

GLİ TUNÇBİLEK BÖLGESİ LAVVARINA VERİLEN KÖMÜRLERİN ETÜDÜ VE YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Necmettin ERMİŞOĞLU (*)
Neşet COĞUPLUGİL (**)
ZAFER ÖZ (***)

ÖZET

Bu çalışmada GLİ Tunçbilek Bölgesi kömür üretim birimleriyle, hazırlama-zenginleştirme-temizleme üniteleri incelenmiş, üretilen ve özellikle lavvara verilen kömürlerin en iyi şekilde değerlendirilmesi için öngörülen alternatifler etüd edilmiştir. Tunçbilek 2 x 150 = 300 MW gücündeki yeni grup termik santrale kömür temini hususu da çalışmalarda ön plânda tutulmuştur.

ABSTRACT

This paper studies the GLI Tunçbilek District's Production units together with the Washery Plant. Due consideration has been given to various alternatives for optimum evaluation of output, especially of raw coal fed to the Washery. When making the study it was also born in mind the supply facilities to the new units (in the capacity of 2 x 150-300MW) of Tunçbilek Power Station.

(*) Maden Yük. Müh., GLİ, Tavşanlı - KÜTAHYA.
(**) Maden Muh., GLİ, Tavşanlı - KÜTAHYA.
(***) KimyaMüh., GLİ, Tavşanlı-KÜTAHYA.

1. GİRİŞ

Garp Linyitleri İşletmesi Müessesesi (GLİ) 1 Ocak 1940 tarihinde Etibank'a bağlı bir kuruluş olarak faaliyete geçmiş, 15 Ağustos 1957 tarihinde Türkiye Kömür İşletmeleri'nin kurulmasıyla bu kurumun bünyesinde yer almıştır. Başlangıçta Balıkesir'de bulunan Müessese Merkezi, İkinci Dünya Savaşı sırasında Tavşanlı'ya nakledilmiştir. Müesseseye bağlı olarak sırasıyla Değirmisaz, Tunçbilek, Soma ve Seyitömer Linyit İşletmeleri kurulmuş, bunlardan Değirmisaz İşletmesi 1966 yılında rezervi tükenerek kapatılmış, Soma İşletmesi ise 1978 yılında yeni kumlan Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesine (ELİ) devredilmiştir. GLİ Müessesesi halen Tunçbilek ve Seyitömer Üretim Bölgeleri ile faaliyetini sürdürmektedir.

Tunçbilek Bölgesinde üretilen kömürler lavvara, kırblaj tesislerine ve tüvönan olarak da termik santrallara verilmektedir. Bu çalışmalarda mevcut sistemler incelenmiş, üretilen ve Özellikle lavvara verilen kömürlerin en iyi şekilde değerlendirilmesi ve atılan malzemedeki artık miktarının asgariye İndirilmesi İçin öngörülen alternatifler etüd edilmiştir.

Tunçbilek'te mevcut termik santrallardan $2 \times 32 + 1 \times 65 = 129$ MW gücündeki eski gruplar halen lavvardan üretilen 0-18 mm lâve kömür ile beslenmektedir. Protokol gereğince 0-18 mm lâve kömürün baz kalorifik değeri $3500 * 100$ Kcal/kg'dır. Santrallara verilen kömürün kalorisi her zaman bu değerin üstünde gerçekleşmektedir. Miktar olarak da eski gruba yeterince 0-18 mm lâve kömür temin edilmekte herhangi bir sorunla karşılaşmamaktadır.

$2 \times 150 = 300$ MW gücündeki yeni grup termik santrali arın kömür gereksinimi ise kırblaj tesislerinden üretilen 0-30 mm toz ve düşük kalorili tüvönan kömürlerle karşılanmaktadır. Protokol gereğince yeni gruplara verilen toz-tüvönan karışımının min. AID $2170 + 100$ Kcal/kg'dır.

Termik santrallara düşük kalorili 0-1000 mm tüvönan kömürün verildiği panolarda kömür rezervi iyice azalmıştır, önümüzdeki yıllarda termik santrallara açık ocaklardan verilebilecek tüvönan kömür kalmayacaktır. Yakıt olarak kullanılan yüksek kalorili kömürler termik santrallara verildiğinde santral kazanlarında cüruf yaparak arızalar meydana gelmekte ve randıman düşmektedir. Ülkemizin sanayi ve ısınma yakıtına olan gereksinimi yönünden de yüksek kalorili kömürlerin termik santrallara verilmesi uygun değildir.

2. ÜRETİM YÖNTEMLERİ

2.1. Yeraltı Üretim Yöntemi

Tunçbilek Bölgesi Yeraltı İşletmesi'nde dönümlü uzun nay ak blok göçertme sistemi ile çalışılmaktadır. Yaklaşık 5-9 metre kalınlıktaki kömür damarının taban taşından itibaren 2 m'lik kısmı patlayıcı madde ve martopikör İle kazılarak alınmakta, arkada kalan kısmı İse göçertilerek üretilmektedir. Tahkimat ünitesi olarak

demir direk ve çelik sarma kullanılmakta, ağaç malzemelerle takviye edilmektedir. Ayaklar ortalama 75 m uzunluğundadır.

Ayak İçlerinde çift zincirli konveyörlerle nakledilen kömür daha sonra çift zincirli konveyör ve bandlı konveyörlerle pano büriine, verilmektedir. Oradan 5 tonluk vagonlarla trolley nakliyatı yapılarak yeraltı tumbasına taşınmakta, tumbadan da ana ihraç bandı vasıtasıyla lavvara nakledilmektedir.

Ömerler ocağında İse trolley nakliyatı yapılmayıp bandlı konveyörlerle yerüstüne çıkarılmakta, oradan da termik tumbasına ya da lavvara kamyonlarla taşınmaktadır.

Yeraltı üretiminin daha emniyetli çalışma şartları altında gerçekleştirilmesini sağlamak, üretim zayıyatını asgariye indirmek ve randımanı yükseltmek amacıyla, kalın damar üretim metodları ve modern yeraltı işletme teçhizatlarının incelenmesine, mekanize ayağın pilot çapta denenmesine ve sonuç başarılı olursa yaygınlaştırılmasına karar verilmiştir.

Bu amaçla yeraltı işletmesinde tesis edilen "Pilot Mekanize Ayak" 21 Kasım 1983'de çalışmaya başlamıştır. Mekanize ayak, klasik sistemin mekanize edilmiş şeklinden ibarettir. Ayna çift tanburulu kazıcı ile kazılmakta, arka kömürünün alınması içinde ikinci bir çift zincirli konveyör bulunmaktadır. Elde edilen performans sonuçları olumlu bulunarak 28 Nisan 1984 tarihinde tesisin geçici kabulü yapılmıştır. Sadece bu sisteme bağımlı kalınmayıp gerek mekanize ayakta, gerek klasik sistemde etüid çalışmaları yoğunlaştırılmış ve bölge İçin en uygun yöntemin araştırılmasına başlanılmıştır.

2.2. Açık İşletme Üretim Yöntemi

Açık işletme yöntemi dekapaj ve kömür kazı olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmektedir.

Tunçbilek Bölgesi açık işletme dekapajında ekskavatör-kamyon sistemi ile dragline sistemi uygulanmaktadır.

Dekapaj işlemi, delme, patlatma, yükleme, taşıma ve dökme faaliyetleriyle yürütülmektedir.

Delme 6" ve 9" çaplı delik makinaları ile gerçekleştirilmekte, deliklere amonyum nitrat-mazot karışımı doldurularak patlatılmaktadır.

Kömürün üzerindeki örtü tabakası bu şekilde gevşetildikten sonra, 10'ar metrelik dilimler halinde ekskavatörlerle kazılıp, 35, 65 ve 85 tonluk toprak kamyonları ile kömürü alınmış ya da kömürsüz sahalara taşınıp dökülmektedir.

Dragline ile çalışan panolarda ise, örtü tabakası ekskavatör - kamyon sistemiyle

belirli bir kalınlığa kadar indirildikten sonra, kömür damarı üzerinde kalan 15-25 metre kalınlığındaki örtü tabakası 20 ve 40 yd³lük draglineler ile alınıp yandaki kömürü alınmış sahaya aktarılmaktadır.

Gerek ekskavatör-kamyon sistemi, gerekse Dragline ile üstü açılan kömür, yine ekskavatör-kamyon sistemiyle kömür hazırlama-temizleme-zenginleştirme tesislerine taşınmaktadır.

3. KÖMÜR HAZIRLAMA-TEMİZLEME-ZENGINLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

Üretilen kömürlerin hazırlama, temizleme ve zenginleştirme işlemleri lâvvar, arıtma tesisi ve kırblaj tesislerinde yapılmaktadır. Tunçbilek Bölgesinde üretilen kömürlerin ortalama laboratuvardeğerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1 — Tunçbilek Bölgesinde Üretilen Kömürlerin Ortalama Analiz Sonuçları.

Zincir Analizi	TÜVÖNAN ve KIRILMA KÖMÜRLERİ										LÂVVA KÖMÜRLERİ									
	Açık Ocak		Yeraltı		+ 56 mm kırılıda		0-30 mm Elek		0,20 + 0,1000		+ 50 mm kırılıda		10-30 mm Lâvva		10-15 mm Lâvva		8-12 mm Lâvva		0,20 mm	
	Orj	Kuru	Orj	Kuru	Orj	Kuru	Orj	Kuru	Orj	Kuru	Orj	Kuru	Orj	Kuru	Orj	Kuru	Orj	Kuru	Orj	Kuru
% Su	16,07	-	11,16	-	17,20	-	16,90	-	20,91	-	16,59	-	17,54	-	15,35	-	26,64	-	-	-
% Kül	36,70	48,72	48,86	34,77	23,53	31,52	36,20	42,82	52,20	43,60	19,61	23,45	17,87	21,94	17,57	21,26	16,61	20,40	26,75	34,42
% Lâvva Üstünde	26,64	31,62	29,69	26,67	29,23	36,02	27,28	21,83	26,74	35,81	31,92	34,18	31,70	39,04	34,63	32,47	30,50	27,92	25,26	22,68
% Sabit Karbon	20,69	29,66	16,23	18,54	27,04	32,66	20,12	23,35	19,43	24,30	32,08	28,17	35,70	40,52	32,46	39,27	39,46	41,48	28,68	30,92
% Kük	68,26	-	73,31	-	67,98	-	67,17	-	66,19	-	61,88	-	61,96	-	60,58	-	62,05	-	67,24	-
% Toplam S	2,11	2,60	1,65	1,70	2,67	3,25	1,11	1,32	2,09	2,64	2,44	2,98	2,44	2,93	2,55	2,84	2,15	2,47	2,51	3,14
% Yavaş S	0,62	0,74	0,40	0,43	0,94	1,15	0,30	0,36	0,72	0,81	0,92	1,10	0,82	1,05	0,92	0,93	0,69	0,86	0,78	1,07
KALORİLER																				
Net Kcal/Dg	2794	3042	2150	2495	2610	4523	3916	3689	2690	5559	4450	5416	4180	5592	4505	5215	4470	5624	2798	4021
CHU	3094	3315	2395	2829	2922	4752	3153	2754	2052	5732	4718	5649	4394	5829	4603	5310	4726	5860	3085	4219
Net Kcal A/D	6121	-	5645	-	6600	-	6314	-	6162	-	7075	-	7316	-	7042	-	7083	-	6324	-

3.1. Lâvvar

Yeraltı ve açık ocaklarda üretilen ve kül oranları yüksek olan tüvönan kömürler lâvarda zenginleştirmeye tabi tutulup belirli kül ve kalori seviyesine getirilerek ve piyasanın talep ettiği kalori ve boyutta kömür üretilir. Ayrıca piritik kükürtün % 70'i yıkama sırasında atılarak hava kirliliğine ve stoklamaya elverişli kömür elde edilir.

350 ton/saat kapasiteli iki gruptan oluşan ve toplam 700 ton/saat kapasitesi bulunan lâvvar tesislerine, açık ocaklardan kamyonlarla getirilen tüvönan kömür lâvvar tumbalarında 40 x 40 ebatındaki ızgaralar üzerine dökülür. Yeraltı işletmesinden gelen tüvönan kömürde lâvvar ihraç bandı vasıtasıyla doğrudan lâvvara verilir. Lâvvarın arızalı, ya da bakımda olduğu zamanlarda lâvvar tumbalarına dökülür.

Lâvvara giren kömür ön bir elemeye tabi tutulur. 18-150 mm lik iri tüvönan kömürün taştan ayrılması, 1,75 gr/lt yoğunluğuna ayarlanmış manyetit ile su karışımından oluşan iki ayrı grupta ağır mayi sistemiyle yapılır. WEMCO ayırma tamburuna giren tüvönan kömürde, yoğunluk farkı nedeniyle şist batır, yüzen kömür İse ağır mayi ile birlikte dışarı sürüklenerek tamburun ağzından çıkar ve yıkama eleğine gelir. Şist ise otomatik olarak alınarak şist bandı vasıtasıyla dışarı atılır.

Elek altına geçen 0-18 mm ebattaki ince tüvönan kömürlerden 150 tonu jig yıkama sistemine, diğer 150 tonu ağır sıvı siklonlarına ayrı ayrı verilir. Her iki sistem öncesi n elemeye tabi tutulan tüvönan kömür 5-18 mm ve 0,5-5 mm olarak ayrılır. Gerekli ayırma işlemine müteakip 5-18 mm ebatta olanı direk, 0,5-5 mm olanı ise kurutucudan geçtikten sonra termik santrale ya da sanayi kuruluşlarına sevk edilir.

3.2. Arıtma Tesisi

Tunçbilek'ten geçtiği Kocaçay'a atılan lâvvar artık sularının, geçtiği yerlere verdiği zararları önlemek ve içerisindeki yanabilir kısmın kazanarak termik santralarda değerlendirmek amacıyla yıllar önce tasarlanan proje 1984 yılında arıtma tesisi kurularak gerçekleştirilmiştir. Buna göre lvvardan atılan 1000 m³/saat suyun, 700 m³/saat civarındaki siklon üstü taşmalarında kömür bulunmamış, 300 m³/saatlik zimmer etek atlarında ve kurutucu atlarında kömür bulunmuştur. Kömürlü su bir havuzda toplanmakta, tulumbayla 4 adet 10 inçlik siklonlara basılmakta, +100 mikron, alttan kömürlü su olarak, - 100 mikron da üstten kirlı su olarak alınmaktadır. Kirlı su, lvvardan gelen diğer kirlı su ile toplama havuzunda biriktirilmektedir ve buradan da çöktürülerek arıtılmak üzere tulumbalarla eski açık ocak çukurlarına basılmaktadır.

Siklon altından alınan + 100 mikron tane ebatlı kömürlü su, yıkama eleğine gelmekte, eleküstü santrifüj kurutucuya gitmektedir. Kurutucudan çıkan düşük kalorili kömür kamyonlarla termik santrale nakledilmektedir.

3.3. Kriblaj Tesisleri

Açık ocak üretim panolarına yakın olacak şekilde bölgede halen 3 adet kriblaj tesisi bulunmaktadır. Bunlardan Beke kriblaj tesisi yaz-kış, merler ve 1 No kriblaj tesisleri işe sadece talebin yoğun olduğu kış aylarında faaliyet göstermektedir.

Beke kriblaj tesisinden günde 5-6 bin ton, merler ve 1 No kriblaj tesislerinin her birinden de 3-4 bin ton tüvönan kömür geçirmek mümkün olmaktadır.

Kamyonlarla taşınan tüvönan kömür kriblaj tesislerinin 40 x 40 cm e hatlarındaki ızgaralarının üzerine dökülür. Silolarda biriken tüvönan kömür besleme dozerleri ile eteklere nakledilir. Elekaltı (0-30 mm) toz olarak ayrılır. Elekst (+ 30 mm) 36 in geniliğinde 0,28 m/saniye hızla hareket eden ayıklama bandlarına düşer. Bant üzerinde taşlar elle ayıklanmak suretiyle alınarak şist oluklarına atılır.

Tesislere verilen tüvönan kömürden ortalama % 50-55 oranında + 30 krible kömür, % 40-45 toz kömür, % 5-10 taş ayrılır. Parça kömür tahsisli yerlere piyasa kamyonlarıyla tesislerden alınarak nakledilir. Bir kısmı da DDY vagonlarına yüklenmek üzere bölge araçlarıyla ya da ihale suretiyle yükleme silosuna taşınır. Toz kömür ise Beke tesisinden 120 tonluk alttan boşaltmalı "YVabco" tirlarla, diğer tesislerden ise muhtelif araçlarla termik santrali ara nakledilir, bir kısmı da sanayi kuruluşlarına verilir.

4. 1986 YILI İŞ PROGRAMI ÖZETİ

1986 yılında yeraltı ve açık ocak işletmelerden toplam 6 300 000 ton tükönan kömürünün üretimi programlanmıştır. Bunun 2 100 000 tonu yeraltı işletmesinden, 4 200 000 tonu da açık ocaklardan sağlanacaktır.

Üretilen kömürün 3 200 000 tonu tãvvara, 2 100 000 tonu kriblaj tesislerine, 1 000 000 tonu da direk termik santrallara verilecektir.

Lãvvara verilecek 3 200 000 ton tükönan kömürden % 46,75 randımanla 1 496 000 ton yıkanmış kömür elde edilecek, 1 704 000 ton şist ve solid madde de dışarı atılacaktır.

'Kriblaj tesislerine verilen 2 100 000 ton tükönan kömürden % 92,52 randımanla 1 943 000 ton krible kömür elde edilecek, 157 000 ton şist ise dışarı atılacaktır.

1986 yılında 2 320 000 ton kömürün termik santrallara verilmesi programlanmıştır. Bunun 1 800 000 tonu $2 \times 150 = 300$ MW, 520 000 tonu da $2 \times 32 + 1 \times 65 = 129$ MW gücündeki santrallara verilecektir.

5. 2000 KCAL/KGLİK ŞİST ELDE EDEBİLMEK İÇİN LAWAR YÜZDÜRME YOĞUNLUĞUNUN DÜŞÜRÜLMESİ

Tunçbilek Bölgesinde üretilen kömürlerin ortalama laboratuvar değerleri Çizelge Vde verilmiştir. Muhtelif zamanlarda lãvvara verilen yeraltı ve açık ocak tükönan kömürleriyle yıkamaya giren iri kömür (+ 18) ve İnce kömür (0-18) lãvvarlarından alınan numuneler düşük yoğunluklarda yüzdürme-batırma işlemlerine tabi tutulmuşlardır. Lãvardaki oranlarına [% 55 İri kömür, % 45 ince kömür] göre İri kömür ve ince kömür gruplarından alınan numuneler yine aynı işlemlere tabi tutularak değerlendirme yapılmıştır (Çizelge 2).

1986 yılı iş programına göre lãvvara verilmesi öngörülen 3 200 000 ton tükönan kömürün 1 300 000 tonu yeraltından, 1 900 000 tonu da açık ocaklardan karşılanacaktır. Lawardan % 46,75 randımanla 1 496 000 ton kömür alınacak, 1 704 000 ton şist ve solid madde atılacaktır.

Lãvvara verilen tükönan kömürün % 13'ü (416 000 ton) gerekli işlemler sırasında lãvvar artık suları arıtma tesisine gitmektedir. Artık sularla giden solid madde nin % 25'i 0-0,35 mm kömür olarak elde edilmekte, % 75'i de kirli sularla eski açık ocak imalat sahalarına pompalanmaktadır.

Lãvvar girişinde 150 mm lik elek vardır. Elek üstü tükönan kırıcıya verilir. Tükönanın % 8'i (256 000 ton) kırıcıdan çıktıktan sonra triyaj bandına gelir ve yıkamaya girmeden burada elle ayıklanır. Şist ayrı bir banttardan alınarak kamyonlarla atılır.

Çizelge 2 — Düşük Yoğunlukta Yüzdürme Etüdləri

		1,25 gr/cm ³			1,30 gr/cm ³			1,35 gr/cm ³		
		% Nis	AİD % K Kal	Kcal/kg	% Nis	% K kal	Kcal/kg	% Nis	% K kal	Kcal/kg
YERALTI TÜVÖNAN	Yüzen	6,7	6,33	5964	14,1	10,96	5762	23,1	11,60	5654
	Batan	93,3	55,58	2066	85,9	57,72	1852	76,9	63,98	1413
	Toplam	100,0	52,09	2927	100,0	51,09	2405	100,0	51,42	2393
AĞACAN TÜVÖNAN	Yüzen	13,2	6,81	5598	25,5	7,68	2519	35,2	8,98	2490
	Batan	86,8	43,24	2669	74,5	52,83	2100	56,7	58,41	1673
	Toplam	100,0	40,17	3049	100,0	41,25	2977	100,0	41,95	2920
A + B SÜLÜ TUV (+18)	Yüzen	9,7	6,39	5949	14,3	7,60	5418	22,5	9,9	5902
	Batan	90,3	56,94	1716	85,7	59,37	1606	77,5	64,18	1213
	Toplam	100,0	52,04	2066	100,0	52,40	2065	100,0	51,97	2133
RS + JİG SÜLÜ TUV (0 18)	Yüzen	15,6	6,19	5160	30,5	8,61	2043	41,7	10,05	4962
	Batan	84,4	42,25	2667	69,5	49,99	2191	58,3	57,27	1614
	Toplam	100,0	56,62	3056	100,0	57,37	3019	100,0	57,58	3010
(A + B) + (RS + JİG) SÜLÜ TUV BİRLİK ŞİST (% 33 + % 43)	Yüzen	12,4	6,30	5363	21,6	8,05	5249	31,1	9,97	5149
	Batan	87,6	50,42	2144	78,4	25,42	1787	68,9	61,07	1893
	Toplam	100,0	44,45	2543	100,0	45,19	2535	100,0	45,78	2961

Buna göre;

3 200 000 - (416 000 + 256 000) = 2 528 000 ton tüvönan, lâvarda yüzdürme batırma işlemlerinden sonra muhtelif ebatlarda lâve kömür ve şist olarak ayrılmaktadır.

Yoğunluğun 1,25 gr/cm³ ve 1,30 gr/cm³ olması halinde elde edilecek değerleri inceleyelim.

5.1. 1,25 gr/cm³ Yoğunluğun İncelenmesi

Lâvvar yüzdürme yoğunluğunun 1,25 gr/cm³ olması halinde iri kömür gruplarında 1 716 Kcal/kg değerinde batan ürün elde edilmekte, bunun kalorisi santral için yeterli bulunmamaktadır. İnce kömür gruplarından elde edilen 2 667 Kcal/kg'lık değer yüksek olduğu görülmektedir. Lâvardaki oranları çerçevesinde karışım yapıp aynı yoğunlukta yüzdürüldüğünde % 87,6 oranında 2 144 Kcal/kg değerinde batan ürün elde edilmektedir. Yüzen kömür ise % 12,4 randıman ve 5 363 Kcal/kg değerindedir.

Bu randımanla 2 528 000 ton tüvönan kömürden 131 472 ton lâve kömür, 2 214 528 ton 2 144 Kcal/kg değerinde batan ürün elde edilecektir. 2 x 150 = 300 MW gücündeki termik santrallara uygun 2 214 528 ton şist + kömür karışımı sağlanacaktır.

Tunçbilek Bölgesinde üretilen kömürlerin 1986 Şubat ayı fiyatları şu şekildedir:

Cinsi (mm)	TEK (TL)	Sanayi (TL)	Teshin (TL)
+ 30 Krible		11 200	7 200
+ 50 Lâve		11700	9 100
18-50 Lâve		11700	9100
10-18 Lâve		11700	9 100
0-18 Lâve	9 700	9 700	
0-30 Krible	9 000	9 000	
0-1000 Tuvönan	8 600		
0-0,35 Artma	9 000		

Bu durumda lâve kömürlerin ortalama fiyatı 10 000 TL. dolayındadır.

Kıyaslama yapacak olursak;

Mevcut sistem: $1\ 496\ 000 \times 10\ 000 = 14\ 960\ 000\ 000$ TL., $1,25\ \text{gr/cm}^3$ yoğunluğa göre elde edilecek ürün en düşük fiyat olan 8 600 TL/ton'dan işlem görse,

$$(2\ 214\ 528 \times 8\ 600) - (313\ 472 \times 10\ 000) = 22\ 179\ 660\ 800\ \text{TL.}$$

$$(22\ 179\ 660\ 800) - (14\ 960\ 000\ 000) = 7\ 219\ 660\ 800\ \text{TL.}$$

kâr sağlanacaktır. Ancak şu sakıncalar ortaya çıkacaktır.

- Lâve kömür üretimi çok azalacağından Tunçbilek Bölgesine bağımlı sanayi ve teshin gereksiniminde önemli ölçüde darboğaza girilecektir. Ayrıca Ankara ilinin hava kirliliği de olumsuz yönde etkilenecektir.
- $(2 \times 32 + 1 \times 65) = 129$ MW gücündeki eski termik santrallara verilen 500 000 ton/yıl civarındaki 0-18 mm lâve kömürde büyük ölçüde azalma olacağından bu santrallara yakıt temini sorunu ortaya çıkacaktır.
- Lâwarda ağır mayi tamburlarının kapasitesi çok yüksek oranda şisti atmaya uygun değildir. Aynı durum jig, ağır mayi siklonları ve şist nakil üniteleri için geçerlidir.

Bu nedenle söz konusu alternatifin uygulanması mümkün görülmemektedir.

5.2. $1,30\ \text{gr/cm}^3$ Yoğunluğun İncelenmesi

Lâvar yüzdürme yoğunluğunun $1,30\ \text{gr/cm}^3$ olması halinde İri, hatta iri + İnce kömür grupları karışım değerleri ihtiyava uygun değildir. İnce kömür grubu (0-18 mm) tüvönanın ise % 30,5'i yüzmüş % 69,5'i batmıştır. Batanın kalorisi 2 131 Kcal/kg değerinde olup termik santrallar için yeterlidir.

Yüzen Miktar

$$2\,528\,000 \times 0,45 \times 0,305 = 346\,968 \text{ ton}$$

Batan Miktar

$$2\,528\,000 \times 0,45 \times 0,695 = 790\,632 \text{ ton}$$

Siklon ve jig grubu $1,75 \text{ gr/cm}^3$ yoğunluğunda ortalama % 55 randımanla çalışmaktadır. Buna göre mevcut sistemde;

$$2\,528\,000 \times 0,45 \times 0,55 = 625\,680 \text{ ton, 0-18 mm lâve kömür üretilmektedir.}$$

Yoğunluğun $1,30 \text{ gr/cm}^3$ 'e düşürülmesi halinde lâwar artık şistine;

$$625\,680 - 346\,968 = 278\,712 \text{ ton kömür kaçınılacaktır.}$$

Kaçan kömürün fiyatı

$$278\,712 \times 9\,700 = 2\,703\,506\,400 \text{ TL'dir.}$$

Elde edilen ürünün fiyatı

$$790\,632 \times 8\,600 = 6\,799\,435\,200 \text{ TL'dir.}$$

Kazanç

$$6\,799\,435\,200 - 2\,703\,506\,400 = 4\,095\,928\,800 \text{ TL.}$$

Ancak artık miktarının fazla olması nedeniyle özellikle jig grubunda bazı değişiklikler gerekecektir.

Bu durumda $2 \times 150 = 300 \text{ MW}$ gücündeki santral I ara $790\,632 \text{ ton}$ yakıt temin ederek $4\,000\,000\,000 \text{ TL}$ 'nin üzerinde kazanç sağlamak mümkün ise de bu yoğunlukta elde edilecek 0-18 mm lâve kömür ($2 \times 32 + 1 \times 65$) = 129 MW gücündeki eski 3nite 1er için yeterli olmayacaktır. TEK 'nun istediği miktar ve özelliklerde kömürün verilmesi protokolda hükme bağlanmış durumdadır. Ayrıca sanayinin yüksek kalorili toz kömür talebi de günden güne artmaktadır. Bu nedenle söz konusu alternatif de uygun bulunmamaktadır.

6. LAWAR ŞİSTLERİNİN YÜKSEK YOĞUNLUKTA YÜZDÜRÜLEREK DEĞERLENDİRİLMESİ

Mevcut sistemde ortalama $1,75 \text{ gr/cm}^3$ yoğunlukta çalışmakta olan lâwarda yüzen ve batan olarak iki ürün elde edilmektedir.

Kömür hazırlama, yıkama, zenginleştirme teknolojisinde sanayinin gereksinimine göre ikisinin dışında bir ara ürün elde etmek mümkündür.

Lâvarda üretilen lâve kömür miktarını düşürmemek için 1,75 gr/cm³ yoğunluğu sabit tutarak batan kısmın (şist) yüksek yoğunluklarda yüzdürülmesi ve elde edilecek ara ürünün termik santrallarda değerlendirilmesi düşünülebilmektedir. Bu amaçla muhtelif zamanlarda yüzdürme etüdü yapılmış ve elde edilen ortalama değerler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3 — Lavvar Şistlerinin Yüksek Yoğunlukta Yüzdürme Etüdüleri.

		(0-18) mm Şist			(18-150) mm Şist			(0-150) mm Şist		
		% Nis.	% K kül	AİD	% Nis.	% K kül	AİD	% Nis.	% K kül	AİD
1,80	Yüzen	15,8	45,82	2618	9,8	46,61	2712	11,6	45,94	2669
1,80	Batan	84,2	79,83	-	90,2	78,91	-	88,4	79,19	-
Ortalama		100,0	74,14	-	100,0	75,74	-	100,0	75,53	-
1,85	Yüzen	21,8	48,80	2254	13,6	52,87	2305	16,1	50,56	2289
1,85	Batan	78,2	80,57	-	86,4	46,69	-	83,9	79,95	-
Ortalama		100,0	75,64	-	100,0	76,04	-	100,0	75,29	-
1,90	Yüzen	21,3	51,70	2039	14,9	54,15	2091	17,4	53,45	2079
1,90	Batan	76,7	80,06	-	85,1	80,33	-	82,6	80,43	-
Ortalama		100,0	75,93	-	100,0	76,45	-	100,0	75,74	-
1,95	Yüzen	27,7	56,35	1708	18,9	60,84	1617	21,6	59,05	1645
1,95	Batan	72,3	81,44	-	81,1	80,90	-	78,4	81,08	-
Ortalama		100,0	74,49	-	100,0	77,11	-	100,0	76,52	-
2,00	Yüzen	32,3	58,58	1528	21,1	61,61	1564	24,5	60,23	1582
2,00	Batan	67,7	82,07	-	78,9	81,23	-	75,5	81,92	-
Ortalama		100,0	74,98	-	100,0	77,09	-	100,0	76,61	-
		% Rutubet 13,43			% Rutubet 10,40			% Rutubet 13,11		

Ana şist bandından alınan numuneler (0-150 mm şist), çizelgede de görüldüğü gibi 1,90 gr/cm³ yoğunlukta yüzdürüldüğünde % 17,3 randımanlı, % 53,45 küllü, AİD 2073 Kcal/kg olan ara ürün elde edilmektedir. 2 x 150 = 300 MW gücündeki yeni grup termik santralların programı 2170 + 100 Kcal/kg olduğundan bu ürünün santrallarda değerlendirilmesi mümkün görülmektedir.

Yılda elde edilebilecek ara ürünü hesaplayalım;

Arıtma tesisinden alınan kömür	100 000 ton
Triyaj bandından (kırıktan çıkan)	20 000 ton
TOPLAM	120 000 ton

Lâvar üretimi (% 46,75 randıman)	:	1 496 000 ton
Lâve kömür		
1 496 000 - 120 000 =		1 376 000 ton
Lâvardan çıkan kömür + şist		2 528 000 ton
Lâve kömür		1 376 000 ton

Lâwardan atılan şist

$$2\,528\,000 - 1\,376\,000 = 1\,152\,000 \text{ ton}$$

$$\frac{1\,152\,000 \times 17}{100} = 200\,000, \text{on/yıl}$$

1 152 000 ton şistten yılda 200 000 ton ara ürün elde edilebilmesi için ek bir sisteme ihtiyaç vardır. Literatürde, ara ürünlerin en verimli şekilde değerlendirilmesi için gerekli olan ayırıcının, yüksek yoğunlukta çalışabilen ağır mayi siklonları olduğu ifade edilmektedir. Böyle bir siklon günde ortalama 18 saat çalıştığında, saatte 200 ton malzemeyi işleyebilecek kapasitede olmalıdır.

Yapılan etüdlerde, lâwardan atılan şistlerin % 30'u ince (0-18 mm) % 70'i de iri {18-150 mm) şistlerdir. Söz konusu sistemin çalışabilmesi için 18-150 mm ebadındaki şistler kırıcıdan geçirilerek 0-18 mm ebadına küçültülecek, dolayısıyla serbestleşme oranı yükseltilecektir. Bu durumda kırıcıdan geçecek miktar 806 000 ton/yıl ve kırıcı kapasitesi de 140 ton/saat olacaktır.

Bölgemiz lâvarında ek binaya gerek kalmadan arıtma tesisindeki boşluklardan da yararlanarak böyle bir sistemin kurulup çalıştırılması mümkün görülmektedir. Bunun için de lâwann mevcut ünitelerinin dışında yeterli kapasitede siklon, tulumba, kırıcı, kurutucu, seperatör, nakliye ve diğer bağlantı teçhizatı gerekmektedir.

Bu alternatifin geniş kapsamlı maliyet ve verimlilik etüdünün yapılması uygun olacaktır. Ancak ön bir çalışmayla aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Tesis maliyeti (işçilik dahil, komple) 800 000 000 TL.

Yıllık İşletme giderleri

Amortisman (% 10)	=	80000000TL
İşçilik (20 işçi x 9 000 TL/yövmiye x 263 gün)	=	50 000 000 TL
Tamir-bakım (Tesis Mal. % 5)	=	40 000 000 TL
Yedek parça (Tesis Mal. % 10)	=	80 000 000 TL
Enerji (670 KW/h x 18 h/gün x 350 gün x 50 TL/KW)	=	210 000 000 TL
Toplam		460 000 000 TL

Elde edilecek ara ürünün değeri

$$200\,000 \text{ ton} \times 8\,600 \text{ TL/ton} = 1\,720\,000\,000 \text{ TL}$$

Sağlanacak kâr

$$1\,723\,852\,800 - 460\,000\,000 = 1\,260\,000\,000 \text{ TL/yıl}$$

7. LAWAR ŞİSTLERİNİN 0-30 mm TOZ KÖMÜRLE KARIŞTIRILMASI

Bölgemiz lâvarından atılan şistlerin bir miktar kalori ihtiva etmesi nedeniyle, kriblaj tesislerinden üretilen 0-30 mm toz kömürle karıştırılarak termik santral larında değerlendirilmesi yaygın bir düşünce olarak önemini korumaktadır.

Bölgemizde halen maksimum % 69 küllü kömürlerin kalorisinin tesbiti yapılabilmektedir. Daha yüksek küllü kömürlerin ve şistlerin kalorilerinin tesbiti ise kalorisini bilinen bir materyal ile şistin karışımından orantı yoluyla yapılmaktadır. Bu materyal çoğunlukta kalorimetre cihazı için standart referans olarak kullanılan saf benzoik asit (6321 Kcal/kg) ya da kalorisini tesbit edilmiş lâve kömür olmaktadır. Böyle endirek metodlarla koları tesbiti sağlıklı bir analiz için yeterli değildir. Kalorinin doğrudan doğruya tesbitinin yapılabilirliğinin araştırılması için ODTÜ ve MTA ya bölgemizden bir eleman görevlendirilmiş, ancak olumlu sonuç alınmamıştır. MTA da deneme amacıyla geliştirilmiş olan "akışkan yataklar" sistemi, kalori tesbiti için değil yüksek küllü kömürlerin iyi bir havalandırma ile yakılıp yakılmayacağını araştırılması amacıyla taşımaktadır. Ayrıca hesap yoluyla kalori tayini yapılabilmektedir ki, bu metod için elemente I tayinin yapılması gerekmektedir. Yani C, H, O, N ve S analizlerinin yapılması şarttır. Bu durumda hata faktörü daha da artacağından fazla uygulanan bir yol değildir.

Bu nedenlerle bölgemizde yapılan etüd çalışmaları atılan şistin kalorisinin araştırılmasından ziyade belit oranlarda karışımından elde edilen sonuçların irdelenmesi şeklinde yapılmıştır (Çizelge 4).

Kriblaj tesisleri elek altı 0-30 mm toz kömürün ortalama AID 3 000 Kcal/kg değerindedir. $2 \times 150 = 300$ MW gücündeki termik santraller ise 2170 Kcal/kg değerine göre dizayn edilmişlerdir. Yüksek kalorili kömürler kazanlarda cüruf yapmakta, arzulara neden olmakta ve randımanı düşürmektedir. Santraller için gerekli olan kalorisinin İniş çıkış yapmadan süreklilik arzemesi istenilen bir husustur.

Lâvardan toplam 1 152 000 ton şist atılmaktadır. Termik santrallara senede ortalama 700 000 ton 0-30 mm toz kömür verildiğinden bu şistin tamamının değerlendirilmesi mümkün değildir. İnce kömür lâ wann dan ayrılmış yüzey fazladır. Ayrıca jiglerde kaçaklar olmaktadır. Bu nedenle ince şist, iri şiste nazaran yüksek kalorili ve düşük küllüdür. Ayrıca İnce ebatlı olduğu için karıştırılması kolaydır ve kırıcıya gerek kalmayacaktır. Lâvardan atılan şistin % 30'u ince şist olduğundan bu miktar senede 345 000 tonu bulmaktadır.

Çizelge 4'de görüldüğü gibi % 35 0-18 mm şist ve % 65 0-30 mm toz kömür karıştırıldığında 2150 Kcal/kg değerinde % 51,49 küllü yakıt elde edilmektedir.

Değerlendirilecek 345 000 ton ince şiste karıştırılacak toz kömür miktarı;

$$\frac{0,65 \times 345\ 000}{0,35} = 640\ 000 \text{ ton/yıl olacaktır.}$$

Çizelge 4 — Lawar 0-18 mm Şisti ile 0-30 mm Toz Kömürün Değişik Oranlarda Kanştmlmaayla Elde Edilen Ortalama Analiz.

Cinsler	Karışım Oranı	Rutubet (%)	K. Kül (%)	AID
0-18 mm Şist	10,0	18,14	74,38	—
0-30 mm Toz	90,0	19,02	39,17	2990
Toplam	100,0	18,93	42,69	2760
0-18 mm Şist	20,0	18,14	74,38	—
0-30 mm Toz	80,0	19,02	39,17	2990
Toplam	100,0	18,84	46,21	2480
0-18 mm Şist	30,0	18,14	74,38	—
0-30 mm Toz	70,0	19,02	39,17	2990
Toplam	100,0	18,76	49,73	2210
0-18 mm Şist	35,0	18,14	74,38	—
0-30 mm Toz	65,0	19,02	39,17	2990
Toplam	100,0	18,71	51,49	2150
0-18 mm Şist	40,0	18,14	74,38	—
0-30 mm Toz	60,0	19,02	39,17	2990
Toplam	100,0	18,66	53,25	1970
0-18 mm Şist	45,0	18,14	74,38	—
0-30 mm Toz	55,0	19,02	39,17	2990
Toplam	100,0	18,62	55,01	1830
0-18 mm Şist	50,0	18,14	74,38	—
0-30 mm Toz	50,0	19,02	39,17	2990
Toplam	100,0	18,58	56,78	1690
0-18 mm Şist	55,0	18,14	74,38	—
0-30 mm Toz	45,0	19,02	39,17	2990
Toplam	100,0	18,54	58,54	1590
0-18 mm Şist	60,0	18,14	74,38	—
0-30 mm Toz	40,0	19,02	39,17	2990
Toplam	100,0	18,49	60,30	1510
0-18 mm Şist	70,0	18,14	74,38	—
0-30 mm Toz	30,0	19,02	39,17	2990
Toplam	100,0	18,40	63,82	1240
0-18 mm Şist	75,0	18,14	74,38	—
0-30 mm Toz	25,0	19,02	39,17	2990
Toplam	100,0	18,34	65,58	1130

Sağlanacak kâr miktarını hesaplayalım;

Satılabilir üretim artışından sağlanacak karışma giren toz kömürün fiyatı 9 000 TL'dan 8 600 TL'na düşecektir. Bu miktar;

$$640\ 000 \times 400 = 256\ 000\ 000 \text{ TL'dır.}$$

Satılabilir üretim artışından elde edilecek kâr;

$$(345\ 000 \times 8\ 600) - 256\ 000\ 000 = 2\ 711\ 000\ 000 \text{ TL.}$$

Lâvvar ince şistini doğrudan doğruya dışarıya çıkarmak mümkündür. Lâvvar dışında uygun bir yer seçilerek basit bir tesis kurmak suretiyle tesbit edilen oranlarda homojen bir karışım sağlanabilir. Ya da termik santraller tumbası yakınında yapılacak bir stok sahasında titiz bir harmanlama suretiyle İstenilen karışım elde edilebilir. Her ikisi için de fazla bir yatırım masrafı gerekmeyecektir.

8. SONUÇ

- Lâvvar yüzdürme yoğunluğu düşürülerek batan ürünün termik santral I ar in yeni gruplarında (2 x 150 = 300 MW) değerlendirilmesi ekonomik yönden avantajlı görülmekte, ancak eski gruplarla (2 x 32 + 1 x 65 = 129 MW) piyasa ve sanayinin yüksek kalorili kömür talebinin karşılanamaması nedeniyle uygun bulunmamaktadır.
- Lâvvar binaları içerisinde kurulacak bir tesiste, artık şistlerin 1,90 gr/cm³ yoğunlukta yüzdürülmesiyle 2073 Kcal/kg değerinde yılda 200 000 ton ara ürün elde edilmesi ve bunun yeni grup termik santrallerde değerlendirilmesi mümkündür.
- Lâvvar ince şistlerinin (0-18 mm), kırblaj tesislerinden elde edilen toz kömürle (0-30 mm) homojen bir şekilde karış tılmasıyla (% 35 şist, % 65 toz kömür) yeni grup termik santrallara uygun 2150 Kcal/kg değerinde yılda 345 000 ton dolayında yakıt artışı sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

1. ———, GLİ Müessesesi Müdürlüğü, Çeşitli Projeler, Faaliyet Raporları, İş Programları, Tavşanlı, 1985-1986.
2. ÇAKIR, O., Kişisel Görüşmeler, GLİ Müessesesi Müdürü, Tavşanlı, 1985-1986.
3. ÇAKIR, O., GLİ Tunçbilek Bölgesinde Kurulan 2 x 150 MW Gücündeki Termik Santrallara Kömür Temini ile İlgili Rapor, Tunçbilek, 1982, Yayınlanmamış.
4. ÖNAL, G., Cevher Hazırlamada Flotasyon Dışındaki Zenginleştirme Yöntemleri, İstanbul, 1985.
5. PERRY, J.H., Chemical Engineers Handbook, New York, 1950.
6. ALPAR, S.R., HAKDİYEN, M.İ., BİLGAT, T., Sınai Kimya Analiz Metodları, İstanbul, 1976.
7. BUYURAN, M.S., YILDIRIM, G., GLİ Tunçbilek Lâvvar Tesisleri ve Teknolojik Sorunları, TÜBİTAK, Gebze, 1985.
8. COĞUPLUGİL, N., YAVUZŞEN, E., İnce Kömür Lâvvanında R-S Şlam Siklonları Altınım Tankta 0,2 mm kadar Çöktürülmesi ile İlgili Rapor, Tunçbilek, 1982, Yayınlanmamış.