KÖMÜRDE UÇUCU MADDE - KOK - SABİT KARBON TAYİNLERİ

neleri kül tayini için saklanır (10).

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,
Karbondiyoksit gazı,
Terazi: 0,1 mg duyarlılıkta olmalıdır.

İŞLEM

1 g havada kurutulmuş kömür, sabit tartıma getirilip darası alınmış krozelerde tartılır. Nem tayini yapıldıktan sonra, krozelere, porselen kapaklar kapatılır; soğuk olan fırına yerleştirilir. Fırın kapağı kapatılarak, fırın içerisinde, inert bir atmosfer yaratmak için karbondiyoksit gazı gönderilir. Gazın geçişi bir yıkama şişesinden gözlenebilir. Fırın içindeki havanın dışarı atılması için bir süre gaz geçişi sağlanarak, fırın çalıştırılır. 600°C'a kadar ısıtılır. Bu sıcaklığa gelindiğinde 30 dakika bekletilir ve fırının ısıtıcı devresi kapatılır. Fırın sıcaklığı 150-200°C'a düşüncüye kadar karbondiyoksit 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 (18).

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

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

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

KÜL

Kuru temel üzerinden

CİHAZ

$$(\% \text{ Kül})_{kt} = \frac{M_5 - M_1}{M_2 - M_1} \cdot \frac{100}{100 - (\% \text{ Nem})}$$

$$(M_5 - M_1) = \text{Kül miktarı}$$

İŞLEM

Sabit Karbon

Kuru kömür = Uçucu madde + sabit karbon + kül

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

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

1.3.3. KÖMÜRDE KÜL TAYİNİ

Kül tayinleri, TSE TS 1042 nolu standart ve ASTM D-3174-73 standardına göre yapılmıştır (9-10)

İLKE : Yanma sırasında; kömürün tabakalı yapısından su kaybı, karbonatlardan CO₂ 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.

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 işleminden sonra kalıntının ağırlığından hesaplanır.

CİHAZ

- Analitik terazi, 0,1 mg duyarlılıkta
- Muffel fırın,
- Porselen Kroze.

İŞLEM

Analize başlamadan önce havada kurutulan örnek karıştırılarak 0,144 mm olan elekten elenir. Temiz ve sabit tartıma getirilmiş bir kab, kapağı ile birlikte tartılır. 1 g'lık kömür örneği düzgün bir şekilde içine yayılır. İçerisine konan örnek 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 kroze-ler, kapağı ile birlikte tartılır. Kızdırma işlemi, örnek sabit tartıma gelinceye kadar tekrarlanır.

HESAP

$$(\% \text{ Kül}) = \frac{(M_3 - M_1)}{(M_2 - M_1)} \times 100$$

M_1 = Boş kabin kapağı ile birlikte ağırlığı (g),

1.3.4.1. SÜLFATİK KÜKÜRT TAYİNİ

M_2 = Kabin örnek ve kapağı ile birlikte ağırlığı (g) ,

M_3 = Kabin kül ve kapağı ile birlikte ağırlığı (g) .

Kuru temel üzerinden;

2) Baryum Klorür Çözeltisi : 100 g iki kristal sulu

$(\% \text{ Kül})_{kt} = (\% \text{ Kül}) \times \frac{100}{100 - (\% \text{ Nem})}$

1.3.4. KÖMÜRDE KÜKÜRT TÜRLERİ TAYİNİ

Kömürde kükürt türleri tayini ASTM D 2492 standardına göre yapılmıştır (11).

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; sülfatik kükürt, piritik kükürt ve organik kükürt olarak ayrı ayrı tayin edilir.

Sülfatik Kükürt: Kömürü seyreltik hidroklorik asitle ekstrakte edip, ekstrakttaki kükürt ya gravimetrik veya volumetrik metotla tayin edilerek tesbit edilir.

Piritik Kükürt: 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 piritik kükürt tayin edilir.

Organik kükürt: Sülfatik ve piritik kükürt yüzdesinin toplamını, kömürdeki toplam kükürt miktarından çıkarak, organik kükürt miktarı hesaplanabilir.

1.3.4.1. SÜLFATİK KÜKÜRT TAYİNİ

Reaktifler

Sülfat Çözeltisi: 0,600 g potasyum sülfat suda çözülür ve 1000 ml'ye tamamlanır. Bu çözeltinin 10 ml'i 0,0080 g $BaSO_4$ 'a eşdeğerdir.

1) Hidroklorik asit.

2) Baryum Klörür Çözeltisi : 100 g iki kristal sulu baryum klörür suda çözülür 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 şilifli erlen içinde ve geri soğutucu altında 50 ml'lik HCl çözeltisiyle (2 hacim % 37'lik HCl + 3 hacim su) 30 dakika kaynatılır. Daha sonra karışım süzülür ve bakiye tamamen yıkanır. Süzüntüye hidrojen peroksit katıp kaynattıktan sonra içerdiği Fe^{3+} iyonları amonyakla çöktürülerek ayrılır ve piritik 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 klorür çözeltisi ile çöktürülür, süzülür, iyice yıkanır. Çökelti kurutulularak $800^{\circ}C$ sıcaklıkta kızdırılıp tartılır. Ayrıca bir de şahit deneme yapılır.

2- Hidrolik 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 Klörür Çözeltisi: % 8,5'luk hazırlamak için, iki kristal sulu baryum klörürden 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, % 30'luk,

İŞLEM

25 ml'lik bir nikel krozeye 0,5 g Eschka karışımı (2MgO + 1K₂CO₃) düzgünce yayılır. Numeden alınan 1g'lık örnek uygun bir kapta 2,5 g'lık Eschka karışımı ile iyice karışım krozeye aktarılır. Kroze masaya yavaşça vurulmak suretiyle düzeltilir ve üzeri 1g Eschka karışımı ile düzgüce örtülür. Kroze soğuk fırına konmalıdır. Fırın 1 saat içerisinde 800 ± 25°C'a erişecek şekilde ısıtılır. Bu sıcaklıkta 1,5 saat bekletilir. Bu süre sonunda çıkarılarak soğutulur.

Yakılmış karışım krozeden, içerisinde 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 içine

HESAP

$$\% (S_s) = \frac{13,734 (a-b)}{M}$$

M = Numunenin ağırlığı,

a = Esas deneyle bulunan baryum sülfatın ağırlığı (g),

b = Şahit deneyle bulunan baryum sülfatın ağırlığı,

% S_s = Sülfatik kükürt yüzdesi.

Kuru temel üzerinden ise:

$$\% (S_s)_{kt} = \% (S_s) \frac{100}{100 - \% Nem}$$

1.3.4.2. PİRİTİK KÜKÜRT TAYİNİ

Şilifli bir erlen içinde ve geri soğutucu altında 1 g'lık örnek, 50 ml HNO₃ çözeltisi ile (1 hacim % 65'lik HNO₃ + 7 hacim su) 30 dakika kaynatılır. Süzülüp yıkanır ve süzüntüye H₂O₂ ilave edilerek kaynatılır. İçerdiği Fe³⁺ iyonları amonyakla çöktürülür. Gerek bu şekilde çöktürülen ve gerekse sülfatik kükürt tayini sırasında çöktürülen Fe³⁺ iyonu miktarı tayin edilir. Bu değerlerden örnekteki piritik kükürt yüzdesi bulunur :

$$\% (P_s) = \frac{6400}{56} \left(a - \frac{a_o}{5} \right)$$

a = 1 g örnekteki toplam demirin miktarı (g),

a_o = 5 g örnekteki toplam demirin miktarı (g),

% (P_s) = Piritik kükürt yüzdesi.

1 ml. Kuru temel üzerinden ise: içinde 80°C'a ısıtılır, süzülür. Süzünü 400 ml'lik geniş ağızlı bir erlende toplanır. Süzgeç kağıdı 5 defa 20 ml sıcak su ile yıkanır.

Hidrojen $\% (P_s)_{kt} = \% (P_s) \frac{100}{100 - \% \text{ nem}}$ katalizör ve bu işlemin tamamlandığını göstermek için indikator olarak metil kırmızısı kullanılır. Renk kırmızıya dönünceye kadar hidrojenik

1.3.4.3. TOPLAM KÜKÜRT TAYİNİ

Kömürde toplam kükürt tayini Türk Standartları Enstitüsü TS 363 nolu standardından, ASTM D 3177 nolu standardından faydalanılarak Eschka yöntemi ile yapılmıştır (12-13). ve kaynama kesilinceye kadar sıcaklık yavaş yavaş azaltılır.

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

- Tartımlarda kullanılan terazinin 0,1mg duyarlıkta olması gerekmektedir.

- Elektrik muffel fırını, ısıtma bölgesinin her tarafını 800±25°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.

1 ml H_2O_2 katılır. 30 dakika süre içinde $80^{\circ}C$ 'a ısıtılır, süzülür. Süzüntü 400 ml'lik geniş ağızlı bir erlende toplanır. Süzgeç kağıdı 5 defa 20 ml sıcak su ile yıkanır. Hidrojen peroksidi 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.

Esas tayinde bulunan $BaSO_4$ ayarlıdır. CO_2 'i uzaklaştırmak için 5 dakika kaynatılır. Bu işlemlerin sonucunda çözeltinin hacmi 150-200 ml arasında olmalıdır. Kapalı erlen, çözelti kaynağıncaya 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 krozeye konulur, kroze $800 \pm 25^{\circ}C$ 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 kükürttten, şahit deneyde elde edilen $BaSO_4$ miktarı ile ilave edilen ayarlı sülfat çözeltisinin eşdeğeri olan $BaSO_4$ miktarı çıkarılmalıdır.

HESAP

$$\%S = \frac{13,734 (a-b+0,0080)}{m} \times 100$$

$$\%S = \frac{13,734 (a-b+0,0080)}{m}$$

a: Tartılan $BaSO_4$ miktarı (g),

m: Kömür miktarı

a: Esas tayinde bulunan $BaSO_4$ ağırlığı (g),

b: Şahit deneyde bulunan $BaSO_4$ ağırlığı (g),

%S: Kükürt yüzdesi.

Kuru temel üzerinden ise:

$$\%S = \frac{100}{100 - \%Nem} \times \%S$$

1.3.5. KÜLDE İZ ELEMENT TAYİNİ

1.3.5.1. KÜLDE KÜKÜRT TAYİNİ

Örnekten alınan 0,5 g hassas tartım 20 ml HCl asidi (1 HCl + 3 Su) ile 15-20 dakika kaynatılır. Beyaz bant süzgeç kağıdından süzülür. Süzüntü 150 ml'ye tamamlanır ve metil indikatörlüğünde NH_3 çözeltisi (1+1) ile nötralleştirilir. 1 ml derişik HCl asid ilavesinden sonra 10 ml $BaCl_2$ çözeltisi (85g/l) sıcakta ilave edilir. Kaynama noktasında 1 saat, oda sıcaklığında 10 saat bekletilir. Mavi bant süzgeç kağıdından süzülür $800^{\circ}C$ 'de 20 dakika yakılır (14). Külde kükürt miktarı şöyle hesaplanmıştır:

$$\%S = \frac{13,734 \times a}{M} \times 100$$

a: Tartılan $BaSO_4$ miktarı (g),

M: Alınan numune miktarı (g).

1.3.5.4. TiO_2 TAYINI

1.3.5.2. Al_2O_3 TAYINI

100 ml'de 0,1 gr Al^{3+} bulunduran standart çözelti hazırlanır. Bundan alınan belli miktarlara; 0,5g/lt Alimnon, 150 g/l Amonyum asetat, 1g jelatin çözeltisinden 2 ml ve %1'lik Tioglicollic asit çözeltisinden 1 ml ilave edilerek 100 ml'ye tamamlanır. Spektro kalorimetrede 520-540 nm. dalga boyunda absorbands değeri okunur. Absorbans değeri ile alüminyum miktarı arasında grafik çizilir. 1 ml analiz örneği alınarak aynı işlemler tekrarlanır. Şahit deneme yapılır. Çizilen grafikten faydalanarak analiz örneğindeki Al^{3+} miktarı bulunur ve külde % Al_2O_3 hesaplanır (15).

1.3.5.3. Fe_2O_3 TAYINI

0,1 g/l Fe bulunduran standart çözeltiden belli miktarlar alınır. 5 ml %10'luk hidroksilamonyum klorür çözeltisi ilave edilerek demir iyonları Fe^{2+} ya indirgenir. Sodyum asetat çözeltisi katılarak pH 3-6 ya ayarlanır. Konstrasyon %0,25 olan O-fenantrolin çözeltisinden 4 ml ilave edilir. Destile su ile 100 ml'ye tamamlanır. 10 dakika bekletildikten sonra, Fe^{2+} iyonlarının O-fenantrolin ile verdiği kırmızı renkli kompleksin absorbandsı spektrofotometrede 510 nm'de ölçülür. Alınan demir miktarları ve okunan absorbandslar arasında grafik çizilir. Örnek çözeltiden

Tartarık asid: Konsantrasyonu 510 olan çözelti alınarak belli miktar 10 kat seyreltilir. Bundan alınan 10 ml çözelti için yukarıda verilen işlem tekrarlanır. Okunan absorbans değerine grafikte karşılık olan miktar bulunur. Örnek çözeltisinde demir miktarı ve külde % Fe_2O_3 bulunur (16).

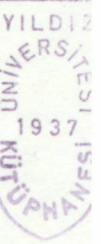
1.3.5.4. TiO_2 TAYINI

100 ml'de 1,07892 mg titan bulunan standart çözeltiden belli miktarlar alınır 2 damla derişik H_2SO_4 , 10 ml %3'lük H_2O_2 ve 5 ml %8,5'lük H_3PO_4 ilave edildikten sonra destile su ile 100 ml'ye tamamlanır. Oluşan sarı renkli kompleksin absorbansı spektrofotometrede 410 nm'de okunur. Alınan titan miktarı ve okunan absorbans değerleri arasında grafik çizilir. 10 ml örnek çözeltisi için aynı işlem tekrarlanır. Grafikten faydalanarak örnek çözeltinin absorbansına karşılık titan miktarı bulunur. Külde % TiO_2 hesaplanır (17).

1.3.5.5. SiO_2 TAYINI

Kül örneğinden alınan 0,1g tartım, elektrikli fırında ısıtılan platin krozedde, Na_2CO_3 eritişisi ile çözünürleştirilir. Kroze içeriği 30 dakika erimiş halde bekletilir. Soğutulduktan sonra destile suda kaynatılarak çözülür. Mavi bantlı süzgeç kağıdından süzülür ve 1 lt. ye tamamlanır. Aynı koşullarda 0,4345 gr Na_2SiO_3 çözünürleştirilir. Litresinde 0,1g Si bulunduran çözelti hazırlanır. Bundan alınan belli miktarların 10 kat seyreltilmesi ile konsantrasyonu 0,01 mg/ml olan standart çözelti elde edilir. İşlemden kulllanılmak üzere aşağıda verilen çözeltiler hazırlanır.

Amonyum molibdat çözeltisi: 8 gr amonyum molibdat suda çözülür. 9 ml derişik H_2SO_4 ilave edildikten sonra 100 ml'ye tamamlanır.



Tartarik asid: Konsantrasyonu %10 olan çözelti hazırlanır.

İndirgeyici reaktif: 0,8 g. sodyum bi sülfid 20 ml suda çözülür. Buna 0,16 g. 1-amino-2-naftol-4-sülfanik asit ilave edilir. Buna 70 ml'de 10 g. sodyum bisülfid bulunduran çözeltiden katılır, karıştırıldıktan sonra 100 ml'ye tamamlanır.

Standart çözeltiden alınan belli miktarlara 1 ml. amonyum molibdat çözeltisi ilave edilir. 5 dakika bekletildikten sonra %10'luk tartarik asid çözeltisinden 5 ml ve indirgeyici reaktif'ten 1 ml katılır. Destile su ile 100 ml'ye tamamlanır. 20 dakika bekleme süresi sonunda spektrofotometrede 815 nm'de absorbanans değerleri okunur. Absorbanans değerleri ile silisyum miktarları arasında grafik çizilir (17). Örnek çözeltisinden 50 ml alınarak aynı işlem tekrarlanır. Grafikten faydalanarak, absorbanans değerlerine karşılık olan silis miktarları bulunur. Külde %SiO₂ hesaplanır.

1.3.5.6. Na₂O, K₂O, Li₂O TAYİNİ

Sodyum için 0,2,4,6,8,10 ppm sodyum içeren, potasyum için 0,1,2,3,4,5 ppm potasyum içeren ve lityum için 0,0.5, 1,1.5,2 ppm lityum içeren standart çözeltiler hazırlanır. Flame fotometrede okunan değerler ile standart çözeltilerin içerdikleri madde miktarları arasında herbir madde için ayrı ayrı, kalibrasyon eğrisi çizilir. Kendi örneğimizden belli bir miktar alınır ve 100 ml'ye tamamlanır. Flame fotometrenin seçicisi, miktarını tayin etmek istediğimiz maddeye ayarlanır. Göstergeden okunan değerden, kalibrasyon eğrisinde bu değere karşı gelen madde miktarı bulunup ve küldeki yüzdesine geçilir.

1.3.5.7. CaO TAYINI

Litresinde 144 m.eşd.g. Na^+ , 3,8 m.eşd.g. K^+ , 5 m. eşd.g. Ca^{2+} bulunduran stok çözelti elde edilir. Flame fotometrede destile su ve standart ile ayarlama yapıldıktan sonra m.eşd.g./l. olarak Ca^{2+} konsantrasyonu okunur. Bu değerden kül örneğindeki CaO miktarına geçilir (16).

EK II
HESAPLARIN SADI T KARBON
ÜZERİNDEN YAPILMASI

HESAPLARIN SABİT KARBON ÜZERİNDEN YAPILMASI

Örnek: 41 AFP ve 11,5 kireç içeren Çan stok linyitinin çeşitli bileşenlerinin hesabı:

Temel: 100g. orijinal Çan stok linyitinin analiz sonuçları
(%)
kt:

Toplam kükürt : 5,83
Sülfat kükürdü : 0,74
Pirit kükürdü : 2,29
Organik kükürt : 2,81
Kül : 45,16
Uçucu madde : 21,66
Sabit karbon : 33,19

EK II HESAPLARIN SABİT KARBON ÜZERİNDEN YAPILMASI

Nakıllı kömür örneği (%)
kt:

Toplam kükürt : 4,66
Sülfat kükürdü : 0,56
Pirit kükürdü : 1,80
Organik kükürt : 2,29
Kül : 42,65
Uçucu madde : 25,34
Sabit karbon : 32,01

a) Pirit kükürdü miktarı hesabı:

32,01 g. sabit karbon için 1,80 g. pirit kükürdü
33,19 g. sabit karbon için X pirit kükürdü

$$33,19 \times 1,80$$

$$X = \frac{33,19 \times 1,80}{32,01}$$

$$32,01$$

HESAPLARIN SABİT KARBON ÜZERİNDEN YAPILMASI

32,01 g. sabit karbon için 0,56 g. sülfat kükürdü

Örnek: %3 APF ve %1,5 kireç içeren Çan stok linyitinin çeşitli bileşenlerinin hesabı:

Temel: 100g. orijinal Çan stok linyitinin analiz sonuçları (%)_{kt}:

- Toplam kükürt : 5,83
- Sülfat kükürdü : 0,74
- Pirit kükürdü : 2,29
- Organik kükürt : 2,81
- Kül : 45,16.
- Uçucu madde : 21,66
- Sabit karbon : 33,10

Katkılı kömür örneğinin analiz sonuçları (%)_{kt}:

- Toplam kükürt : 4,66
- Sülfat kükürdü : 0,56
- Pirit kükürdü = : 1,80
- Organik kükürt : 2,29
- Kül : 42,65
- Uçucu madde : 25,34
- Sabit karbon : 32,01

a) Pirit kükürdü miktarı hesabı:

32,01 g. sabit karbon için 1,80 g. pirit kükürdü
 33,10 g. sabit karbon için X pirit kükürdü

$$X = \frac{33,10 \cdot 1,80}{32,01} = 1,86$$

b) Sülfat kükürdü hesabı:

32,01 g. sabit karbon için 0,56 g. sülfat kükürdü

33,10 g. sabit karbon için X sülfat kükürdü

$$X = \frac{33,10 \times 0,56}{32,01} = 0,58$$

c) Toplam kükürt miktarı hesabı:

32,01 g. sabit karbon için 4,66 g. toplam kükürt

33,10 g. sabit karbon için X toplam kükürt

$$X = \frac{33,10 \times 4,66}{32,01} = 4,82$$

d) Organik kükürt miktarı hesabı:

32,01 g. sabit karbon için 2,29 g. organik kükürt

33,10 g. sabit karbon için X organik kükürt

$$X = \frac{33,10 \times 2,29}{32,01} = 2,37$$

KATKI MADDESİ MİKTARININ HESABI

Linyit nemi :%10

Tartılan linyitin miktarı :50g.

Katkı maddesinin yapısı :1)%35 APP %60 su %5 emülgat
2) Kireç

Katkı maddesi oranı :%3 APP %1,5 kireç

100 g. linyitte 10 g. nem

50 g. linyitte x=5 g. nem vardır

50 - 5 = 45 g. kuru linyit

3 + 1,5 = 4,5 g. katkı katılıyor

100 - 4,5 = 95,5 g. kuru linyit vardır.

95,5 g. kuru linyit 3 g. APP

45 g. kuru linyit x=1,41 g. APP

100
35 * 1,41 = 4,03 g. çözelti

95,5 g. kuru linyit 1,5 g. kireç

45 g. kuru linyit x=0,71 g. kireç

Kömür nemi :%10

Tartılan linyit miktarı :50g.

Katkı maddesinin yapısı :1)%85,6 Melas %14,4 su
2) Kireç

Katkı maddesinin oranı :%3 Melas %1,5 kireç

100 g. linyitte 10 g. nem

50 g. linyitte x=5 g. nem vardır

50 - 5 = 45g. kuru linyit

3 + 1,5 = 4,5g. katkı maddesi

100 - 4,5 = 95,5g. kuru linyit

95,5 g. kuru linyit 3 g. melas

45 g. kuru linyit x=1,41 g. melas vardır.

$\frac{100}{85,6} \cdot 1,4136 = 1,65$ g. çözelti

95,5 g. kuru linyit 1,5 g. kireç

45 g. kuru linyit x=0,71 g. kireç

Kömür nemi :%10

Tartılan linyit miktarı :50g.

Katkı maddesinin yapısı :%50 sülfite likörü %50 su

Katkı maddesinin oranı :%7 sülfite likörü

100 g. linyitte 10 g. nem

50 g. linyitte x=5 g. nem

50 - 5=45 g. kuru linyit

100 - 7=93 g. kuru linyit

93 g. kuru linyit 7 g. sülfite likörü

45 g. kuru linyit x=3,39 g. sülfite likörü

$\frac{100}{50} \cdot 3,39 = 6,78$ g. çözelti

160 PRINT
163 PRINT

```

10 REM ILKNUR LOC
20 PRINT "*"
21 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
22 PRINT "
24 PRINT "          ILKNUR LOC
26 PRINT "
27 PRINT "          YUKSEK LISANS TEZI
28 PRINT "
29 PRINT "          EK-4
30 PRINT "
31 PRINT "          BIR TUSA BASIN
32 PRINT "
34 PRINT "
36 GET A$:IF A$="" THEN 36
49 PRINT:PRINT
51 DA=0:DB=0:DC=0:DE=0
52 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
55 INPUT "          DENEY SAYISINI VERINIZ.";L
57 PRINT:PRINT
60 FOR I=1 TO L
62 PRINT I;". ";
63 INPUT "  Y DEGERINI VERINIZ";K(I)
64 PRINT I;". ";
65 INPUT "  X DEGERINI VERINIZ";J(I)
67 PRINT
70 NEXT
72 REM "Y=A+BX+CX^2"
73 CX=0:DX=0:EX=0:FX=0
74 TY=0:UY=0:XY=0:KY=0
75 FOR I=1 TO L
77 CX=CX+J(I)
79 DX=DX+(J(I))^2
81 EX=EX+(J(I))^3
83 FX=FX+(J(I))^4
85 TY=TY+K(I)
87 UY=UY+(K(I))^2
89 XY=XY+K(I)*J(I)
91 KY=KY+(J(I))^2*K(I)
95 NEXT
100 DE=L*(DX*FX-EX^2)-CX*(CX*FX-DX*EX)+DX*(EX*CX-DX^2)
110 DA=TY*(DX*FX-EX^2)-CX*(XY*FX-KY*EX)+DX*(XY*EX-DX*KY)
120 DB=L*(XY*FX-KY*EX)-TY*(CX*FX-DX*EX)+DX*(CX*KY-DX*XY)
130 DC=L*(DX*KY-EX*XY)-CX*(CX*KY-DX*XY)+TY*(CX*EX-DX^2)
135 A=DA/DE
140 B=DB/DE
145 C=DC/DE
150 PRINT "          Y=";A
152 PRINT
155 PRINT "          +(";B;" ) * X"
157 PRINT

```

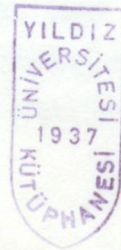


```
160 PRINT "DX=(CX) 12 +(";C;")*X 12 21) 11.5)
162 PRINT
165 OY=TY/L
170 QW=0:WE=0
175 FOR I=1 TO L
180 Y(I)=A+B*(J(I))+C*((J(I)) 12)
182 NEXT
183 FOR I=1 TO L
185 QW=QW+(K(I)-OY) 12
190 WE=WE+(Y(I)-OY) 12
195 NEXT
196 R=((QW)/(WE)) 1(.5)
198 PRINT:PRINT
200 PRINT "R=";R
202 PRINT:PRINT
205 FOR I=1 TO L
210 PRINT "Y";I;"=";Y(I)
215 NEXT
217 PRINT:PRINT:PRINT
225 PRINT "
226 PRINT "
227 PRINT " Y=N*EXP(M*X)
228 PRINT "
229 PRINT " DENEMESI
230 PRINT "
231 PRINT " ISTIYORMUSUNUZ ?
232 PRINT "
233 PRINT " (E VET / H YAYIR)
235 PRINT "
236 PRINT "
245 GET C#: IF C#="" THEN 245
250 IF C#="H" THEN 51 NEW
255 IF C#="E" THEN GOTO 275
260 GOTO 245
270 PRINT:PRINT:PRINT
275 CX=0:TY=0:XY=0:UY=0:DX=0
276 FOR I=1 TO L
280 K(I)=LOG(K(I))
285 NEXT
290 FOR I= 1 TO L
295 CX=CX+J(I)
300 TY=TY+K(I)
305 DX=DX+(J(I)) 12
310 XY=XY+(J(I))*K(I)
315 UY=UY+(K(I)) 12
320 NEXT
325 KK=L*XY-(CX*TY)
330 HH=L*DX-(CX) 12
335 M=KK/HH
340 W=TY/L-M*(CX/L)
345 PRINT:PRINT
365 V=L*XY-(CX*TY)
```

```
370 Z=((L*DX-(CX)↑2)*(L*UY-(TY)↑2))↑(.5)
375 R=V/Z
380 N=EXP(W)
400 PRINT"          Y=";N;"*EXP(";M;"*X)"
402 PRINT:PRINT
404 PRINT"          R=";R
405 PRINT:PRINT
410 FOR I=1 TO L
415 Y(I)=N*EXP(M*(J(I)))
420 NEXT
423 FOR I= 1 TO L
425 PRINT"          Y";I;"=";Y(I)
430 NEXT
432 PRINT:PRINT:PRINT
435 PRINT"
440 PRINT"          Y=TX+W
445 PRINT"
450 PRINT"          DENEMESI
455 PRINT"
460 PRINT"          ISTIYORMUSUNUZ ?
465 PRINT"
470 PRINT"          (E/VET/H/JAYIR)
475 PRINT"
480 GET Z$: IF Z$="" THEN 480
485 IF Z$="H" THEN 38 NEW
490 IF Z$="E" THEN GOTO 501
495 GOTO 480
500 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
501 CX=0:DX=0:XY=0
502 TY=0:UY=0
503 FOR I=1 TO L
504 K(I)=EXP(K(I))
506 NEXT
508 FOR I=1 TO L
509 CX=CX+J(I)
510 DX=DX+(J(I))↑2
511 TY=TY+K(I)
512 UY=UY+(K(I))↑2
513 XY=XY+(J(I))*(K(I))
514 NEXT
515 K=L*XY-CX*TY
520 H=L*DX-(CX)↑2
525 T=K/H
530 W=(TY/L)-T*(CX/L)
535 PY=L*XY-CX*TY
540 PD=((L*DX-(CX)↑2)*(L*UY-(TY)↑2))↑(.5)
545 R=PY/PD
547 PRINT:PRINT
550 PRINT"          Y=";T;"*X+";W;"
555 PRINT:PRINT
560 PRINT"          R=";R
565 PRINT:PRINT
```

```
570 FOR I=1 TO L
575 Y(I)=T*(J(I))+W
580 NEXT
585 FOR I=1 TO L
590 PRINT "          Y"; I; "="; Y(I)
595 NEXT
600 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
610 PRINT"          E
611 PRINT"          E PROGRAMI SURDURMEK
612 PRINT"          E
613 PRINT"          E İSTİYORMUSUNUZ ?
614 PRINT"          E
615 PRINT"          E (E:EVET/H:YAYIR)
616 PRINT"          E
618 GET E$: IF E$="" THEN 618
620 IF E$="E" THEN 51 NEW
622 IF E$="H" THEN GOTO 630
624 GOTO 618
628 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
630 PRINT" ILKNUR LOC"
635 END
```

READY.



ÖZGEÇMİŞ

1964'de İstanbul'da, doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 1981 yılında Yıldız Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başlayarak, 1985 yılında tamamladı. Aynı yıl Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliğinde Yüksek Lisansa başladı. 1986 yılında Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü Kimyasal Teknolojiler Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen bu göreve devam etmektedir.

