

SOMA/ÖNEN-EYNEZ LİNYİTLERİNİN YIKANABİLİRLİĞİ VE YIKAMA TESİSİ YATIRIM-İŞLEME MALİYETLERİ

WASH ABILITY OF SOMA/ÖNEN-EYNEZ LIGNITES AND
ITS INVESTMENT AND OPERATING COSTS

Yaşar ÇİLİNGİRCİ
Sezayî BUĞDAYCI**)

ÖZET

Türkiye'de 1988-2008 yılları arasında ısıtma sektöründe tüketilecek yakıt 508.10 T.E.T. a ulaşacaktır. Soma-Eynez yöresinde kolay zenginleşebilen, kükürt oranı oldukça az, ısıtma sektöründe kullanılacak 160.10 T.E.T. görünür-mümkün rezervli sert linyitler bulunmaktadır.

Bu çalışmada Soma-Eynez linyitlerinin yıkanabilirlik etüdüleri yapıp, olası zenginleştirme akım şeması geliştirilmiştir. Bu etüdlere göre yatırım-zenginleştirme maliyetleri hesaplanıp, kömürün yıkanarak ısıtma sektöründe kullanımının yararları ve bunun parasal koşulları irdelenmektedir.

ABSTRACT

The amount of total energy to be consumed between the years of 1988-2008 in Turkey for domestic heating is estimated to reach 508.10 tons hard coal equivalent (7000 Kcal/kg) In the district of Soma-Eynez, there are hard lignite deposits with an approximate visible reserve of 160.10 tons hard coal equivalent. The coal of these deposits has low sulphur content and can easily be cleaned and suitably used for house and office heating.

In this article, the washability tests of Soma-Eynez lignites have been performed and an appropriate preparation flow-sheet is developed. According to the results obtained capital and operating costs have been estimated and the advantages of using clean coal in the domestic market are discussed.

(*) Yard.Doç.Dr.: D.E.Ü. Müh.-Mım.Fak. Maden Müh.Bölümü Bornova

(**) Maden Yuk.Mühendisi : Konya

1. GİRİŞ

Ülkemizde ısıtma sektöründe 1983 yılında tüketilmiş, 20.10 ton taşkömürünün eşdeğeri (TET) olan enerjinin yaklaşık % 35'i odundan, % 20'si bitki ve hayvan artıklarından, % 15 i petrolden, % 3'ü elektirikten, % 2'si asfaltitten ve ancak % 25 i linyitten karşılanmıştır (11). Halbuki petrol, odun, bitki ve hayvan artıkları, tarım ve sanayinin vazgeçilmez değerli girdileridir. Taşkömürü, doğal gaz, petrol rezervlerinin kısıtlı oluşu ve nüfus dağılımı ısıtma sektöründeki tüketimin en az % 80'inin linyitle karşılanmasını zorunlu kılmaktadır.

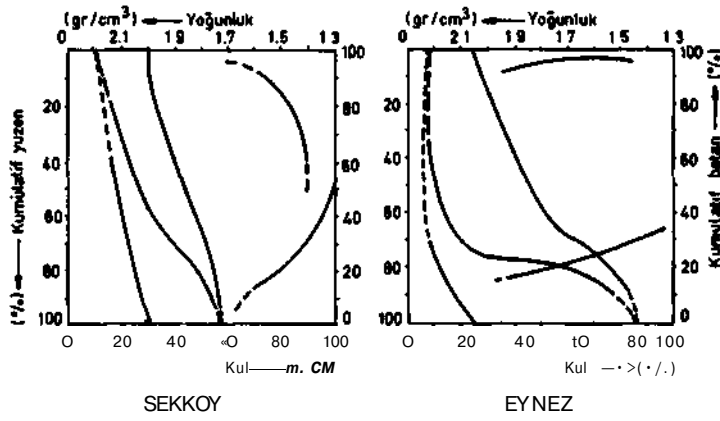
Ülkenin doğal yapısı, nüfus dağılımı, linyit rezervlerinin dağılımı ve kalitesi, çevre etkileri dikkate alındığında, ısıtma sektöründe; iri taneli, az kül-kükürt-nem oranlı, yüksek ısı değerli sert linyitlerin kullanılması gerekmektedir. Bütün bu özellikleri bir arada içeren, zenginleştirmeden kullanılabilir ideal bir linyit yatağımız hemen hemen hiç yoktur. 2.2 milyar ton taşkömürüne eşdeğer 8.5 milyar ton linyit rezervimizin; % 25'inin nemi % 20'nin altında, % 25'inin külü % 20'nin altında, % 2'sinin kükürdü % 1'inin altında, % 60'inin kükürdü % 2'nin altında, % 12'sinin alt ısı değeri 4000 K.cal/kg' in üstünde, % 22'sinin alt ısı değeri 3000 Kcal/kg' in üstündedir (14).

Gerek ısıtma sektöründe, gerekse diğer sektörlerde kullanılacak olan linyitlerin zenginleştirildikten sonra kullanılmalarında, ekonomik ve ekolojik olarak büyük yararlar vardır. Yaklaşık 110 kayda değer linyit yatağımızı dikkate aldığımızda, bunların rezerv yönünden ancak % 25-30 u klasik yöntemlerle zenginleştirilmeye uygundur. Diğerlerinin zenginleştirilebilirlikleri daha doğrusu optimal değerlendirilebilirlikleri ise yoğun, çok yönlü laboratuvar ve pilot çapta araştırmalar sonucunda ortaya çıkabilecektir (3;9;11;15;16;18).

Akalın M. ve Öz Z. 12 önemli linyit rezerviyle ilgili yıkanabilirlik etüdlerinde (1) Soma-Eynez ve Tunçbilek kömürlerini, yıkanabilirliği kolay kömürler olarak belirlemişlerdir (Şekil 1). Gerçekten de Soma-Eynez Bölgesi, Türkiye'nin linyite bağlı enerji potansiyelinin % 10-12'sine sahiptir. Ayrıca buradaki linyetler kolay zenginleşebilen, kükürt oranı oldukça az, ısıtma yakıtı olarak kullanılmaya uygun sert linyitlerdir.

Bu çalışmada Soma-Eynez linyitlerinin yıkanabilirlik etüdü yapılarak, olası zenginleştirme akım şeması geliştirilerek buna göre yatırım

ve zenginleştirme maliyetleri belirlenmiştir. Ayrıca bu kömürün yakılarak ısınma sektöründe kullanımının getireceği yararlar da irdelenmiştir.



Şekil 1. Sekköy/Yatağarı ve Soma/Eynez kömürlerinin yıkanabilirlik eğrileri (1)

2. SOMA-EYNEZ LİNYİTLERİ

Eynez linyitleri T.K.i.-E.L.l. Müessesesi'ne ait Soma-Önen bölgesinde bulunmaktadır. 270 x 10 ton (160.10 TET) görünür + mümkün rezervli Eynez linyitleri % 11-14 nem, % 17-25 kül, % 1.3-1.5 toplam kükürt % 0.5-0.7 yanan kükürt, % 30-35 uçucu madde ve 3800-4200 Kcal/kg alt ısı değerine sahiptir (1;10)- Eynez yatağında üstte; 1-10 m kalınlığında iki linyit damarı, altta ise; 10-20 m kalınlığında bir linyit damarı bulunmaktadır. Yan kayaç olarak yatakta çakıltaşları, kumtaşları, kil, kumlukil, marn, killi kireçtaşları yer almaktadır. Eynez kömürleri sert linyitlerden olup, kül oranını artırıcı mineraller de damar içerisinde fazla bulunmamaktadır. Fakat işletme anında, bilhassa kapalı işletme üretiminde karışacak serbest gang mineralinin etkisiyle yanabilir kömür yönünden fakirleşebilmektedir. Ancak tüvönan üretimindeki bu fakirleşme, gang-kömür yoğunlukları arasındaki farkın büyüklüğü nedeniyle zenginleşebilirliği veya ilgili etüdlerin sağlamlılığını etkilemeyecektir.

2.1. Soma-Eynez Linyitlerinin Yıkanabilirlik Etüdüleri

Yıkanabilirlik etüdülerine temel teşkil eden 160 kg'lık numune ocak çıkışında vagonlardan alınan numunelerin birleştirilmesiyle oluşmuştur. Araştırma konusu tuvönan numunenin tümü elenip, tane sınıflarında kül ve nem analizleri yapılarak tane sınıflarına göre kül dağılımları saptanmıştır (Çizelge 1).

Eynez kömürlerinin yıkanabilirliğini saptamak için Çizelge 1'de gösterilen 2 mm'nin üzerindeki tüm tane sınıfları için ayrı ayrı yüzdürme-batırma testleri yapılmıştır. Yüzdürme-batırma testlerinde 1.35; 1.40; 1.50; 1.60; 1.70; 1.85 gr/cm³ yoğunluklarındaki ZnCl₂ çözeltileri kullanılmıştır.

Tane sınıflarına göre yapılan yıkanabilirlik sonuçlarından; +19 mm ve (-19+2) mm tane sınıfları için hesaplamalarla ayrı ayrı yıkanabilirlik çizelgeleri oluşturulmuş, (Çizelge 2-3) ve bunlara göre yıkanabilirlik eğrileri çizilmiştir. Ayrıca Eynez linyitlerinin yıkanabilirliğine tane iriliğinin etkisini görebilmek amacıyla + 90 mm, (-50+25)mm, (-19+9.5) mm, (6.3+2) mm tane sınıflarının yıkanabilirlik eğrileri Şekil 2'de topluca sunulmaktadır.

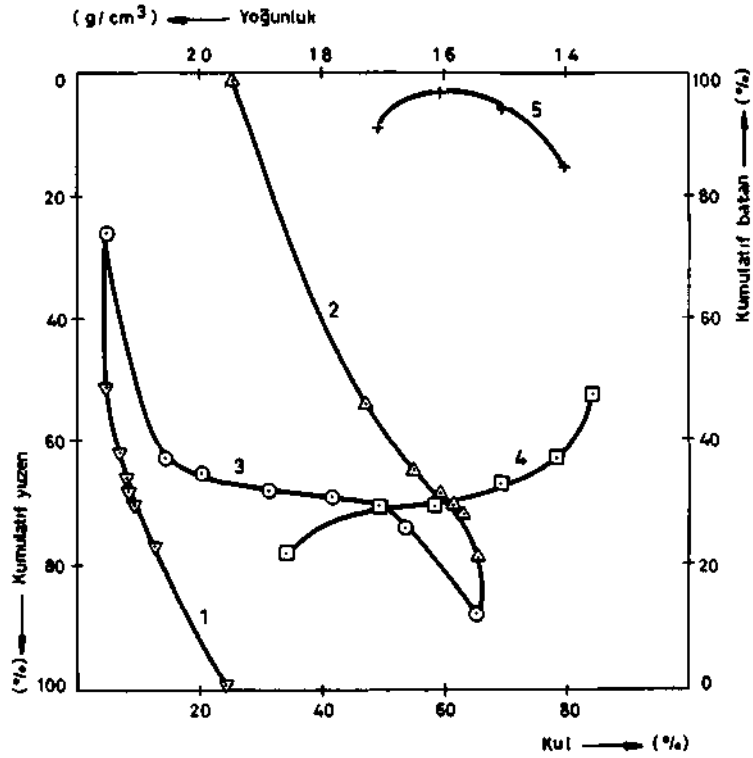
Tuvönan numunenin -2 mm tane sınıfındaki zenginleşebilirlik etüdü sallantılı masa testleriyle saptanmıştır. Yapılan çok sayıdaki sallantılı masa testlerinde 5° eğimli şlam masası oldukça iyi sonuçlar vermiştir. (-2+1) mm; (-1+0.5) mm tane sınıflarının şlam masasında elde edilen sonuçları Çizelge 4 te verilmektedir.

Çizelge 1. Soma-Eynez kömürlerinin nem, kül ve tane dağılımı

Tane sınıfı (mm)	Ağ. (X)	Nem (X)	Kül (X)	Kül içeriği	Kül dağılımı
+ 90	30.44	7.69	27.16	826.75	35.20
- 90 + 50	17.80	7.96	29.20	519.76	22.12
- 50 + 25	14.99	10.10	20.92	313.60	13.35
- 25 + 19	7.17	10.22	17.80	127.62	5.43
- 19 + 9.5	11.85	10.65	16.26	192.44	8.19
-9.5 + 6.3	4.99	11.13	13.84	69.06	2.94
-6.3 + 2	5.75	14.37	16.05	92.28	3.93
- 2 + 1	2.38	17.41	20.28	48.26	2.05
- 1	4.63	20.96	34.47	159.60	6.79
Toplam	100.00		23.49	2349.37	100.00

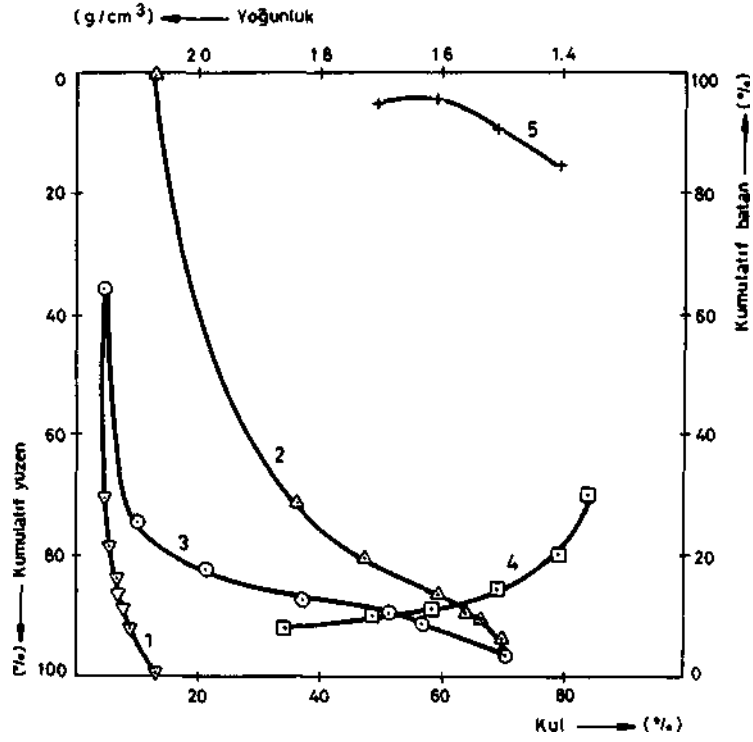
Çizelge 2. Eynez Kömürlerinin +19 mm Tane Sınıfındaki Yıkanabilirlik Değerleri

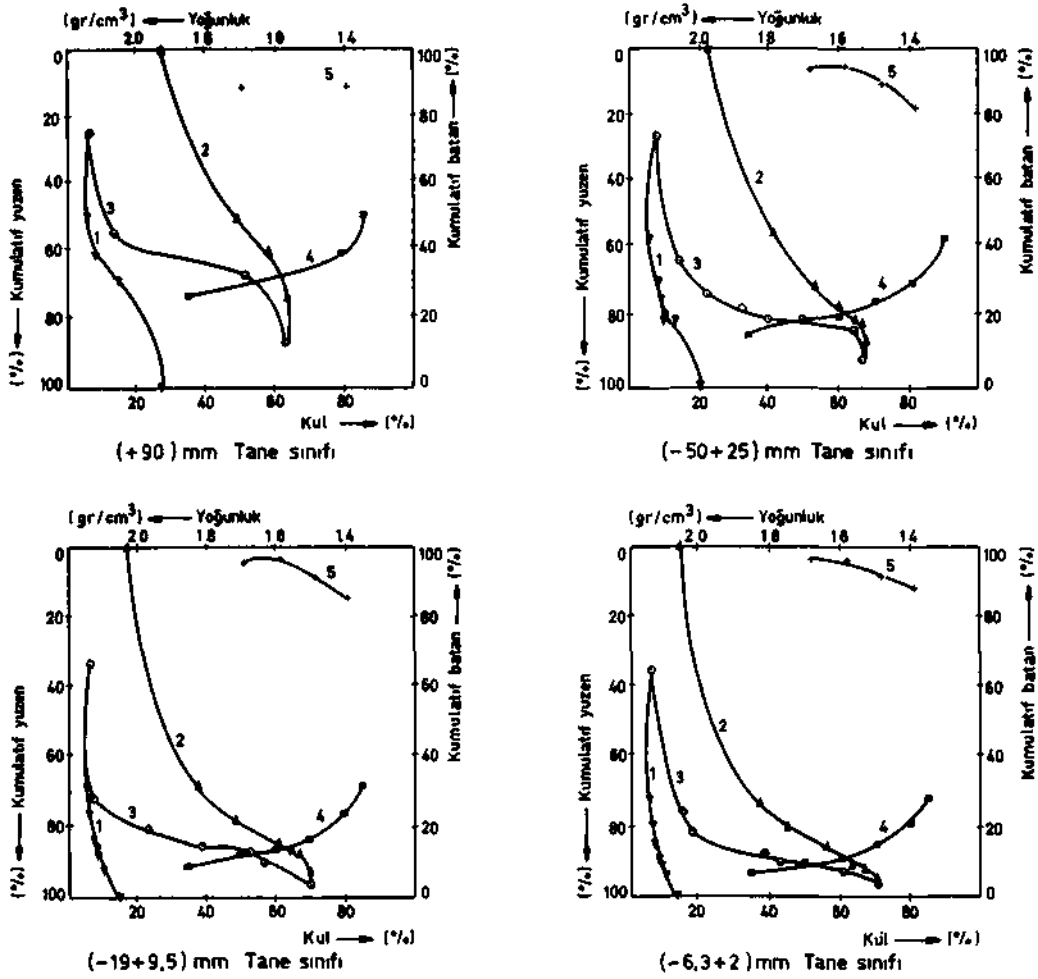
Yoğunluk (g/cm ³)	Yüzen % Ağ.	Malda % Kül	Kümülatif Yüzen % Ağ.	Kümülatif Yüzen % Kül	Kümülatif Batan % Ağ.	Kümülatif Batan % Kül	V_{a_2} V_{-2}
-1.35	52.96	6.53	52.96	6.53	100.00	25.68	26.48
1.35-1.40	10.37	15.11	63.33	7.93	47.04	47.20	58.15
1.40-1.50	3.91	21.67	67.24	8.73	36.67	56.28	65.29
1.50-1.60	2.11	32.39	69.35	9.45	32.72	60.47	68.30
1.60-1.70	0.75	42.66	70.10	9.81	30.65	62.40	69.73
1.70-1.85	7.82	54.10	77.92	14.25	29.90	62.90	74.01
+ 1.85	22.08	66.02	100.00	25.68	22.08	66.02	88.96
Toplam	100.00	25.68					



Çizelge 3. Eyzek Kömürleri (-19+2) mm Tane Sınıfındaki Yıkanabilirlik Değerleri

Yoğunluk (g/cm ³)	Yüzen Malda		Kümülatif Yüzen		Kümülatif Batan		$Y_1 = \frac{a_2}{a_1 + \frac{a_2}{2}}$
	% Ağ.	% Kül	% Ağ.	% Kül	% Ağ.	% Kül	
-1.35	70.46	5.10	70.46	5.10	100.00	14.70	35.23
1.35-1.40	8.68	11.65	79.14	5.82	29.54	37.60	74.80
1.40-1.50	6.55	22.59	85.69	7.10	20.86	48.41	82.42
1.50-1.60	2.70	38.54	88.39	8.06	14.13	60.13	87.04
1.60-1.70	1.46	52.24	89.85	8.78	11.61	65.15	98.12
1.70-1.85	3.14	58.42	92.99	10.45	10.55	67.02	91.42
+ 1.85	7.01	70.86	100.00	14.70	7.01	70.86	96.50
Toplam	100.00	14.70					





Şekil 2. Eynez kömürleri; (+90 mm), (-50+25)mm
 (-19+9.5) mm; (-6.3+2)mm tane sınıflarındaki yıkanabilir-
 lik eğrileri
 (1- Yüzen eğrisi, 2- batan eğrisi, 3- kül karakteristik
 eğrisi, 4- yoğunluk eğrisi, 5- + 0.1 yoğunluk eğrisi)

Çizelge 4. Eynez Kömürlerinin (-2+0.5) mm Tane Sınıfının Şlam Masasındaki Zenginleştirme Sonuçları ve Basleme Malına Göre Hesaplanmış Kül-Kömür Bilançosu

Tane iriliği (mm)	Basleme malına göre X P	Tenörler (%)		İçerikler		Verimler (%)		
		Kül	Kömür	Kül	Kömür	Kül	Kömür	
Kons.	-1+0.5	1.52	15.46	85.54	23.50	128.50	24.20	39.30
	-2+1	1.90	12.01	87.99	22.82	167.18	23.80	51.20
	Toplam	3.42	13.54	86.46	46.32	295.68	48.00	90.50
Artık	-1+0.5	0.33	69.80	30.20	23.03	9.97	24.00	3.00
	-2+1	0.48	56.03	43.97	26.89	21.11	28.00	6.50
	Toplam	0.81	61.63	37.13	49.92	31.08	52.00	9.50
Basleme	4.23	22.75	77.25	96.24	326.76	100.00	100.00	

2.1.1. Soma-Eynez Linyitlerin Yıkanabilirlik Etüdlерinin İrdelenmesi

% 23,49 küllü tuvönan kömürün elek-kül dağılımı çizelgesinden de görüleceği üzere (Çizelge 1); tuvönan kömürün % 48' ini oluşturan + 50 mm-tane sınıfının kül tenörü % 28'dir. Tuvönan kömürdeki toplam külün % 57'si bu tane sınıflarında bulunmaktadır. Tuvönan kömürün % 7'sini oluşturan -2 mm den ince kısmın ortalama kül tenörü ise % 28.5'tur. (-25+2) mm tane sınıflarında kül tenörleri oldukça düşük olup % 17.8 ile % 13.84 arasında değişir. Ağırlık oranı da % 29.16 olmaktadır. (-25+2) mm tane sınıfındaki kül, toplam külün % 22.54' ünü teşkil etmektedir. Bu değerlerden yararlanarak sert linyitlerden oluşan Eynez kömürlerindeki gang minerallerinin iri tanelerde selektif olarak fazla toplanmadığı saptanmıştır. Gerek birleştirilmiş yüzdürme batırma çizelgelerinden (Çizelge 2-3) gerekse yıkanabilirlik eğrilerinden (Şekil 2) Eynez kömürlerinin;

- 1.35 gr/cm³ yoğunlukta oldukça fazla yüzdüğü (% 50 - % 70),
- tane iriliği küçüldükçe bu yoğunluk sınıfında yüzen malın arttığı,
- 1.5 gr/cm ile 1.85 gr/cm yoğunluk sınıflarında yüzen malların ağırlık oranlarının oldukça az olduğu,
- 1.50 gr/cm ten büyük yoğunluklarda yüzen kısmın kül tenörlerinin hızla arttığı,
- 1.50 gr/cm yoğunlukta yüzen kısmın kül tenörlerinin % 6.5-9.5 arasında değişim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 2 ve 3'ün karşılaştırılmasından, (-19+2) mm tane sınıflarının yüzebilirliğinin, +19 mm tane sınıflarının yüzebilirliğinden doğal olarak çok daha iyi olduğu görülmektedir. Zira tane sınıflarının

yüzebilirlikleri ayrı ayrı incelendiğinde; (-50+25) mm tane sınıfı 1.5 gr/cm³ yoğunlukta zenginleştirilire teorik olarak kömür verimi % 88 ve yüzen kısmın kül tenörü % 9.02 olmaktadır. Söz konusu yoğunlukta külün yaklaşık % 56'sı atılabilmektedir. Daha ince tane sınıfı için yapılan bilançolarda buna benzer hatta daha iyi sonuçlar elde edilebilmektedir. Fakat (-90+50) mm tane sınıfı 1.5 gr/cm³ yoğunlukta zenginleştirildiğinde; teorik kömür verimi % 80, yüzen kısmın kül tenörü % 9.64'tür. Aynı tane sınıfında ancak 1.85 gr/cm³ yoğunlukla çalışıldığında % 88-% 90'lık teorik kömür verimlerine ulaşılabilecektir. Bu durumda da yüzen kısmın kül tenörü % 14 olacaktır. +90 mm tane sınıfının yoğunluk davranışı (-90+50) mm tane sınıfından daha da kötüdür. Ayrıca +50 mm tane sınıflarının ağırlık oranları da oldukça yüksektir (% 48.2).

Bu nedenlerden; Eynez linyitleri -90 mm'ye koruyucu olarak ufalan-

3

duğunda, (-90+19) mm ve (-19+2) mm tane sınıflarında 1.5 gr/cm³ yoğunlukta zenginleştirildiğinde oldukça başarılı sonuçlar elde edilebilecektir.

Çizelge 5. +2 mm Tuvönan Kömürün 1.5 gr/cm³ Yoğunlukta YÜzdürülmesinin Kül<Kömür Bilançosu

	Tane iriliği (mm)	Bes.Malına göre %P	Tenörler (%)		İçerikler		Dağılım (*)		Verimler (*)	
			Kül	Kömür	Kömür	Kül	Kömür	Kül	Kömür	Kül
Konsantre	+90	18.83	7.90	92.10	1731.50	148.50	28.20	26.50	24.20	6.90
	-90 +50	11.15	9.64	99.36	1007.90	107.50	16.50	19.30	14.10	5.00
	-50 +25	11.49	9.02	90.98	1045.40	103.60	17.10	18.60	14.60	4.80
	-25 +19	5.99	8.90	91.10	545.70	53.30	8.90	9.60	7.60	2.50
	-19 +9.5	10.04	8.09	91.91	922.80	81.20	15.10	14.60	12.90	3.80
	-9.5+6.3	4.37	7.20	92.80	405.50	31.50	6.60	5.60	5.70	1.50
	-6.3+2	4.95	6.50	93.50	462.80	32.20	7.60	5.80	6.50	1.50
	Toplam	66.82	8.35	91.65	6121.60	557.80	100.00	100.00	85.60	26.00
Artık + Orta ürün	+90	11.61	59.45	40.55	470.80	690.20	45.80	43.50	6.60	32.10
	-90 +50	6.65	62.91	37.09	246.60	418.40	24.00	26.40	3.50	19.50
	-50 +25	3.50	59.99	39.01	140.00	210.00	13.60	13.20	1.90	9.80
	-25 +19	1.18	59.30	40.70	48.00	70.00	46.60	4.40	0.70	3.30
	-19 +9.5	1.81	61.40	38.60	69.90	111.10	6.80	7.00	1.00	5.20
	-9.5+6.3	0.62	62.77	37.33	23.10	38.90	2.20	2.40	0.30	1.80
	-6.3+2	0.80	61.40	38.60	30.90	49.10	3.00	3.10	0.40	2.30
	Toplam	26.17	60.13	39.87	1029.30	1590.70	100.00	100.00	14.40	74.00
Besleme	92.99	76.90	23.10	7150.90	2148.50	-	-	100.00	100.00	

Yüzdürme-batırma testleri sonuçlarından tane sınıflarının konsantre ve artıklarının besleme malına göre hesaplanmış kül tenor bilanço-

lan çizelge 5'de verilmiştir. Buna göre (-90+2) mm tane iriliğindeki

3

Eynez kömürleri 1.5 gr/cm³ yoğunlukta zenginleştirildiğinde teorik olarak tuvönan kömürün % 66.82 si % 85.60 kömür verimiyle % 8.35 küllü yıkanmış kömür olarak kazanıldığında tuvönan kömürdeki külün % 74' ü artıkla atılacaktır. Tuvönan kömürün (-2+0.5) mm tane sınıfınır şlam masasında zenginleştirilmesinde elde edilen sonuçlardan; tuvenan kömürün % 3.42' sinin, % 90.5 kömür verimi ile % 13.54 kül tenörlü ince konsantre olarak kazanılabileceği Çizelge 4'den görülmektedir.

3. YIKAMA TESİSİ

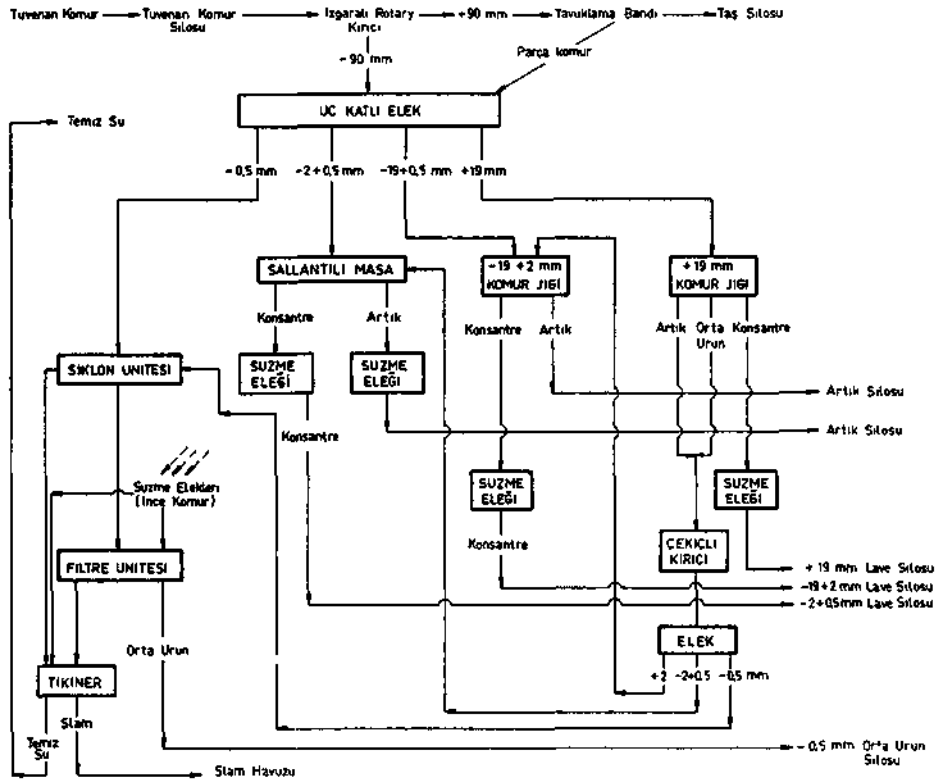
Kömür zenginleştirmede önem sırasına göre jiğler, ağır ortam konsantratörleri, ağır ortam Dyna Whirpool boru konsantratörleri, ağır ortam siklonları, Humphry spiralleri, sallantılı masalar ve flotasyon söz konusu olmaktadır. En iri tanede, en az kül oranıyla zenginleştirme yapabilen konsantratörler tercih edilmektedir (15,17). Son zamanlarda geliştirilen yüksek performanslı jiğlerle, üretim kapasiteleri çok yüksek ağır ortam boru konsantratörleri iri kömür yıkamasında, spirallerle,masalar ve flotasyon ince kömür zenginleştirilmesinde başarı ile kullanılmaktadır (5;8;18).

Yukarıda belirtildiği gibi Eynez kömürleri 1.5 gr/cm³ yoğunlukta zenginleştirildiğinde ortalama teorik değer olarak, % 8.35 küllü yıkanmış kömür elde edilebilmektedir. Eynez kömürlerinin gang minerallerinin yoğunluğu ile zenginleştirme yoğunluğu arasında 1 gr/cm³'den fazla yoğunluk farkı bulunmaktadır. Bu fark, Eynez kömürlerinin iri fraksiyonlarını (+2 mm),jiğlerle kolayca zenginleştirmesini sağlamaktadır. Ağır ortam konsantratörlerinin, yatırım ve işletme maliyetleri jiğlere göre daha yüksek olup ve ağır ortam üniteleri etkin kontrol gerektirir.

Eynez kömürlerinin yıkanabilirlik sonuçlarından esinlenerek kurulacak,yıkama maliyetlerinin hesaplamasına baz teşkil edecek tesis, bu dedenlerle jig ve sallantılı masa zenginleştirmesine göre plarianmış-;ır.Şekil 3'te yıkama tesisinin genel akım şeması sunulmaktadır. Buna göre;

tuvönan kömür tamburlu rotary kırıcıda -90 mm'ye ufalanacak, ufalanmayan şistte (+90 mm) kalabilecek iri kömürler tavuklama bandında elle ayıklanacak,

- 90 mm den ince kömür, (-90+19)mm, (-19+2)mm, (-2+0.5)mm, -0.5 mm tane sınıflarına elenecek,
- (-19+2)mm tane sınıfı ince kömür jiginde temizlenecek,
- (-90+19)mm tane sınıfı iri kömür jiginde temizlenecek,
- İri kömür jigi artığında fazla kömür kaçağı olacağından bu artık çekişli kırıcıda ufalanarak (-19+2) mm ince kömür jigine beslenecek,
- (-2+0.5) mm tane sınıfı sallantılı masada zenginleştirilecek,
- İnce kömürün (-0.5 mm) kili, siklon ünitesinde ince şlam olarak (-0.030 mm) atılıp bu kömürün kül oranı azaltılacak,
- İnce taneli şlam artıklar, tikiner çıkışından pompa ve boru ile uzaklaştırılacak,
- İri taneli artıklar (+0.5 mm) kamyonlarla naklettirilerek, artık naklinde esneklik getirilip, tesisin yatırım maliyeti azaltılacaktır..



Şekil 3. Yıkama tesisi genel akım şeması

Tunçbilek (18-0.5) mm jig ünitesinin performans değerleri baz alınarak, Eynez kömürlerinin, yıkanabilirlik etüdüleri bulgularıyla, jig tesisinin teknolojik uygulama sonuçları Çizelge (6-7)'de hesaplanmış olarak verilmektedir. Buna göre;

- iri kömür jiginde (-90+19mm) % 25.68 küllü kömürden % 65.24 ağırlık oranında, % 11.27 küllü yıkanmış kömür,
- ince kömür jiginde (-19+2ırrım) % 14.70 küllü kömürden % 80.61 ağırlık oranında % 8.20 küllü yıkanmış kömür üretilebilecektir.

Çizelge 6. Soma-'Eynez Kömürünün (-90+19) mm Tane Sınıfının 1.50 gr/cm³ Yoğunlukta Jigle Zenginleştirilmesinin Performans Değerleriyle Hesaplanmış Teknolojik Sonuçları

TUVENAN KÖMÜR				Yoğunluk Farkı A-d ₅₀	YIKANMIŞ KÖMÜR			
Yoğunluk (gr/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Kümülatif Kül (%) $\frac{\sum B.C}{\sum B}$		Dağılım Faktörü	Bes.Mal. göre Ağ. (%) $\frac{B.F}{100}$	Kül İçeriği C.G	Kümülatif Kül (%) $\frac{\sum H}{\sum G}$
A	B	C	D	E	F	G	H	I
-1.35	52.96	6.53	6.53		93	49.25	322	6.53
1.35-1.40	10.37	15.11	7.93	-0.12	88	9.13	138	7.88
1.40-1.50	3.91	21.67	8.73	-0.05	77	3.01	65	8.55
1.50-1.60	2.11	32.39	9.45	0.05	39	0.82	27	8.87
1.60-1.70	0.75	42.66	9.81	0.15	23	0.17	7	8.96
1.70-1.85	7.82	54.10	14.25	0.30	14	1.09	59	9.74
+ 1.85	22.08	66.02	25.68		8	1.77	117	11.27
Toplam	100.00	25.68				65.24	735	11.27

Çizelge 7. Soma-Eynez Kömürünün (-19+2) mm Tane Sınıfının 1.50 gr/cm³ Yoğunlukta Jigle Zenginleştirilmesinin Performans Değerleriyle Hesaplanmış Teknolojik Sonuçları

TUVENAN KÖMÜR				Yoğunluk Farkı A-d ₅₀	YIKANMIŞ KÖMÜR			
Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Kümülatif Kül (%) $\frac{\sum B.C}{\sum B}$		Dağılım Faktörü	Bes.Mal. göre Ağ. (%) $\frac{B.F}{100}$	Kül İçeriği C.G	Yık.Köm. Külü (%) $\frac{\sum H}{\sum G}$
A	B	C	D	E	F	G	H	I
-1.35	70.46	5.10	5.10		93	65.53	334	5.10
1.35 1.40	8.68	11.65	5.82	-0.12	88	7.63	89	5.78
1.40-1.50	6.55	22.59	7.10	-0.05	77	5.04	114	6.87
1.50-1.60	2.70	38.54	8.06	-0.05	39	1.05	40	7.28
1.60-1.70	1.46	52.24	8.79	-0.15	23	0.36	18	7.47
1.70-1.80	3.14	58.49	10.45	-0.30	14	0.44	26	7.76
+ 1.80	7.01	70.86	14.70		8	0.56	40	8.20
Toplam	100.00	14.70				80.61	661	8.20

Başka bir deyişle, % 23.49 küllü Eynez tıvönan kömürünün;

- % 45.65 i; % 11.27 küllü yıkanmış parça kömür (-90+19 mm) ,
 - % 18.20 si % 8.20 küllü yıkanmış fındık kömür (-19+2 mm) ,
 - % 3.40 ı % 13.5 küllü yıkanmış ince toz kömür (-2+0.5 mm) ,
- olarak üretilebilecektir. 2 mm*den iri parça kömürün ortalama küllü ise % 10.40 olacaktır.

Soma-öner/Eynez kömürlerini yıkayarak değerlendirecek tesisin fiili kapasitesinde bir milyon ton/yıl baz olarak alınmıştır. Yıkama tesisi kurulması halinde; kömür kazı maliyetlerini azaltmak ve değerlendirilebilecek rezervi artırmak amacıyla, daha yüksek küllü tıvönan üretim yapılacaktır. Bu durumda bir milyon ton/yıl olarak planlanan tesis-ten, test edilen kalite ve miktarda yıkanmış kömür üretebilmek için ise, daha fazla tıvönan kömür işlemek gerekecektir. Bu nedenle fiili saatlik kapasite, % 20'lik bir fakirleşme faktörü ve % 20 lik emniyet faktörü oranında artırılmıştır. Böylece günde 24 saat ve yılda 300 gün çalışılacağı kabullenilerek fiili kapasite 200 ton/saat olarak hesaplanmıştır.

Şekil 3 te genel akım şeması verilen yıkama tesisinin, 200 ton/saat kapasiteye göre tesis birimlerinin kapasite ve boyutları hesaplanmış ve maliyet hesaplamalarına bu değerler esas alınmıştır. Çizelge 8 de ise yıkama tesisi birimlerinin özellikleri özet olarak verilmektedir.

Ayrıca planlanan yıkama tesisinde $700 \text{ m}^3/\text{saat}$ olarak hesaplanan su gereksiniminde, tikiner ünitesi ile kullanma suyunun % 70 inin geri kazanılması ve $210 \text{ m}^3/\text{saat}$ lik taze suyun büyük bir kısmınının 13 km mesafedeki Bakır Çay'dan pompalanması öngörülmüştür. Böylece planlanan yıkama tesisinin ve yardımcı tüm ünitelerinin kurulu gücü yaklaşık 700 kW ve enerji sarfiyatı 6 milyon kWh/yıl olacaktır.

4. MALİYET HESAPLAMALARI

- Yıkama tesisinin maliyet hesaplamalarını,
- Tesis birimlerinin maliyetlerinin hesaplanması,
 - Tesisin üretime geçeceği andaki yatırım maliyetinin hesaplanması,
 - Tesisin yıllık işletme gider ve gelirlerinin hesaplanması,
- olarak üç aşamalı düşünmek gerekir.

4.1. Tesis Birimlerinin Maliyetlerinin Hesaplanması

Makina ve ekipmanlardan yurt dışından temin edileceklerin maliyetlerinin hesaplanmasında; Mullar A.L.'nin M.S. indeksine (13) göre ($M=a \cdot X$) formülü kullanılmış ve 1 Kanada Doları 1550 Türk Lirasına eşdeğer alınmıştır. Makina ve ekipmanların yurt içinden satın alınacaklarının fiyatları katalog fiyatlarından, yerinde yaptırılacak ünitelerin fiyatları ise birim fiyatları üzerinden hesaplanmıştır. Yıkama tesisinin bileşenlerinin 1988 yılı itibariyle fiyatları Çizelge 8 de topluca sunulmuştur.

Çizelge 8. Yıkama tesisi bileşenleri maliyet çizelgesi

Tesis birimleri	Adet	Açıklama	Maliyet (10 ⁴ tl)
tri kâmur jığı		-90+19 mm,4.1 m ² , 123 t/h	405
İnce kömür jığı		-19+2 mm,3.0 m ² , 88 t/h	335
Sallantılı masa		-2+0.5 mm, 3.75 m ² , 10.5 t/h	22
Rotary kırıcı		90 mm delik açıklığı;0=2.15m, 1= 3.66 m, 200 t/h	149
Çekiçli Kırıcı		0=1m, 1=1.35 m, a=100 m ç=19 mm	43
Siklon zenginleş-tirici		0=0.2 m, 5.5 ton katı/h,	5
Santf.filtre		0=1.8 m, 1=2.4 m; 5.5 ton katı/h	54
Tıklner		19.64 m ² , 0=5.0 m,5 ton katı/h	85
Tuv.kömür silosu		(6x6x10) m ³ , 825 t	49
Şist siloları		(3x3x6)x 2 m ³ , 85 ton	8
Orta ürün silosu		(4x4x7) m ³ , 75 ton	6
Kömür siloları		(6x4x9) x 3 m ³ , 725 ton	38
Tuv.kömür bandı		1=12 m g=0.75 m 200 t/h	13
Krıblaj bandı		1= 3 m g=0,75 m 16 t/h	4
Taşıma bantları	e	180-10 t/h, 1:30-5 m; g= 0.75 m	81
Tuv.kömür eleği		8 m ² x 3; 180 t/h	40
O.ü.eleği		2-0.5 mm, 6 m ² ; 45 t/h	30
Süzme elekleri		8 t/h - 80 t/h	72
Besleyiciler		6 t/h - 200 t/h	164
Pompalar		2x700 m ³ /h,500 m ³ /h,150 m ³ /h;20 m ³ /h	45
Ekst.Motorlar	11	4x100 kw 1x32 kw;1x26kw;5(0.4-15 kw)	148
Borular		Bakırçay-tesis 13 km;ılam havuzuna 1 km	210
Ara too lam			1 970
Ana su barajı	1	6000 m ³	43
Sılam barajı	1		10
Servis otobüsü	1		100
Arazi istimlak			64
Genel Toplam			2 187

4.2. Tesisin üretime Gececeği Andaki Yatırım Maliyetinin Hesaplanması

Yıkama tesisinin üretime geçeceği ana kadarki maliyetleri, tesis bileşenlerinin maliyetlerinden başka Çizelge 9 da gösterilen kademelerdeki harcamalarında içermektedir. Ayrıca tesisin kurulmaya karar verilmesiyle başlayan harcamaların, tesisin kurulma süresi olarak kabul edilen üç yıl içinde eşit dağılımlı olarak yapılacağı düşünülmüştür. Ayrıca tesisin sabit yatırım harcamalarının üç yıl içindeki faizi (yıllık % 80) tesis maliyetine dahil edilmiştir. Yıkamış kömür üretiminin 2 ay içerisinde paraya dönüşeceği düşünülerek yıllık cari işletme giderlerinin 1/6 sı tesisin üretime geçeceği andaki değerine ilave edilerek yatırım için gerekli sermaye hesaplanmıştır. Tesisin sabit yatırım tutarının hesaplanmasında faktörel yöntem uygulanmıştır.

Çizelge 9. Yıkama Tesisi İlk Yatırım Tutarı Çizelgesi

Harcamalar	Tutarı (10 ⁶ TL)
1. Satın alınacak donatım maliyeti	1 970
2. Taşıma ve sigorta maliyeti	(1x0.15) 295
3. Montaj maliyeti	(1x0.20) 394
4. Borulama maliyeti	(1x0.10) 197
5. Elektrik malzemesi ve işçiliği maliyeti	(1x0.10) 197
6. Tesis ve yard.binalar (Atelye v.s)	(1x0.55) 1 084
7. Arazi düzenleme maliyeti	(1xC05) 98
8. Proje yönetim ve mühendislik maliyeti	(U0.20) 394
9. Teknolojik araştırmalar	(1x0.15) 296
10. Yerleşim ve yollar	(1x0.05) 98
11. Laboratuvar maliyeti	(1x0.10) 197
12. Beklenmeyen giderler	(1x0.20) 394
13. Ana su barajı maliyeti	43
14. Slam barajı maliyeti	10
15. Arazi istimlak giderleri	64
16. Servis otobüsü maliyeti	100
17. Sabit yatırım tutarı toplamı	5 831
18. İşletmeye alınıncaya kadarki faiz 0 yıl % 80)	5 909
19. İşletmeye alma anındaki maliyeti	11 740
20. İki aylık işletme cari giderleri	166
Yatırım için gerekli sermaye	11 906

4.3. Yıllık İşletme Gider ve Gelirlerinin Hesaplanması

Yıllık işletme gider ve gelir kalemleri Çizelge 10 da verilmiştir. Enerji giderleri kWh fiyatı 60.-TL. alınarak 6.10⁶ kWh lık elektrik enerjisi sarfiyatı için 360.10⁶ TL ve diğer yakıt giderleri olarak 10.10 TL hesaplanmıştır.

Bakım-onarım giderleri tesis birimlerinin aşınabilirlik durumuna ve maliyetlerine bağlı olarak faktörel yöntemle hesaplanmıştır.

Reaktif giderleri için tikiner suyundaki katıların hızlı çökmesini sağlayacak 1600 kg flokulatın, 2500 TL/kg'dan bedeli karşılığı yaklaşık 4.10 TL öngörülmüştür.

Yıkama tesisinin +0.5 mm artığının (180 000 ton/yıl) tesisten kamyonlarla 1.5-2 km mesafeye 450 TL/ton'a atırılacağı düşünülerek yılda 81.10 TL artık taşıma gideri öngörülmüştür.

Yıkama tesisinin işletmeye alınmasından itibaren ödenecek bina vergisi yangın-mali mesuliyet ve kaza sigortası olarak 80.10 TL/yıl hesaplanmıştır.

Tesiste 2*si maden mühendisi, 3 ü maden teknikeri *Vi* kimyager olmak üzere 60 kişinin çalışacağı öngörülmüştür. Bunlarla ilgili ücretler, vergiler, sigorta ödemeleri ve sosyal giderler olarak yapılacak harcamalar 350.10 TL/yıl olarak hesaplanmıştır.

Yıkama tesisine kömürün teslim değerinin 50 000 TL/ton olduğu düşünülmüş ve yıllık bir milyon ton tuvönan kömür için tuvönan kömür maliyeti $50 \cdot 10^9$ TL hesaplanmıştır.

o

20 yıl ömürlü 11,906. 10 TL yatırım değerindeki tesis için yıllık amortismanlar olarak 595. 10 TL hesaplanmıştır.

Tesiste 2 mm⁴den iri ortalama % 10.40 küllü 638500 ton/yıl parça kömür ve % 13 küllü (-2+0.5) mm tane iriliğinde 34 000 ton/yıl ince kömür üretilecektir. Hesaplanmış alt ısı değerleri 5350 kcal/kg olan bu yıkanmış kömürlerin 90 000 TL/ton fiyatıyla tesisten teslim satılabileceği tahmin edilmektedir.

Yıkama tesisinin (-19+2) mm jiginden yılda 135000 ton % 45-50 küllü orta ürün üretileceği ve 25 000 TL/ton fiyattan tesiste satılabileceği düşünülmüştür. Buna göre yıllık kömür gelirleri $63,9 \cdot 10^9$ TL olacaktır.

Kurumlar vergisi bürüt karın % 46'sı olarak alınıp çizelge 10'da net kar ve yatırımın rentabilitesi hesaplanmıştır.

Çizelge 10. Yıkama Tesisi Yıllık Gelir-Gider Çizelgesi

<u>Giderler</u>	<u>Tutarı (10' TL.)</u>
1. Enerji giderleri	370
2. Bakım-onarım giderleri	183
3. Reaktif giderleri	4
4. Artık taşıma giderleri	81
5. Vergiler ve sigortalar	80
6. İşçilik ve personel giderleri	+ 350
7. Cari işletme (yıkama) giderleri	1068
8. Tuvenan kömür giderleri	+ 50 000
9. Ara toplam	51 068
10. Amortismanlar	+ 595
11. Giderler Teplamı	51 663
12. Kömür satışı gelirleri	- 63 900
13. Bütüt kar	12 237
14. Kurumlar vergisi (% 46)	- 5 629
15. Net kar	6 608
Rentabilité	% 55.5
Amortisman süresi	1.78 yıl

5. BULGULARIN İRDELENMESİ

Soma-öner/Eynez havzasında, zenginleştirildiğinde % 10.4 kül,yanar % 0.7 kükürt içeren 5400 kcal/kg alt ısı değerinde (Çizelge 11), ısıtma yakıtı olarak kullanılabilen sert yıkanmış kömür üretilebilecek

270.10 ton görünür-mümkün (160.10 TET) linyit rezervi bulunmaktadır. Bu rezerv 6.10 ton/yıl kapasiteli üretimle 40 yıldan fazla çalıştırılabilecektir.

Jig-sallantılı maşa kombinasyonu şeklinde kurulabilecek yıkama tesisinden, 1.5 gr/cm³ yıkama yoğunluğunda, yılda ;

- ev yakıtı olarak (90-10 mm) 570 000 ton,
 - Sanayi yakıtı olarak (10-0.5 mm) 100 000 ton,
 - Santral yakıtı olarak (-19+2 mm; % 50 küllü orta ürün) 135 000 ton,
- yıkanmış kömür üretilebilecektir (Çizelge 1;4;5;6;7). Tasarlanan yıka-

Çizelge 11. Soma-Eynez Kömürlerinin Yüzdürme-Batırma Ürünleri Analiz Sonuçları

Ürünler	Nem (%)	Kül (%)	Yanan Kükürt (%)	A.I.D. (Kcal/kg)
Tuvenan kömür	11	23.49	-	4300
İri parça kömür (90-19 mm)	9.46	10.28	0.74	5265
İnce parça kömür (19-2 mm)	8.76	7.52	0.70	5577
Parça kömür (90-2 mm)	9.00	9.14	0.73	5446

ma tesisinde tuvenan kömürdeki külün % 70-74 ü artık olarak atılabilecektir (Çizelge 4-5). Bir milyon ton/yıl tuvenan kömür kapasiteli yıkama tesisinin sabit yatırım tutarı $5,831 \cdot 10^9$ TL işletmeye alındığı

andaki maliyeti $11,740 \cdot 10^9$ TL ve yatırım için gerekli sermayesi $11,906 \cdot 10^9$ TL olacaktır (Çizelge 9).

Yıkama tesisinin yıllık işletme giderleri toplamı olan $51,663 \cdot 10^9$ TL'nin % 96.78 i tuvenan kömür, % 0.72' si enerji, % 0.68 ı işçilik ve personel % 1.15* i amortisman % 0.35 i bakım onarım giderlerinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 10). Yıkama tesisinin tuvenan kömür giderleri dışındaki yıllık işletme giderlerinin ($1,663 \cdot 10^9$ TL.), % 22.2'si enerji, % 21.0'ı işçilik-personel, % 11.0' ı bakım-onarım ve % 35.8' ı amortisman giderleridir.

Yıkama tesisinin sabit yatırım tutarının yarısı kadar ($2.9 \cdot 10^9$ TL) dış kaynak gerekebilecektir. Tesiste yılda 600 000 ton, yabancı kaynaklı kömür, yerine ısıtma yakıtı olarak kullanılabilir yıkınmış kömür üretileceği ve her ton dış kömür için 20 U.S.A.- doları dış kaynak harcadığı düşünülürse; bunlardan bir yılda $22,2 \cdot 10^9$ TL (12.10 U.S.A.- dolar) tasarruf edilecektir. Bu miktar gerek yıkama tesisinin gerekse, tuvenan üretimi sağlayacak işletme tesisinin yatırım harcamalarını karşılayabilecektir.

5400 kcal/kg A.i.D.Mi 1 ton kömüre 4300 kcal/kg A.I.D.' li 1.25 ton tuvenan kömüre eşdeğerdir.Tesiste üretilecek 600 000 ton yıkınmış kömürün eşdeğeri 750 000 ton tuvenan kömürdür. Ankara'da ısınma yakıtı

olarak tuvönan kömür kullanma yerine yıkanmış kömür kullanmakla tasarruf edilecek (150 000 ton/yıl) nakliye masrafı yılda $5,25 \cdot 10^9$ TL. dir. Bu nakliye tasarrufunun 40 kamyonla yapılabileceği düşünülürse, kamyon yatırımındaki tasarruf ise $4 \cdot 10^9$ liradır. Aynı kömürün İzmir civarında tüketilmesi halinde kamyonlardan yapılan yatırım tasarrufu $2 \cdot 10^9$ lira olacaktır.

$11,906 \cdot 10^9$ liralık tesis yatırım sermayesi için, bugünkü banka faizleri (% 80)' eşdeğeri rentabilité ile yetinilse dahi yılda üretilen 670 000 ton yıkanmış kömür ve 135 000 ton orta ürünün yıllık

o

toplam işletme maliyeti $69,302 \cdot 10$ TL. ve bir ton yıkanmış parça kömürün tesiste yıkanmış maliyeti 97 608 TL. olmaktadır.

Bu parça kömür maliyetinin % 72.15'i tuvönan kömür giderinden, % 11.71'i kurumlar vergisinden, % 13.74'ü yatırımın kar beklentisinden, ancak % 2.40'ı cari zenginleştirme giderleri ve amortismanlardan kaynaklanmaktadır. Yıkanmış kömür maliyetini azaltmak ancak tuvönan kömür maliyetini, kurumlar vergisini, kar beklentisini ve yatırım için gerekli sermayeyi azaltmakla sağlanabilecektir. Yıkama tesisi kurulduğunda, ocağdaki tuvönan kömür maliyeti kısmen azalacak ve değerlendirilebilecek kömür rezervi de artacaktır.

Isınma yakıtı üretmek için yıkama tesisi kurmakla tuvönan kömürdeki kül malzemesinin % 70 'i kömürden uzaklaştırılmaktadır. Böylece tüketim yörelerinin kirliliği % 70 azaltılabilecektir. Kül malzemesinin (çöp olarak) azalması, belediyelerin yükünü de azaltacaktır. Soma-Eynez kömürünün yıkanmış olarak kullanımında oluşacak kükürt-dioksit kirlenmesi tuvenan kömür kullanımına göre 1.5-2 kat azalacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Soma-Eynez linyitleri, Türkiye linyit rezervinin (görünür ve mümkün) % 12'sini kapsamaktadır. Bu linyitleri işleyecek bir yıkama tesisi kurulması halinde % 10.4 kül ve % 0.73 yanar kükürt tenörlü, 5400 kcal/kg alt ısı değerli, ısıtma yakıtı olabilecek yıkanmış kömür üretilenektir. Böylece Bursa, Ankara, Denizli, Erzurum, İzmir gibi hava kirlenmesiyle karşıkarşıya olan illerimizin kömür gereksinimleri karşılanabilecektir.

Kurulması planlanan bir milyon ton/yıl kapasiteli yıkama tesisinin işletmeye alınma anındaki 11,740 .10⁹ TL tutarındaki maliyetinin %50.33 ü üç yıllık kuruluş aşamasındaki faiz yükünden kaynaklanmaktadır. 11,906 .10⁹ TL tutarındaki işletme sermayesine % 80 kar beklentisi ile maliyetler hesaplandığında; üretilecek parça kömürün tesiste maliyeti 97 608 TL/ton değerine ulaşmaktadır. Yıkanmış kömür maliyetini yükselten faktörler olarak, yıkama tesisinin en az üç yıl gibi bir sürede kurulabilmesi, yüksek faiz ve kurumlar vergisi oranları ile tuvenan kömür maliyetinin yüksekliği gösterilebilir.

Ton tuvenan kömür için yapılacak zenginleştirme yatırımı maliyetini, dolayısıyla işletme maliyetini azaltmak; tesis kapasitesini artırarak veya jig yerine son zamanlarda kömür zenginleştirmede kullanılan "Ağır Ortam Dyna Whirpool Konsantratörleri" kullanarak sağlanabilir (8). Bu konularda detay araştırmaların yapılması konuya açıklık getirebilir.

Türkiye'nin 1983 yılında 20.10⁶ TET., 1988 yılında 22.10⁶ TET olan ısıtma sektöründeki yakıt tüketimi, nüfus artışı oranı % 1.5 alındığında; 1998 yılında 25.5 .10⁶ TET'a 2008 yılında 29.6 ,10⁶ TET a yükselecektir. 2008 yılına kadar ısıtma sektöründe tüketilecek enerji yıllık nüfus artışının % 1.5-%2.0 olmasına göre 508.10 TET ile 567.10 TET arasında değişecektir. Ekolojik denge gereği ısıtma sektöründe kullanılacak yüksek kaliteli ve yukarıdaki miktarlardaki enerjinin ithal yoluyla karşılanması Türkiye'nin kısıtlı olanaklarını oldukça zorlayacaktır. Bu nedenle kolay zenginleşebilecek linyitlerden başlıyarak, linyitlerimizin büyük çoğunluğunu zenginleştirebilecek yöntemlerin araştırılıp bulunması gerekmektedir. Ayrıca teknolojik açıdan zor zenginleşebilen linyitlerimizin, zenginleştirilmesinin ekonomikliğini kısıtlayan makro ekonomik faktörlerin olumsuzluğunu giderecek önlemlerin uzun vadeli olarak alınması yerinde olacaktır. Bu makro ekonomik destekler olarak da teknolojik araştırmaların yoğun olarak devletçe desteklenmesi, kömür yıkama tesisi kuracak kurumlara, çok küçük faizli, uzun vadeli teşvik kredisi verilmesi, kömür yıkama tesisi yatırımlarına kurumlar vergisinde indirim uygulanması sıralanabilir.

KAYNAKLAR

1. AKALIN M., ÖZ Z. : Hava Kırılılığını Azaltmak Amacıyla Isınmada Kullanılan Linyitlerin Yıkanabilirliği, T.M.M.O.B. Maden Mühendisleri Odası Zonguldak Şubesi, Türkiye 6. Kömür Kongresi, Zonguldak 1988.
2. AKSÖZ 1. • Maliyet Hesapları, E.D. Teksitil Fakültesi Yayınları, İzmir 1982
3. ATAK,S.,GÜNEY,A. : Bazı Linyitlerin Yapısal Özellikler ve Kukurt Bakımından İncelenmesi, T.M.M.O.B. Maden Mühendisleri Odası, Zonguldak Şubesi, Türkiye 6. Kömür Kongresi, Zonguldak 1988
4. ATEŞOK.G.: Kömür Hazırlama, Kurtiş. Matbaası 1986, İstanbul
5. BETHELL,P.J.: Coal Prep in Appalachia World Mining Equipment February 1988
6. BUĞDAYCI,S.: 1 Milyon Ton/Yıl Kapasiteli Linyit Zenginleştirme Tesisi Dizaynı ve Fizibilite Etüdü, D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir 1988
7. CANDAN F.. Türkiye Linyitlerinin Enerji Potansiyeli ve Bunun içinde Trakya, Marmara ve Batı Anadolu Linyitlerinin Yeri , E.ü. Muh. Bil.Fakültesi Maden Müh.Bölümü Seminer Çalışması
8. CHEN Z.N.: Chinese Coal Prep,World Mining Equipment,February 1988
9. DEMIREL H.: Linyitlerde Plirik Kükürdün İki Aşamalı Flotasyonla Temizlenmesi, T.M.M.O.B. Maden Mühendisleri Odası Zonguldak Şubesi Türkiye 6. Kömür Kongresi, Zonguldak 1988
10. KALAFATÇIOĞLU A.,KONYALI Y.,MEMİKOĞLU O.,DAĞLI M.,NAKÖMAN E.: Türkiye Kömür Envanteri, M.T.A. Enstitüsü Yayın No 171, Ankara 1978
11. KEMAL,M.,İPEKÖSLÜ,Ü.: Türkiye'nin Yakacak Gereksinimi ve Çözüm Olanakları, T.M.M.O.B. Maden Mühendisleri Odası Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 9. Kongresi, Ankara 1985
12. KESKİN Y.: Kömür Hazırlama Yöntemleri, T.T.K. Genel Müdürlüğü İnsangücü-Eğitim Şube Müdürlüğü Yayınları No 50, Zonguldak,1986
13. MULAR A.L.: Mining and Mineral Processing Equipment Cost and Preliminary Capital Cost Estaminations, The Canadian Institute of Mining and Metallurgy 1982 Special Volume 25
14. ONARGAN 1.: Türkiye Linyitlerinin Nem,Isı Degen,Kul,Kukurt Özelliklerine Göre İrdelenmesi, D.E.Ü. Müh.-Mim.Fakültesi Maden Muh. Bölümü, Yılıçı Projesi, İzmir 1985
15. ÖNAL G.. Gediz Kömürlerinin Zenginleştirilmesi, T.M.M.O.B. Maden Mühendisleri Odası Zonguldak Şubesi Türkiye 6. Kömür Kongresi, Zonguldak 1988
16. ÖZBAYOĞLU G. Türkiye'nin Yüksek Kukurt İçerikli Linyitlerinin Kömür Hazırlama Yöntemleriyle Kükürkten Arındırılması, Doğa Bilim Dergisi 1983 Seri B, Sayı 3, Ankara
17. SCHUBERT H.. Aufbereitung fester Mineralischer Rohstoffe VEB. Deutscher Verlag fur Grundstoffendüstri, Leipzig 1967
18. TREGELLES P.: New Centrifugal Cleaner Handles Large Coal, World Mining Equipment June 1987
19. UTIN M.T., HAKAN 1. . Düşük Hidrojen peroksit Derişimle Seyreltik Asit Çözeltilerinde Oltu Linyitlerinin Arayüzey Davranımı, T.M.M.O.B. Maden Mühendisleri Odası Zonguldak Şubesi Türkiye 6. Kongresi, Zonguldak 1988
20. Zili C.B. . Coal Prep in Brazil . the Polish apporoach, World Mining Equipment February 1988

