

Türkiye 12. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 23-26 Mayıs 2000, Zonguldak-Kdz. Ereğli, Türkiye
Proceedings of the 12th Turkish Coal Congress, 23-26 May 2000, Zonguldak-Kdz Ereğli/Turkiye

AFŞİN - ELBİSTAN LİNYİTLERİNİN TERMİK SANTRALİN PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

THE EFFECT OF AFŞİN - ELBİSTAN LIGNITES ON THE PERFORMANCE OF POWER STATION

Suphi URAL, Çukurova Üniversitesi, Müh. - Mim. Fakültesi, 01330 Adana
Ahmet Hakan ONUR, Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fakültesi, 35100 İzmir

ÖZET

Termik santralin kazanlarında yakıt olarak kullanılacak linyitlerin kalitesini belirleyen en önemli üç parametre Afşin-Elbistan linyitlerinin mekanik dayanımları, ısı değerleri ile kül oranları arasındaki orantı ve külün CaO içeriğidir. Linyitlerin darbe dayanım değerleri %9,8 ile %56, ısı değerleri ile kül oranları arasındaki orantı 20 ile 63 ve külün CaO içeriği %5 ile %86 arasında değişmektedir. Oysa yakıt olarak kullanılacak linyitlerin ortalama darbe dayanım değeri %45 ve varyansı %4, ısı değerleri ile kül oranları arasındaki orantı ortalama 29 ve varyansı 4, külün CaO içeriği ortalama %35 ve varyansı %5 olmalıdır. Kömür yatağı ara kesme olarak Gıda tabakalarının bulunduğu üst damar ve ara kesme olarak Kil katmanlarının Gıda tabakalarının yerini aldığı alt damar olmak üzere iki kısma ayrılmıştır. Linyitik tip kül içeren linyit tabakaları maden yatağının üst kısımlarında yer almaktadır. Bitümlük tip kül içeren linyit tabakaları ise maden yatağının orta ve alt kısımlarında bulunur. Alt ve üst damarlardaki blokların %60'ı satılabilir linyit özellikleri göstermemektedirler ve birlikte harmanlanmaları gerekir.

ABSTRACT

Impact strength, calorific value-ash content ratio, and CaO content of ash are very important as limiting parameters for determining the saleable coal specifications of Afşin-Elbistan lignite. The impact strength of Afşin-Elbistan lignite vary between %9,8 and 56, calorific value-ash content ratio vary between %20 and %63 and CaO content of ash vary between %5 and %86 respectively. The averages and the variances of the impact strength, calorific value-ash content ratio and CaO content of ash have to be %45 and %4, %29 and %4, %35 and %5 respectively. Seam is divided as upper seam, where the Gytja formation occurs as a sterile intercalation, and lower seam, where Clay occurs instead of the Gytja. The top of the seam contains lignitic type ashes. The middle and the bottom of the seam contain bituminous type ashes. %60 of the coal reserve are not saleable lignites and they have to be blended.

1. GİRİŞ

Ülkemiz linyit yatakları içinde en büyük potansiyele sahip Afşin-Elbistan Linyit Havzası düşük ısı değerine rağmen önemli enerji hammadde kaynağıdır. Kahramanmaraş ilinin Afşin ve Elbistan ilçeleri sınırları içerisinde yer alan havzada toplam 3,25 milyar ton linyit bulunmaktadır. Gerek ülkemizin artan enerji ihtiyacının karşılanması, gerekse diğer linyit sahalarına göre daha ekonomik örtü/liniyit oranı ile Afşin-Elbistan Linyit Havzası, öncelikle değerlendirilmesi gereken saha olma özelliğine sahiptir. 344 Mw gücünde 16 adet termik santral ünitesinin yakıt ihtiyacını karşılayabilecek kapasiteye sahip olan havzada halen 4 x 344 MW gücündeki Afşin-Elbistan (A) Termik Santrali 1984 yılından bu yana faaliyet göstermektedir.

Termik santralin yakıt ihtiyacı havzanın kuzey doğusunda yer alan Kışlaköy Açık İşletmesinden sağlanmaktadır. Altı adet Döner Kepçeli Kazıcı, 55 km uzunluğunda bant konveyör sistemi ve beş adet dökücü ile teçhiz edilmiş olan Kışlaköy Açık İşletmesi ortalama 55 milyon m³/yıl örtü kazı ve 20 milyon ton/yıl linyit üretebilecek şekilde tasarlanmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı

1984 yılında ilk ünitesi işletmeye alınan ve 1988 yılında 4 ünitesi ile hazır hale getirilen Afşin-Elbistan(A) termik santralinin performansı planlanan değerlerin altında gerçekleşmekte ve ayrıca çevre kirliliğine neden olmaktadır (Dünya Bankası Proje Performans Raporu, 1993). 1984-1997 yılları arasında 110,7 milyon Mwh elektrik üretimi öngörülmüş ancak 55,5 milyon Mwh üretilmiştir. 1998 ve 1999 yıllarında ise enerji üretimi 8 milyar kwh civarında gerçekleşmiştir. Termik santralin kazanlarında yakıt olarak kullanılan Afşin-Elbistan linyitlerinin kalitesinden kaynaklanan başlıca problemler şunlardır;

- Kazan altı ızgaralarının hava geçişleri erimiş veya yan erimiş kül ile tıkanarak yanma veriminin düşmesine neden olmaktadır. Bu anıza türü vardiya raporlarında "kazan altının tıkanması veya kazan altı paletli çıkancılann yüklenmesi" olarak adlandırılmaktadır,
- Erimiş veya yapışkan tortular kazan içerisindeki ısı değiştirici yüzeylerde toplanarak ısı transferini engellemektedir. Yine bu erimiş ve yapışkan tortular kül nakliyat hattına hasar vererek santralin devre dışı kalmasına neden olmaktadır (TEK, 1990).

Projeye göre yanma artıklarının %80'inin elektro filtreler tarafından tutulması öngörülmüştür. Yanma artıklarının büyük bir çoğunluğunun uçucu olup kazanı baca gazları ile birlikte terk etmesi durumunda; bu filtreler daha yüksek uçucu kül konsantrasyonuna göre olmadığından, aşırı derecede yüklenip parçacıkların önemli bir kısmını tutmakta yetersiz kaldığından, bacadan kaçan parçacıklar çevreyi kabul edilebilir sınırları ötesinde kirlenmektedir.

Bu çalışmanın amacı; Santralin performansını düşüren ve çevre kirliliğine neden olan linyit türlerinin özelliklerini belirleyerek, satılabilir linyitlerin kalitesini belirleyen spesifikasyonları güncelleştirmek ve kömür yatağını modelleyerek değişik özellikler gösteren damarların miktar ve kalite dağılımlarını ortaya çıkartarak daha etkin bir üretim planlaması yapılmasına olanak sağlamaktır.

2. Linyit Kalitesine İlişkin Parametreler

Afşin - Elbistan Termik Santral İşletme Müdürlüğü ile Maden İşletme Müdürlüğü arasında yapılan protokole göre santrale yakıt olarak verilecek linyitlerin orijinal bazdaki günlük ortalama değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. İşletmede tutulan vardiya kayıtları incelendiğinde, yakıt olarak kullanılan linyitler satış spesifikasyonunda belirtilen sınırlar içerisinde olmasına rağmen santralde kömür kalitesine bağlı duruşların olması, satılabilir linyitlerin kalitesini belirleyen parametreleri ve bunların sınır değerlerini yeniden belirlenmesini gerektirmiştir.

Çizelge 1. Santrale Verilecek Linyitlerin Orijinal Bazdaki Değerleri (TEK, 1992)

Baz kalorifik değer	1050 ± 100 kcal/kg
Minimum kalorifik değer	750 kcal/kg
Maksimum kalorifik değer	1350 kcal/kg
Kül oranı	% 8-23
Nem oranı	% 50-64
Küldeki CaO Oranı	% 20-40

Kömür kalitesi ile ilişkili olarak görülen anza ve duruşlar dört grupta incelenebilir;

- Kazan altı kül çıkancılann kapasitelerinin yetersiz kalması,
- Elektro filtrelerin kısa devre olması (duruş gerektirmeyebilir),
- Kazan yükünün anlık dalgalanmalar göstermesi,
- Isı transfer yüzeylerinde cürufiaşma.

2.1. Afşin-Elbistan Linyitlerinin Dayanım Özelliklerinin Külün Kazan Kirlenme ve Cürufiaşma Eğilimi Üzerindeki Etkisi

Kazan altına toplanarak ızgaralann tıkanmasına ve cürufiaşmaya neden olan linyit türleri ile, kazanın üst kısmılandaki ısı transfer yüzeylerine yapışarak kirliliğe neden olan linyitlerin öğütülebilirlik ve diğer özellikleri belirlenerek, kısa istatistikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Afşin-Elbistan Linyitlerinin Öğütülebilirlik ve Diğer Bazı Özelliklerine İlişkin Kısa İstatistikler

	HI	Baz/Asit	Isıl Değer (kcal/kg)	Kuru Kül Oranı (%)	Kalori/Kül	Uçucu Madde	Sabit Karbon
Minimum	39	0,28	433	20,16	8,50	9,30	2,90
Maksimum	152	13,74	1639	50,96	81,30	21,84	14,30
Ortalama	69	3,88	1196	39,45	34,39	18,37	9,13
Std. Sapma	33,4	4,32	314	9,02	18,50	3,29	3,12

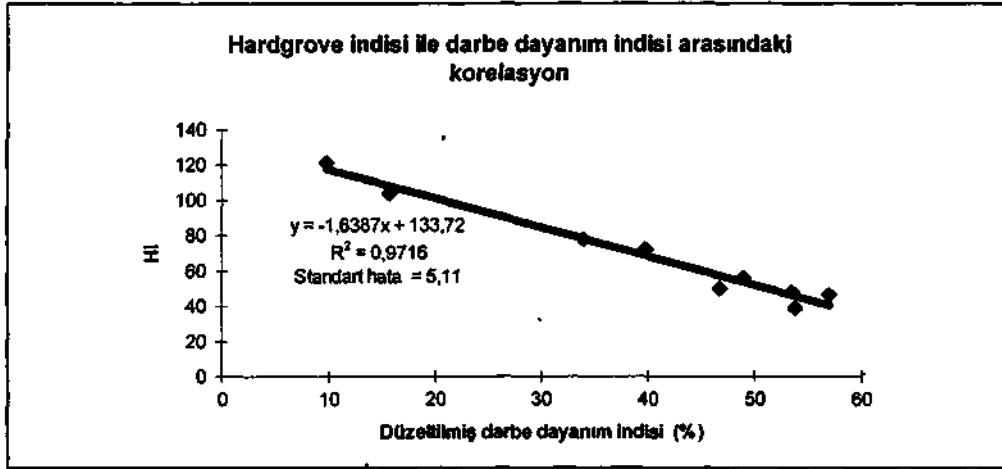
Kazan tasarımcılann Afşin-Elbistan termik santrali için değirmenden çıkan linyitlerin %95 inin boyutunun 1 mm'den küçük, % 55 inin 1 mm'den küçük ve 0,09 mm'den büyük, % 40'ınm da 0,09 mm'den küçük olması gerektiğini bildirmektedir. (Deutsch-Babcock, 1975). Afşin-Elbistan Termik Santrali işletme yetkilileri tarafından hazırlanan "TEK Afşin-Elbistan Termik Santral 2 Nolu Kazanında Yapılan Özel Testler (1990)" adlı rapordan elde edilen verilere göre HI değeri 66'nın üzerinde ve HI değeri 53'ün altındaki linyit türlerinde değirmenden çıkan linyitlerin tane boyut dağılımdan tasarımlarının dışında kalmaktadır. Değirmenlere HI değeri 66'nın üzerinde olan linyitler beslendiğinde kazanlardaki uçucu kül oranı %90' in üzerine çıkmaktadır.

Buna karşın HI değeri 53 ün altına düştüğünde kazan altına düşen kül miktarı %10'un üzerine çıkmakta ve ayrıca kazanın alt bölgelerindeki sıcaklık da artarak külün yumuşamasına ve hatta ergimesine neden olmaktadır.

2.1.1. Düzeltilmiş Darbe Dayanım Deneyi (MİSİ)

Afşin-Elbistan Linyitlerinin öğütülebilirlik özelliklerine göre sınırlandırılabilmesi için Düzeltilmiş Darbe Dayanım Deneyi adı altında bir yöntem geliştirilmiştir. Deneyde 4795 gram ağırlığında ve 7,5 cm çapında bir çelik silindir, 10 cm yükseklikten aynı çapta içi delik başka bir silindir içerisine düşürülmektedir. Deneye girecek örnekler çekiçle parçalanır ve 4 - 3,15 mm ebadındaki iki elekten elenir, elek arasında kalan 13,1 gram örnek deney hücresine konularak yukarıda bahsi geçen ağırlık, örnek üzerine 3 kez düşürülür. Silindirden boşaltılan örnek elenerek 3,15 mm elek üstü düzeltilmiş darbe değeri olarak tanımlanır (Ural, 1999).

Hardgrove indisi bilinen kömür numunelerine, düzeltilmiş darbe dayanım deneyi uygulanarak iki yöntem arasındaki korelasyon araştırılmıştır. Hardgrove deneyinde tanelere uygulanan zorlama, kesme ve darbe dayanım deneyinde ise darbe şeklindedir. Ayrıca, düzeltilmiş darbe dayanım deneyinde kullanılan kömür tanelerinin boyutu diğer deneyde kullanılan numunelere oranla daha büyük olduğu için tanelerin mikro çatlak uzunlukları nedeni ile boyut küçültme için harcanacak enerji miktarları ve ufalanma mekanizmaları da farklıdır. İki deney arasında kuvvetli bir korelasyon olması darbe dayanım deney sonuçlarının da kömürün dayanımı hakkında güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Hardgrove İndisi ile Düzeltilmiş Darbe Dayanım İndisi Arasındaki İlişki

Afşin-Elbistan linyitlerinin Hardgrove indisi ile düzeltilmiş darbe dayanım indisi arasındaki korelasyondan faydalanarak satılabilir linyitlerin dayanım değerlerini Çizelge 3'deki gibi tanımlayabiliriz.

Çizelge 3. Satılabilir Linyitlerin Darbe Dayanım ve Hardgrove indisi Değerleri

	Hardgrove İndisi (HI)	Düzeltilmiş Darbe Dayanım Değeri (%)
Minimum	53	41
Maksimum	66	49
Ortalama	59	45
Std. Sapma	2,2	1,3

2.2. Linyitlerin Isıl Değerleri İle Kül İçerikleri Arasındaki Oranın Kazan İşletmeciliği Açısından Önemi

Linyitin ısıl değeri ile kül içeriği arasındaki oransal ilişki kazan işletmeciliğini doğrudan ilgilendiren bir parametredir. Bir ünitenin yakıt tüketimi ile, yakıt olarak kullanılan linyitin kül oranı arasında negatif bir ilişki vardır. Her bir ünitenin kurulu gücü 344000 kw olup, 1 kwh üretim için 2289 kcal enerji gerekmektedir. Bu durumda 1 saatlik elektrik üretimi için her ünitenin 787500000 kcal enerjiye ihtiyacı vardır. Linyitin ısıl değeri düşüktüğü kazana verilen linyit miktarının artırılması gerekir. Diğer taraftan kazandan çıkarılabilecek kül miktarı da 172 ton/saat ile sınırlıdır. Ural ve Onur (1995) termik santralin kazanlarına yakıt olarak beslenebilecek linyitlerin orijinal bazdaki müsaade edilebilir kül oranını aşağıdaki eşitlikle açıklamışlardır;

$$\text{Orijinal Bazda Maksimum Kül Oranı (\%)} = \text{Orijinal Linyitin Isıl Değeri} / 50 \quad [1]$$

$$\text{Orijinal Linyitin Isıl Değeri} / \text{Orijinal Kül Oranı} = 50 \cdot \quad [2]$$

Linyitin ısıl değeri ile Kül oranı arasındaki/ bu parametre "Kal/Kül olarak adlandırılmıştır. Her bir üniteye 344 Mw yükü çalıştırılması için Kal/Kül oranının 50'den büyük olması gerekmektedir. Kuru bazdaki kül için ise bu oran;

$$\text{Orijinal Linyitin Isıl Değeri} / \text{Kuru Kül Oranı} = 25 \quad [3]$$

2.3. Satılabilir Kömür Özelliklerinin Yeniden Belirlenmesi

Termik santral kazanlarında verimli bir yanma ortamının sağlanabilmesi ve küllerden kaynaklanan kazan kirliliğinin önlenmesi için aşağıdaki parametreler önerilmiştir:

- Kazanın kül atma kapasitesinin 156 ton / saat' in altında tutulabilmesi için kömürün ısıl değeri ile kül oranı arasındaki orantı (kal/kül),
- Kazan kirliliğini kontrol edebilmek için küldeki CaO oranı,
- Kazanlardaki ısı dağılımını kontrol edebilmek için linyitin darbe dayanım değeri.

Termik santralde yakıt olarak kullanılacak linyit kömürlerinin kalitesini belirleyen parametrelerin günlük ortalama değerleri ile 4 saatlik ortalamaların 24 saat içerisindeki standart sapma değerleri Çizelge 4 de verilmiştir.

Çizelge 4. Satılabilir Kömürün Özellikleri

	Ortalama	Std. Sapma	Min.	Maks.
Düzeltilmiş Darbe Dayanımı (%)	45	2	41	49
Isıl Değer / Kül Oranı (kal/kül)	29	2	25	33
Küldeki CaO Oranı (%)	35	5	20	50

3. Linyit Rezervinin Conditional Simulation Yöntemi ile Kestirimi

Maden yatağı birbirleri ile yapısal farklılık gösteren alt ve üst damar olmak üzere ikiye ayrılarak modellenmiştir. Ancak kuyu kayıtlarında karot numunelerine ilişkin CaO analizleri bulunmadığından bu parametre yatak modeline dahil edilememiştir.

Kalınlık (kjinyit), kalınlık X MİSİ (a_MISI) kalınlık X kalori (a_kalori) ve kalınlık X kül (ajcül) değişkenlerinin ortalama deneysel variogramları hesaplanmış ve karotlu sondajlara ilişkin veriler Deutsch ve Journel (1992) tarafından geliştirilen "Geostatistical Software Library" adlı yazılım kullanılarak kalınlık, kalori, kül ve düzeltilmiş darbe dayanım değerlerinin yatak içerisindeki miktarları ve dağılımları

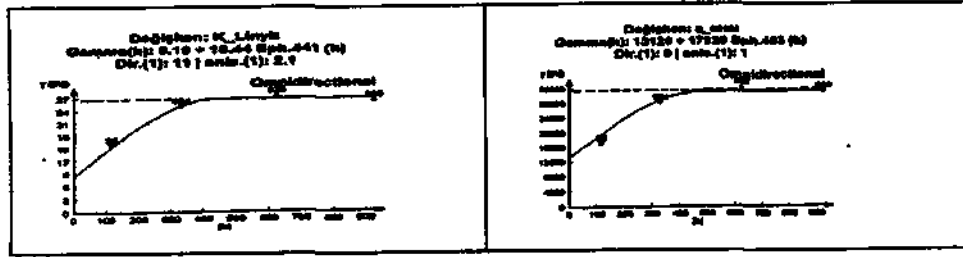
kestirilmiştir. Üst ve Alt damarlar 150x150 m boyutlarında 203 adet panoya bölünmüş ve GSLIB içerisindeki "Şasim" adlı yazılım kullanılarak her bir pano için kalınlık, kalori, kül ve MİSİ parametrelerine ilişkin 50 ayrı model oluşturulmuştur. Sonra her panonun ortalama kalınlık, kalori, kül ve MİSİ değerlerinin ortalaması ve varyansı hesaplanmıştır.

3.1. Üst Damar Variogram Analizi ile Kalite ve Rezerv Kestirimi

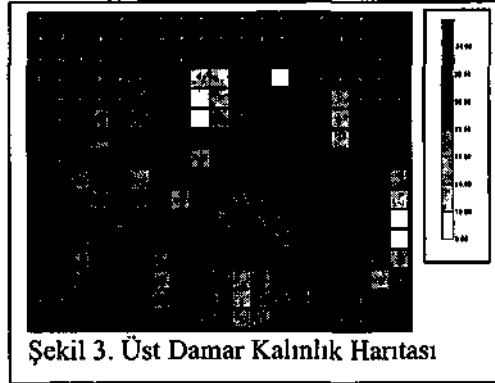
Üst damarın kalınlık ve a_MİSİ değişkenleri için uyarlanan modeller Şekil 2'de, bloklann conditional simulation yöntemi ile üretilen ortalamaları ve standart sapma değerlerine ilişkin istatistikler Çizelge 5'de, bloklann ortalama kalınlık haritası Şekil 3'de, MİSİ değişkeninin ortalama blok değerleri Şekil 4'de verilmiştir.

Çizelge 5. Üst Damardaki Bloklann Şartlı Modelleme Yöntemi ile Üretilen Ortalamaları ve Standart Sapma Değerlerine İlişkin İstatistikler

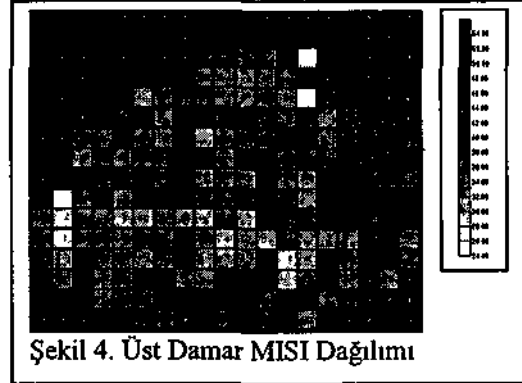
	Kalınlıkta)	Rezervin(*)	Kal/Kül	Std. Sapma	MİSİ	Std. Sapma
ortalama	11,02	248056,50	32,51	15,24	32,35	12,70
std. sapma	2,82	63367,31	9,94	4,61	9,35	5,21



Şekil 2. Üst Damar Değişkenlerine İlişkin Variogramlar



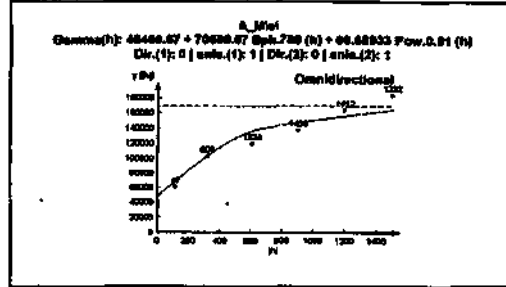
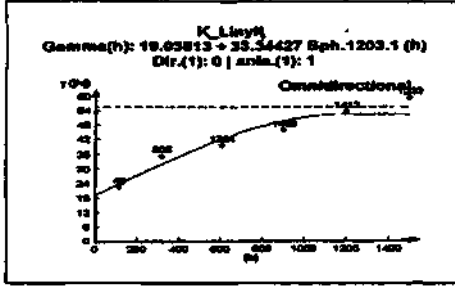
Şekil 3. Üst Damar Kalınlık Haritası



Şekil 4. Üst Damar MİSİ Dağılımı

3.2. Alt Damar Variogram Analizi ile Kalite ve Rezerv Kestirimi

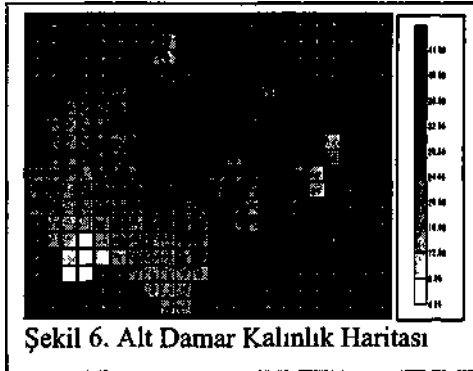
Alt damarın kalınlık ve aJMİSİ değişkenleri için uyarlanan modeller Şekil 5'de, bloklann conditional simulation yöntemi ile üretilen ortalamaları ve standart sapma değerlerine ilişkin istatistikler Çizelge 6'da, bloklann ortalama kalınlık haritası Şekil 6'da, MİSİ değişkeninin ortalama blok değerleri Şekil 7'de verilmiştir. Alt damarın kalori/kül oranının %68'i 25'in üzerinde olmasına rağmen düzeltilmiş darbe dayanım değerinin %70'ı 49'un üstünde olup sadece %30'u satılabilir kömür özelliklerdedir.



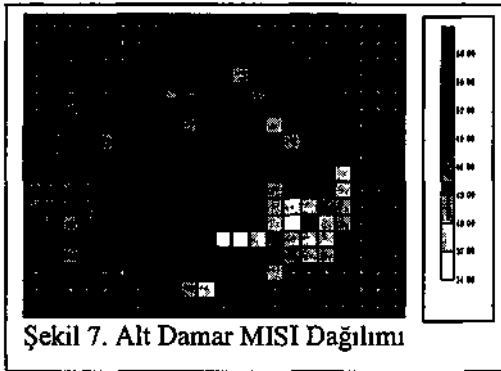
Şekil 5. Alt Damar Değişkenlerine İlişkin Variogramlar

Çizelge 6. Alt Damardaki Blokların Şartlı Modelleme Yöntemi ile Üretilen Ortalama ve Standart Sapma Değerlerine İlişkin İstatistikler

	Kalınlık (m)	Rezerv (m ³)	Kal/Kül	Std.Sapma	MİSİ	Std.Sapma
ortalama	19,13	430529	38	3,8	52,5	3,6
std.sapma	5,47	123125	7,8	1,13	5,27	0,91



Şekil 6. Alt Damar Kalınlık Haritası

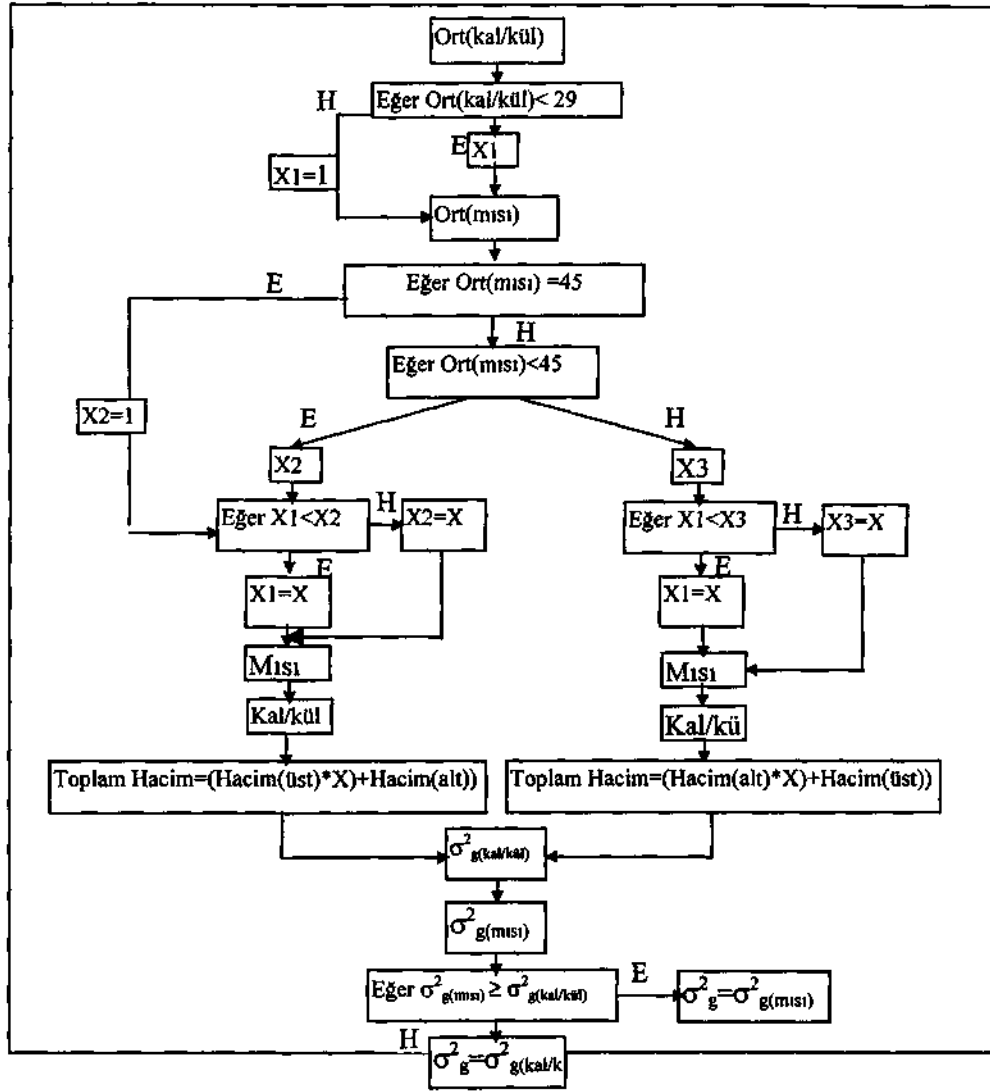


Şekil 7. Alt Damar MISİ Dağılımı

4. Kömür Harmanlama ve Stoklama

Alt damarda yer alan linyitlerin üst damara oranla ısı değerleri yüksek ve kül oranları daha düşük olmasına karşın büyük bir kısmının düzeltilmiş darbe dayanım değerleri yüksektir. Bu nedenle düzeltilmiş darbe dayanım değeri küçük olan üst damar linyitleri ile birlikte harmanlanması gerekmektedir.

Alt ve üst damarları birlikte harmanlayabilecek ve Çizelge 4'deki sınır değerleri içerisinde kalabilecek bir model oluşturulmuştur (Şekil 8). Bu modelde kullanılan kısaltmalar Çizelge 7'de ve değişkenler Şekil 9'da açıklanmıştır. Modelde alt ve üst damarlardaki büyük çoğunluğu doğrudan santral kazanlarında yakıt olarak kullanılacak özelliklere sahip olmayan bloklar madende oluşturulan iki ayrı kademeden üretilerek kömür stok sahasına gönderilmekte ve burada birlikte harmanlanarak satılabilir kömür özellikleri kazandırılmaktadır. Stok sahasına gönderilen linyitlerin kal/kül ve MİSİ değerlerinin varyansını düşürebilmek için bir homojenizasyon modeli geliştirilmiştir (Şekil 10). Modelde kullanılan kısaltmalara ilişkin açıklamalar Çizelge 8'de yapılmıştır. Şartlı modelleme yöntemi ile üst ve alt damar için üretilen blok değerleri, harmanlama ve homojenleştirme algoritmasına uygun olarak Microsoft Excel'de hazırlanan bir yazılım ile üretilmiştir. Bu yazılımdan üretilen sonuçların kısa istatistik analiz sonuçları Çizelge 9'da görülmektedir.



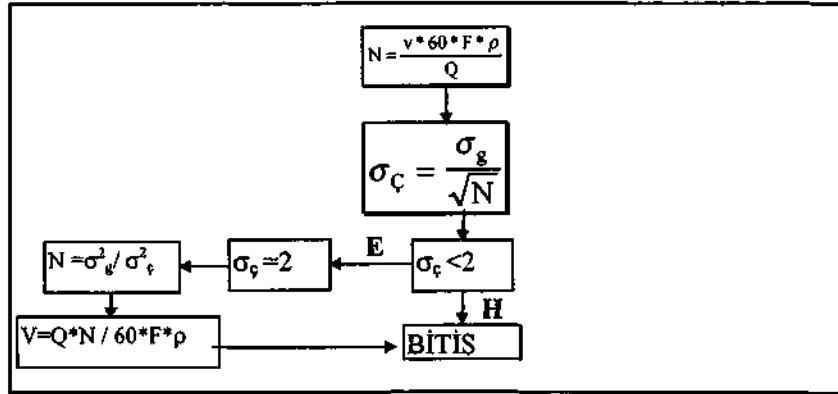
Şekil 8. Harmanlama Modelinin Algoritması (Ural, 1999)

Çizelge 7. Harmanlama Modelinde Kullanılan Kısaltmalar

Kısaltma	Açıklaması
Ort(kal/kül)	Üst ve alt damar bloklarının kal/kül değerlerinin ağırlıklı ortalaması
Ort (mısı)	Üst ve alt damar bloklarının MİSİ değerlerinin ağırlıklı ortalaması
X1	Üst damar bloğundan kal/kül değerine göre üretilecek linyit oranı
X2	Üst damar bloğundan MİSİ değerine göre üretilebilecek linyit oranı
X3	Alt damar bloğundan MİSİ değerine göre üretilebilecek linyit oranı
Toplam Hacim	Alt ve üst damarlardan ayrıanda üretilebilen linyit miktarı
$\sigma^2_{g(kal/kül)}$	Üst ve alt damarlardan üretilen iki bloğun varyansı
$\sigma^2_{g(mısı)}$	Üst ve alt damarlardan üretilen iki bloğun varyansı
σ^2_g	Stok stohasına gönderilen linyitlerin varyansı

$$\begin{aligned} \text{Ort}(kal / kül) &= \frac{(\text{Ust}(kal / kül) * \text{Hacim}(\text{Ust})) + (\text{Alt}(kal / kül) * \text{Hacim}(\text{Alt}))}{\text{Hacim}(\text{Ust}) + \text{Hacim}(\text{Alt})} & [4] \\ \text{Ort}(mısı) &= \frac{(\text{Ust}(mısı) * \text{Hacim}(\text{Ust})) + (\text{Alt}(mısı) * \text{Hacim}(\text{Alt}))}{\text{Hacim}(\text{Ust}) + \text{Hacim}(\text{Alt})} & [5] \\ X_1 &= \frac{(\text{Alt}(kal / kül) * \text{Hacim}(\text{Alt})) - (29 * \text{Hacim}(\text{Alt}))}{(29 * \text{Hacim}(\text{Ust})) - (\text{Ust}(kal / kül) * \text{Hacim}(\text{Ust}))} & [6] \\ X_2 &= \frac{(\text{Alt}(mısı) * \text{Hacim}(\text{Alt})) - (45 * \text{Hacim}(\text{Alt}))}{(45 * \text{Hacim}(\text{Ust})) - (\text{Ust}(mısı) * \text{Hacim}(\text{Ust}))} & [7] \\ (mısı) &= \frac{(\text{Ust}(mısı) * (\text{Hacim}(\text{Ust}) * X) - (\text{Alt}(mısı) * \text{Hacim}(\text{Alt})))}{(\text{Hacim}(\text{Ust}) * X) + \text{Hacim}(\text{Alt})} \quad (\text{Ort}(mısı) < 45 \text{ ise}) & [8] \\ (kal / kül) &= \frac{(\text{Ust}(kal / kül) * (\text{Hacim}(\text{Ust}) * X) - (\text{Alt}(kal / kül) * \text{Hacim}(\text{Alt})))}{(\text{Hacim}(\text{Ust}) * X) + \text{Hacim}(\text{Alt})} \quad (\text{Ort}(mısı) < 45 \text{ ise}) & [9] \\ X_3 &= \frac{(\text{Ust}(mısı) * \text{Hacim}(\text{Ust}) - (45 * \text{Hacim}(\text{Ust})))}{(45 * \text{Hacim}(\text{Alt})) - (\text{Alt}(mısı) * \text{Hacim}(\text{Alt}))} & [10] \\ (mısı) &= \frac{(\text{Alt}(mısı) * (\text{Hacim}(\text{Alt}) * X) - (\text{Ust}(mısı) * \text{Hacim}(\text{Ust})))}{(\text{Hacim}(\text{Alt}) * X) + \text{Hacim}(\text{Ust})} \quad (\text{Ort}(mısı) > 45 \text{ ise}) & [11] \\ (kal / kül) &= \frac{(\text{Alt}(kal / kül) * (\text{Hacim}(\text{Alt}) * X) - (\text{Ust}(kal / kül) * \text{Hacim}(\text{Ust})))}{(\text{Hacim}(\text{Alt}) * X) + \text{Hacim}(\text{Ust})} \quad (\text{Ort}(mısı) > 45 \text{ ise}) & [12] \\ \sigma_g^2(kal / kül) &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{50} ((kal / kül) - (kal / kül_{ij}))^2 & [13] \\ \sigma_g^2(mısı) &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{50} ((mısı) - (mısı_{ij}))^2 & [14] \end{aligned}$$

Şekil 9. Harmanlama Modelinde Kullanılan Değişkenler



Şekil 10. Kömür Homojenizasyon Modeli

Çizelge 8. Homojenizasyon Modelinde Kullanılan Sembollerin Anlamları

Sembol	Açıklama
N (adet)	Katman sayısı
V (m/dakika)	Dökücü makinanın hızı
F (m')	Stok yığınının kesit alanı
Q (ton/saat)	Dökücü makinanın kapasitesi
a _c	Stoktan santrale gönderilen linyitin kalitesindeki std. sapma miktarı
p (ton/m ³)	Linyitin yığın yoğunluğu

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Santralde yakıt olarak kullanılan linyitlerin kalitesinden kaynaklanan üretim kayıpları olduğu görülmüştür. Satılabilir linyitlerin kalitesine ilişkin olarak üç yeni parametre önerilmiştir. Linyitin orijinal ısı değerinin kuru bazdaki kül oranına bölünmesi ile elde edilen kalori/kül oranı, kömürün ısı değeri ile kazandan atılacak kül miktarını birlikte kontrol etmektedir. Düzeltilmiş Darbe Dayanım Değeri (MİSİ), değirmenlerden çıkarak kazana gönderilen linyitlerin parça boyut dağılımını kontrol etmek amacıyla düşünülmüştür. Kazan kirliliğini kontrol edebilmek için ise küldeki CaO oranı ortalama %35 ve varyansı %5 olmalıdır. Satılabilir linyitlerin kal/kül oranı en az 50 (orijinal bazda ısı değerinin yine orijinal bazdaki kül oranına olan orantısı) olmalı ve dört saatlik ortalamaların 24 saat içerisindeki standart sapması %2'yi geçmemelidir.

Linyitik tip kül içeren linyit tabakaları maden yatağının üst kısımlarında yer almaktadır. Bitümlük tip kül içeren linyit tabakaları ise maden yatağının orta ve alt kısımlarında bulunur. Bu nedenle maden yatağı, kazan kirlenme özelliklerine bağlı olarak, alt damar ve üst damar olmak üzere iki kısma ayrılmıştır. Maden planlaması da buna göre yapılarak her damar için ayrı bir açık işletme kademesi planlanmıştır. Düzeltilmiş darbe dayanım değeri üst damarda ortalama % 32,35 ve standart sapması ise % 12,7 iken alt damarda ortalama % 52,5 ve standart sapması % 3,6'dır. Alt ve üst damarlardaki blokların büyük bir kısmı tek başlarına satılabilir linyit özellikleri göstermemektedirler ve birlikte harmanlanmaları gerekir.

Tesiste halen bulunmakta olan kömür stok sahasının makine ve ekipmanların kalitedeki sapmaları istenilen seviyeye getirebilecek özelliklere sahiptir. Ancak halen uygulanmakta olan harmanlama ve homojenleştirme modelleri ile linyit kalitesindeki ortalamadan olan sapmaları istenilen seviyede tutmak mümkün değildir. Çalışma kapsamında önerilen harmanlama ve homojenleştirme modelleri ile ortalama darbe dayanım değeri %45'e ve standart sapması da %2'ye düşürülmüştür.

KAYNAKLAR

- Dünya Bankası** (1993), Elbistan Projesi Performans Raporu (yayınlanmamış), No: 12069, 13 sayfa.
- Deutsch, C. V. Journal, A. G.** (1992), Geostatistical Software Library and User's Guide, Oxford University Press, 321 p.
- Deutsch Babcock** (1975), Afşin-Elbistan Integrated Project Wearing Guarantee For Pulvarizers (yayınlanmamış). Düsseldorf, 32 p.
- TEK** (1992), TEK ile TKİ arasında Afşin-Elbistan Termik Santrali İçin Yapılan Kömür Satış Protokolü, Ankara, 5 sayfa.
- TEK** (1990), Afşin-Elbistan Termik Santrali 2. Kazanında Yapılan Özel Testler (yayınlanmamış), Afşin, 17 sayfa.
- Ural, S.** (1999), Afşin-Elbistan Linyitlerinin Sınıflandırılarak Termik Santralin Performansı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Proje No: FBE. 96.97, Doktora Tezi, Adana, 140 sayfa.
- Ural, S. Onur, A. H. Anıl, M.** (1995), Coal Quality Control in Afşin-Elbistan Lignite Deposit, 4 International Continuous Surface Mining Symposium, RWTH, Aachen, pp. V23-V27.