

## Termik Santrallardan Kaynaklanan Katı Atıklar ve AB ile Uyum

Z Sakaryalı & M Güler

Elektrik Üretim A Ş Genel Müdürlüğü Ankara Türkiye

**ÖZET:** Bu çalışmamızda ülkemizde mevcut termik sanüallardan kaynaklanan katı atıkların AB direktifine uygun bir şekilde bertarafı ile oluşacak ilave maliyetin hesaplanarak karar vericilerin bu konuda bilgilendirilmesi amaçlanmıştır Yapılan çalama sonucunda bulunan değerler incelendiğinde alternatif hesaplamaların genelde birbirlerine yakın olduğu görülmüştür Toplam maliyet hesaplanırken atığın taşınması maliyeti ve satılması sonucunda elde edilecek kazanç göz önüne alınmamıştır Bu çalışma bir fi/ibitile çalışması değildir Amaç karar vericilere bir yol göstermekle Yapılacak detaylı çalışmalarda bu kaynak oluşturması hedeflenmiştir

**ABSTRACT:** In this study, the main purpose is to inform decision makers about the cost arising from disposal of solid waste in consistent with EU directives in the present power plants When analysing results, alternative calculations have been found consistent with each other In calculating total cost the transportation cost and the revenue from selling have not been considered This study is not a feasibility study The main aim is just to give a light to decision makers It is also aimed to form a basis for the forthcoming studies

### GİRİŞ

Dünyamızda artan nüfus, sanayileşme ve ekonomik gelişme beraberinde giderek artan enerji ihtiyacını getirmektedir Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde alternatif kaynak arayışları her ne kadar devam etse de önümüzdeki yuz yıllık dönemde fosil kaynakların önemi değişmeyecektir Özellikle ucuz ve yaygın olması nedeniyle kömür öncelikli enerji koruyacaktır

Ancak kömür kullanımının devanı etmesi aynı zamanda SO<sub>3</sub> salınımları açısından giderek artan hava kirliliği demektir Bu nedenle hava kalitesinin korunmasına yönelik bazı yasal düzenlemeler 1970 lı yılların başlarında gelişmiş ülkelerde (Amerika, Kanada Almanya ve Japonya) uygulamaya konulmuştur Yıllar geçtikçe, salınımların artması nedeniyle bu yasal düzenlemeler tekrar gözden geçirilerek izin verilebilir salınım değerleri gittikçe azaltılmıştır Özellikle geçtiğimiz yüzyılın son çeyreğinde artan çevre bilinci ve küresel ısınma olgusu, çevreye olumsuz etkiler ile kutesel bazda bir mücadelenin gerekli olduğunu ortaya koymuşun Bu amaçla tüm

dünyada santrallardan çıkan baca gazlarının kontrolü için gelişen teknolojilerin de sayesinde çeşitli alternatifler üretilmiştir

Bu kapsamda, hava kalitesini korumaya yönelik olarak getirilen yasal düzenlemelerin sonucu olarak SO<sub>2</sub> emisyonlarını azaltmak amacıyla yakma tesislerinde yanma öncesi ve yanma sırasında geliştirilen yöntem ve teknolojilerin yanısıra, yanma sonrası uygulanmak üzere Baca Gazı Desulfürizasyon (BGD) teknolojileri geliştirilmiştir Ülkemiz açısından bakıldığında da hızlı nüfus artışı ve gelişmeye bağlı olarak enerji ihtiyacımız da hızla artmıştır Ancak ülkemizin enerji kaynakları da sınırlıdır Bu yüzden ve kaynak çeşitlemesi amacıyla son yıllarda doğal gazla ağırlık verilmiştir Bununla birlikte ülkemizdeki kömür kaynakları özellikle linyit enerji güvenilirliğinin sağlanmasında önemini koruyacaktır Buna bir de ithal kömürle çalışması planlanan termik santraller eklenirse elektrik üretiminde kömürün payının hiç de küçümsenmeyecek derecede olduğu kolaylıkla anlaşılmaktadır

Ülkemizdeki linyitli gencide düşük kalorili ve yüksek oranda külün içeriklidirler Kül oranlarının

yüksek olması da ayrı bir çevresel sorun oluşturmaktadır.

Ülkemizde, hemen hemen linyite dayalı tüm termik santral larda yakılan kömürün özelliğine bağlı olarak, baca gazındaki SO<sub>2</sub> miktarının yüksek olması ve 1986 yılında yayımlanarak yürürlüğe giren "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği"nde SO<sub>2</sub> emisyonları için öngörülen limit değerinin (1000 mg/Nm<sup>3</sup>) olması, mevcut termik santralların BGD Les isleri ile donatılması ve yeni kurulacakların da BGD tesisleri ile birlikte planlanması zorunluluğunu onaya koymuştur.

Sandallarda kömürün yakılması ile ortaya çıkan kül-cüruf'a ilave olarak, yanma sonucu oluşan kükürtdioksiti (SO<sub>2</sub>) bertaraf etmek amacıyla tesis edilen Baca Gazı Desülfürizasyon (BGD) tesislerinden kaynaklanan alçılaşma da katı atık olarak değerlendirilmektedir.

Katı atıkların çevre ile dost biçimde bertarafı beraberinde "Katı Atık Yönetimi" kavramını getirmiş ve alıklar önce tehlikeli-tehlikesiz olarak ayrılmış sonra da bunların çevre ile uyumlu bir şekilde bertarafı ile ilgili bir sınırlamalar ve önlemler getirilmiştir.

Ülkemizde daha önce Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında olan kül ve alçılaşma, Özel İşleme Tabi Alıklar kapsamına alınmıştır. Özel işleme tabi atıkların toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertarafına ilişkin esasların, Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından belirlenmesi ve bu konuda bir tebliğin yayımlanması beklenmektedir.

Ayrıca Avrupa Birliği (AB), 26 Nisan 1999 tarihli Konsey Direktifi ile her tür katı atığın nasıl bertaraf edileceğini lalimatlandırmıştır.

AB'ne aday ülke olan ve Birlik ile uyum için gerekli yasaları çıkaran ülkemizde, her konuda olduğu gibi bu konuda da çalışmalar başlatılmıştır. Bu çalışma bir fizibilite çalışması değildir. Amacımız, ülkemizde termik santral lardan kaynaklanan katı atıkların AB direktifine uygun bir şekilde bertarafı ile ilgili karar vericilere bir yol göstermektir. Ayrıca yapılacak detaylı çalışmalara da bir kaynak oluşturması hedeflenmiştir.

Bu kapsamda öncelikle santraliardan kaynaklanan katı atıkların tahmini bir projeksiyonu yapılmış, daha sonra da örnek santrala göre bir maliyet hesaplaması yapılmıştır.

## 1 METODOLOJİ

Bu çalışmada santralin ortalama ömrünün 40 yıl olduğu varsayılmıştır. Toplam katı atık projeksiyonu

yapılırken, işletmede olan santralların kalan ömrü göz önüne alınmıştır.

Termik santraliardan kaynaklanan kül-cüruf miktarını belirlemek nispeten kolay olmaktadır. Çünkü santrallarda kullanılan kömürün kül içeriği bellidir. Tüketilen yakıt ve yıllık çalışma saatleri de göz önüne alınarak aşağıdaki basit formül uygulanmıştır.

**Toplam Atılacak Kül/Cüruf Miktarı (tün/yıl) :**  
**Yakıt tüketimi (ton/yıl) x Kül oranı**

Sandallarımızdan kaynaklanan kül/cürufun yoğunluğu ise 1,2 t/m<sup>3</sup> olarak alınmıştır.

Çalışmamızda, BGD ünitelerinden kaynaklanan katı atığı bulmak için, üç farklı kaynaktan yararlanılmıştır:

- Santralin Teknik Şartnamesinde yer alan kömür değerleri (Çizelge 1),
- Santralin BGD Şartnamesinde yer alan kömür değerleri (Çizelge 2) ve
- 1995-2002 arası gerçekleşen kömür değerleri (Çizelge 3).

Üç kaynağın da verilen zaman zaman farklılıklar göstermekle beraber, sonuçlar genellikle birbirine yakın çıkmıştır. Burada amaç, varolan alternatifleri sunarak en uygun tahmini yapabilmek tir. BGD Şartnamelerinden yola çıkılarak yapılan hesaplamalar hem aşağıdaki formu lasyonlar kullanılarak hem de Şartnamede verilen değerler üzerinden yapılmıştır. Böylece formülasyonla yapılan hesaplamaların doğruluğu da kontrol edilmiştir.

Ülkemizdeki santrallarda varolan Baca Gazı Desülfürizasyon üniteleri yaş sistemde çalışmaktadır. AB Direktifi'ne göre, mevcut santrallarımızdan Afşin-Elbistan A, Seyitömer termik santrallarına yaş sistem, Soma ve Çatalağzı Termik Santrallarına ise yarı kuru sistem BGD tesisinin kurulması gerektiği varsayılmıştır. Bu yüzden katı atık hesaplamaları da ayrı başlıklar altında yapılmıştır.

### 1.1 Yaş Sistemde BGD Ünitelerinden Kaynaklanan Katı Atıkların Hesaplanması:

Sistem baca gazı içindeki SO<sub>2</sub>'nin kireç ya da kireçtaşı çözeltisi ile yıkanarak kalsiyum sülfid/sülfat çamuruna dönüştürülmesi prensibine dayanmaktadır. Proses sonucu oluşan çamura ya absorpsiyon kulesinde ya da absorpsiyon kulesi çıkışında bir tankta çözelti içine oksidasyon havası verilerek sülfidlerin sülfatlara (alçılaşma) dönüştürülmesi sağlanmaktadır.

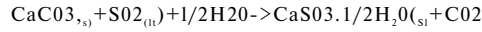
Bit sistemde tüketilecek kireçtaşı ve oluşan reaksiyonda açığa çıkacak alçıtaşı miktarı kütle dengesi yoluyla hesaplanabilir.

Kükürtdioksitin kükürde kütle oranı 2'dir. BGD ünitesinin kontrol verimliliği genellikle %95'dir.

**Tutulan S O<sub>2</sub> (ton/saat)=**

**Yakıt tüketimi (ton/saat) X S içeriği (ts/tk<sub>ju</sub>) X2**  
(tsoa/ts) x **Tutma verimliliği** (t S O<sub>2</sub> • utu/n/t S O<sub>2</sub>)

SO<sub>2</sub>'nin kireçtaşı ile reaksiyonu sonucu açığa çıkan ürün hidro kalsiyum sülfittir.



CaCO<sub>3</sub>'ün SCVye molar oranı 1,56'dır.

$$\frac{\text{CaCO}_3}{\text{SO}_2} = \frac{40+12+(3 \times 16)}{64} = \frac{100}{64} = 1,56$$

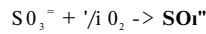
Ancak, stokiometrik gereksinimlerden dolayı, (Kontrol verimliliğini %95'te tutabilmek için) 1 mol SO<sub>2</sub>'yi tutmak için %10 daha fazla CaCO<sub>3</sub> gerekmektedir (1,1 mol CaCO<sub>3</sub> gerekiyor). Yani gerçekte, CaCO<sub>3</sub>'ün SO<sub>2</sub>'ye molar oranı 1,72 olmaktadır. Kireçtaşının saflığı ise genellikle %90'dır.

**Kireçtaşı Tüketimi <tc>Vsaat)=**

**SO<sub>2</sub> tutulan (tam/saat) X 1,72 (tr-coj/tso)**

**Kireçtaşının saflığı (t<sub>kireta</sub>/tocos)**

Sülfite doğal olarak oksitlenir ve su ile birlikte kalsiyum sülfata dönüşür (CaSO<sub>4</sub>•2H<sub>2</sub>O). Oksijen ise aşağıdaki reaksiyona yol açar:



Yani sonuçta, 1 mol kireçtaşı 1 mol SO<sub>2</sub> ile reaksiyona girer ve bir mol kalsiyum sülfata (CaSO<sub>4</sub>•H<sub>2</sub>O) dönüşür. Molar ağırlık oranı hesabına göre, açığa çıkan alçıtaşı tüketilen kireçtaşının 1,72 katıdır. Buna göre:

$$\frac{(\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O})}{\text{CaCO}_3} = \frac{40+32+(4 \times 16) + (2 \times 18)}{40 + 12 + (3 \times 16)} = \frac{172}{100}$$

BGD Şartnamelerinde, BGD ünitesinden çıkan alçıtaşının nem oranları verilmiştir. Sandallardan alınan bilgiler doğrultusunda yarısı su olan alçıtaşının yoğunluğu 1.412 t/m<sup>3</sup> olarak alınmıştır (Yeniköy için nem oranı %55, yoğunluk ise 1,55 alınmıştır). Buna göre, üretilen sulu alçıtaşının hacmi şöyle hesaplanır:

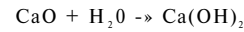
Toplam Sulu Alçıtaşı =

$$\frac{\text{CaSO}_4}{0,5 \times 1,412} \text{ (t/m}^3\text{)}$$

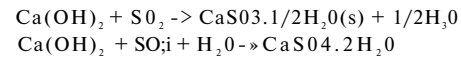
1.2 Kuru Sistemde BGD Ünitelerinden Kaynaklanan Katı Atıkların Hesaplanması:

Kuru sistemde öncelikle sönmemiş kireç yüksek verimde söndürülür. Sönmüş kireç sulu bir şekilde, kükürt dioksiti tutmak amacı ile baca gazına püskürtülür. Sulu kirecin katılık oranı genelde %25-30 arasındadır. Besleme oranı istenen kükürt tutma verimliliğine göre ayarlanır. Püskürtme işlemi sırasında damlacıklar halindeki çözelti bir taraftan SO<sub>2</sub> ile reaksiyona girerken, diğer taraftan buharlaşma ile suyunu kaybederek kuru atığa (kalsiyum sülfite) dönüşür. Katı ürün ve uçucu külün önemli bir kısmı püskürtmeli kurutucunun allından alınır. Sistemde reaksiyona girmeyen atığın bir kısmı tekrar sisteme ilave edilir. Sisteme ilave edilen cürufun katılık oranı ise %35-45 arasında değişmektedir. Sistemin kimyası ise aşağıda verilmiştir.

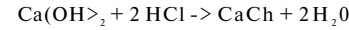
Sönmemiş kireç fazla miktarda su ile söndürülerek kalsiyum hidroksit elde edilir:



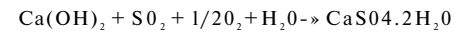
Baca gazında bulunan kükürt kalsiyum hidroksit ile reaksiyona girerek aşağıdaki kalsiyum tuzlarını oluşturur.



Yakılan kömürde varolan kloritten dolayı açığa çıkan HCl de sönmüş kireç ile reaksiyona girer.



Sülfitin bir kısmı da oksijen ile reaksiyona girerek Sülfata dönüşebilir.



Suyun önemli bir kısmı püskürtücü kurutucuda (spray dryer) buharlaşarak geride reaksiyon sonucu oluşan ürünleri, reaksiyona girmeyen kireci ve uçucu külü bırakır. Elektrofilüede kalan kükürt, çok daha yavaş bir hızla, atık kireçle reaksiyona girmeye devam eder.

Çatalağzı ve Soma Termik Santrallerinde katı atıklar yukarıda anlatılan proses dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Gerek yaş sistemde gerekse yan kuru sistemde ortaya çıkacak atık miktarı, her bir santral için, Şartnamedeki kömür karakteristiklerine ve gerçekleşen değerlere göre hesaplanarak Çizelge 4'de verilmiştir.

## 2. KATI ATIKLARIN AB DİREKTİFİNE GÖRE DEPOLANMASI MALİYETİ

Başlangıçta da belirtildiği gibi, öncesinde Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında olan kül ve alçıtaşı daha sonra Özel İşleme Tabi Atıklar kapsamına alınmıştır. Özel işleme tabi atıkların toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertarafına ilişkin esasların, Çevre Bakanlığı tarafından belirlenmesi ve bu konuda bir tebliğin yayımlanması beklenmektedir.

AB mevzuatında da önceleri tehlikeli atıklar kapsamında değerlendirilen kül ve alçıtaşı, 3 Mayıs 2000 tarih ve 2000/532/EC sayılı Komisyon kararı ile oluşturulan atık listesinde (16.01.2001 tarih ve 2001/118/EC sayılı Komisyon kararı ile değişikliğe uğramıştır) tehlikeli olmayan atıklar kapsamında değerlendirilmeye başlanmıştır. AB mevzuatı, tehlikeli olmayan atıkların gömülmesinde depo tabanının 1 m. kalınlığında ve 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/den daha az geçirimsizlik sağlayan bir madde ile kaplanmasını zorunlu kılmaktadır.

Katı atıkların depolanması ile ilgili maliyetler konusunda yeterli kaynak bulmak çok zordur. Bu konuda internet üzerinde yapılan araştırmalardan da yeterli sonuç almak pek mümkün olmamıştır.

Bununla birlikte İskenderun Termik Santrali ile yapılan görüşmelerde buradaki depolama alanının yapılan testler sonucunda AB standartlarına uygun olduğu öğrenilmiş ve bu çalışma için de bir örnek oluşturacağı öngörülmüştür. Literatürde de bu konuda yeterli kaynak olmayışı, referans olarak bu santralin alınmasında büyük rol oynamıştır.

İskenderun İthal Kömür Santrali (Sugözü) Adana İli Merkezine 60 km. uzaklıkta olup, il sınırları içinde bulunan Yumurtalık ilçesine bağlı Sugözü köyüne 2 km. mesafededir. İskenderun Enerji Üretim ve Ticaret A.Ş. (İSKEN) tarafından Yap-İşlet modeline göre yapılmıştır. Şirketin en büyük hissedarı STEAG Aktiengesellschaft-Almanya firmasıdır. GAMA Endüstri tesisleri İmalat ve Montaj A.Ş. tek yerli hissedardır.

Santral ünitelerinin kurulu gücü 1320 M W (2X660 MW) olup, bunun 110 MW'ının iç tüketimde kullanılması ve 1210 MW (2X605 MW) net enerjinin şebekeye verilmesi öngörülmüştür. Santralin yılda 350.000 ton kül-cüruf, 140.000 ton alçıtaşı ve 5.000 ton tehlikeli atık üretmesi

planlanmıştır. Depo alanı satışlar da dikkate alınarak 5 yıl için hazırlanmıştır. Tesisin maliyeti ise 6.000.000 ABD Doları olarak gerçekleşmiştir. Buradan yola çıkılarak, 1 m<sup>3</sup> katı atığın bertaraf maliyeti 2,67 S/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.

Söz konusu maliyet atığın hem taşınmasını hem de depolanmasını içermektedir. Bu çalışmada ise sadece depolama alanının oluşturulması maliyeti üzerinde durulacaktır. Tesisle yapılan görüşmelerde tehlikeli atık da göz önüne alınmazsa maliyetin yaklaşık yarısının depolama alanının oluşturulması maliyeti olduğu öğrenilmiştir.

Sonuç olarak, çalışmamızda depolama alanının AB mevzuatına göre yapılması durumunda maliyetin tüm santrallarda ortalama 1,3 S/m<sup>3</sup> olacağı öngörülmüştür. Bu Öngörü ile maliyetler her bir santral için ayrı ayrı hesaplanarak Çizelge 5'de verilmiştir.

## 3. SONUÇ

Yapılan çalışma sonucunda bulunan değerler incelendiğinde alternatif hesaplamaların genelde birbirlerine yakın olduğu görülmüştür.

Toplam maliyet hesaplanırken en iyi ve en kötü senaryolar göz önüne alınmıştır. Böylece olası maksimum maliyet Öngörülmeye çalışılmıştır. Ayrıca atığın taşınması maliyeti ve satılması göz önüne alınmamıştır.

Çizelge 4 ve Çizelge 5'den anlaşılacağı gibi, öngörülerin gerçekleşmesi durumunda önümüzdeki 30 yıl içinde toplam yaklaşık 909 milyon m<sup>3</sup> katı atık üretileceği ve bu atığın AB standartlarına göre depolanması durumunda yaklaşık 1,18 milyar ABD Doları ek maliyet getireceği anlaşılmaktadır. En düşük senaryolar göz önüne alındığında ise bu değer yaklaşık 1,03 milyar ABD Doları (803 milyon m<sup>3</sup> katı atık) olduğu görülmektedir.

Gelişmekte olan bir ülke için bu kadar büyük bir maliyetin karşılanması kolay olmayacaktır. AB'ne aday olan ülkemizin bu konudaki duyarlılığının anlatılması ve bazı noktalarda muafiyet istenmesi gerekmektedir.

Gelişmiş ülkelerde katı atıkların büyük bir kısmı tekrar kullanılmaktadır. Almanya'da bu oranın %90'ların üzerinde olduğu göz önüne alınırsa, ülkemizin bu konu üzerinde de ciddi olarak eğilmesi gerekecektir. Katı atıkların, çimento sektörü başta olmak üzere diğer alanlarda kullanımı artırılmalı ve teşvik edilmelidir. Bu konuda santrallerin ürettiği katı atığı kullanan sanayi sektörlerine bazı vergi indirimlerinin uygulanması yararlı olabilecektir. Bunun dışında katı atıkların değerlendirilmesi ile ilgili olarak üniversitelerin de bilimsel çalışmalarla

Türkiye 19. Vlu>.larar>.ı Madencilik Kongremi ve Fuarı. IMCET2005. huir. Türkiye, 09-12 Haziran 2005

katılımı sağlanmalıdır. ilgili kamu ve özel Bu çalışma başlangıçla da belirtildiği gibi bir sektörlere bir araya geleceği toplantıların fizibilite çalışması değildir. Amaç karar vericilere sonucunda oluşacak fikirlerin hayala geçirilmesi de bir yol göstermektir. Yapılacak detaylı çalışmalara da bir kaynak oluşturması hedeflenmiştir.

#### 4. ÇİZELGELER

Çizelge 1. Şartnamelerdeki Değerlere Göre Kömür Karkierislikleri

Santralin Adı	Veri Kaynağı	Kurulu Güç (MW)	Kömür Tüketimi (ton/saat)	Yakılan Kömürün Özellikleri			
				Alt kıl Değeri (kıl/kg)	Kül CM	KUkürü	Yıllık Çalışma Süresi (saat)
Alşin-Elbistan A	Teknik Şartname	4x344	4x800	1050	1530	1,40	6500
Alfin-Elbistan B	Teknik Şartname	4x350		1150	23.00	2.00	
	ÇED Raporu		4x700	1175	10.84	2.00	6500
Çan	ÇED Raporu	2x160	2x130	2805	30,37	3.43	7000
Çayırhan 1-2	Teknik Şartname	2x150	2x127,3	2800	29.91	4,65	6500
Çayırhan 3-4	BGD Şartnamesi	2x160	2x<88-173-177>	1650-2400	30.00-45.00	3.00-4.00	7000
Kangal 1-2	Teknik Şartname	2x150	2x277	1300	21,00-22,00	1.50-2,30	6500
Kangal 3	BGD Şartnamesi	1x157	1x144-27X-31fi>	1300	19.20	2.30	7000
Kemer köyü	Teknik Şartname	2x210	2x300	1660	27,80	2.70	6500
	BGD Şartnamesi			1687	27.56	2.70	6500
Orhaneli	Teknik Şartname	1x210	1x200	2560	23.80	1.90	6500
	BGD Şartnamesi			2100±%10	30.00±%5r10	2,70±%10	7000
Seyilömer 1-3	Teknik Şartname	3x150	3X200	1800	35.00		6500
Seyilömer 4	Teknik Şartname	1x150	1x266	1400-2000	30,00-50,00	1.50-2.00	6500
Tunçbilek4-5	Teknik Şartname	2x150	2x175	2000	42,40		6500
Yatağan	Teknik Şartname	3x210	3x280	2100+200	20,50	1,73	6500
	BGD Şartnamesi			2100±200	24,00	2.70	6500
Yeşil köyü	Teknik Şartname	2x210	2x300	1750	29,00	1.80-4.00	6500
	BGD Şartnamesi		2x<155-285-300/>	1550-1950	28.78	2.20	
Çatalağzı	Teknik Şartname	1x150	1x123	3300	36,90-41,00	0.50-2.00	6500
Soma B M	Teknik Şartname	4x165	4xJ66	2400	30.00	0,98	6500
Soma B5-6	Teknik Şartname	2x165	2x272.5	1550	40,50	1.50	6500

Minimum, normal ve maksimum değerleri Çalışmada 200 t/h olarak alındı  
 ~ Minimum, normal ve maksimum değerleri.  
 Minimum, normal ve maksimum değerleri.

Çizelge 2. BGD Şartnamesi Karakteristikleri

Santralin Adı	Tutulan SO, (t/lı/ünite)	Kireçtaşı Tilki'timi (l/h/ünite)	Stoichiometric Oran	Alçılaşı Üretimi (m%/ünite)	Alçıtmasının Katılık Oranı (%)
	Min -Nor -M.ik. <sup>4</sup>	Min-Nor.-Miik	Mii_-Nor.-MaL	Mii.-Nor.-Mak	
Al#in-Elbistan B <sup>5</sup>	9.4M-14,862-23.024-27.135	17-24-36-13	1.19-1.05-1.05-1.05	5-184 129-152"	60
Çayırhan 3-4	7,308-14,371-15.410	11.5-22.5-24.0	1.04-1.04-1.04	27-52-56	50-60
Kangal İ	12.20-14.133-15.80	10.5-20.4-2J.2	1.04-1.04-1.04	30.17-58.4-66,4	47.8
Kcmerkil)	4.10-9.78-121.417	22.Mii.00-6L.10	1.08-1.08-1.03	60-137-175	45
Orhaneli	4.46-7,58-8,22	6.94-11.9-13,14	1.03-1.03-1.03	15-25-27	50-60
Yatağan	5.427-10.710-12.180	3.5 Ki.5-19.5t	1.04-1.04-1.04	22.6-43.4-51.5	50
Yeniköy	6.SI4-12.527-J3.1HB	10.97-19.57-20,50	1.045-1.045-1,045	29.7-53.3-55.8	43,7

Çizelge 3. Gerçekleşen Kömür Değerlerine Göre Kömür Karakteristikleri<sup>7</sup>

Santralı» Adı	AİD (Kcul/kg)	Kül	Kükürt
Afşin-Elbistan A Termik Santralı	1185	18.94	1,26
Çajırhan Termik Santralı 1-2	2208	35.77	2.93
Çayırhan Termik Santralı 3-4	1938	40.65	2.61
Kangal Termik Santralı 1-2	1321	20.47	2.56
Kangal Termik Santralı 3	1254	20.84	2.32
Kemerkoy Termik Santralı 1-3	1479	32.17	2.03
Orhaneli Termik Santralı	2220	31.54	1.72
Şeyitömr Termik Santralı 1-3	1622	35.44	0,85
Şeyitömr Termik Santralı 4			
Tunçbölck Termik Santralı 4-5	2487	41.46	1,24
Yatağan Termik Santralı 1-3	1893	26.31	1.78
Yeniköy Termik Santralı 1-2	1638	32.18	2.59
Çatalagzı Termik Santralı 1-2	3202	42.79	0.36
Soma Termik Santralı 1-4	2141	44,82	0.75
Soma Termik Santralı 5-6	1703	49.73	0,73

<sup>4</sup> Minimum-Normu I-Maksimum m.<sup>5</sup> Minimum-Normat-Maksimum-Pik tPIU değerleri ,çok kısa sürelerde santralin kapasitesinin illerinde çalışacağı varsayılarak yapılan hesaplamalardır).<sup>6</sup> m /h/2 ünite.<sup>7</sup> 1990-2003 yılları arası gerçekleşen değerlerin ortalamaları.

Çizelge 4 Katı Alık Özet Çizelgesi

Santral Ad		Toplam Alılacak Kul-Curuf Miktarı		Toplam Alılacak Sulu dıçlaşım Miklan		Toplam Kan Alık Miktarı		
		Ton	m <sup>3</sup>	lon	m <sup>3</sup>	lon	m <sup>3</sup>	
A r\$ in-Elbistan A Termik Santrali	Teknik Şarhıncı <sup>B</sup>	79 560 000	66300 000	72 747 704	51 321 016	152 107 704	117 821036	
	GerçU.ileşgil <sup>C</sup>	76 128 200	60 606 813	50 741 510	15 915 928	12/069 710	99342 761	
Alşın-Elbriltn B Temuk Sdnrlu	t-	Hesuplu	167 440 00ü	119533111	144 132 109	102 218 149	111 772 109	241751 682
		Şinnpmi <sup>D</sup>	167 440 000	139 511311	142 141 451	79 040000	109 881441	218371111
		çHD İH,MI,İIU) <sup>E</sup>	144 435 200	120 362 667	151 557 727	107 115300	295 992 927	227 698 167
Çan Tirmık Santrali	ÇED Raj» mı	41 120 000	35 913111			43 120 000	15 911 111	
Çyırhan Termik Santrali	+ S a	HcMplJ	56 491 111	47 076 095	67 482 685	41517 215	123 971999	90 611110
		Şunikime	56491 114	47 076 095	66 197 441	11 918 612	122 688 757	91014 727
		Gerçekte <sup>F</sup>	57 600075		45502 012	10 24) 006	(01(02087	78 21) 069
Kanuni Termik Santrali	"I'a	Hejifılı	40 257 618	13 548015	49 005 921	11 /Of. 742	89 261 519	68 254 757
		aitiunn.	40 257 618	33 518 015	47 492 911	.4 419 857	87 750 552	07 967 872
		Girmekle;en	17 918 155	11 615 2%	51 144 857	17 618(01	9  081212	69 251 297
Kenerkly Tirmık Santrali	BOD	Teknik Şunmime	48 789 000	40 657 500	65 765 231	16575 941	114 554 231	87 2.11441
		HcLipli	48 167 800	10 306 500	64 119 116	15 622 7S9	112 787 İifi	85 929 2W
			Şartume	48 167 800	40 106 500	50.599 876	14 125 000	98 967(,/f,
		Gerçeklesen	50812515	42 141 761	44 501 140	11 116 181	95 111655	71860 151
Ürlueli Termik Santrali	BOD	TıklıkŞartımmc	9 996 000	8 110 000	8 306.510	5 882 812	18 108 510	14212812
		Hesapla	12 600 000	10 500 000	11 027 116	7 809 591	21 627 146	18 109191
			Şunnumı;	12 600 000	10 500 000	11718 911	7 560 000	21118 911
		Gtr <sup>G</sup> ıAkşuı	11 (İ85 170	9 717 971	6 61Tİ57	~ 4 697-845	18 118 927	14 115 820

<sup>B</sup> Teknik şartname de ilâta için verilen normal üretim devrine göre yapılan hesaplamadır.  
<sup>C</sup> 1990 "H)02 yılan .«-sında gerçekleştirilen verilerin ortalamasını göt yapılan lisanslamadır.  
<sup>D</sup> Teknik Şartname de verilen konur değerlerine göre kinle dengesi n'lerinden yapılmış hesaplamadır.  
<sup>E</sup> Teknik Şartname de verilen konur değerlerine göre kinle dengesi n'lerinden yapılmış hesaplamadır.  
<sup>F</sup> ÇıD Raporu nde verilen konur değerim inc. göre kut le dingt, sı uzt rinden yapılan hesaplamalar  
 1 / Ünülü "Ukuk ŞunumL 14 Üniter BOD ^arınmışulegerlerine göre lisanslanmıştır  
 1 2 Ünittlrİtkiik Sarınam 1 Ünite BGD ^arınmaM dti-erline «ort htsaplanmıştır

Çizelge 4. Kau Alık Özlet Çizelgesi (Çizelge 4'ün Devamı)

Santral Ad		Toplam Alılacak Cüruf Miktarı		Toplam Atılacak Sulu alçılmalı Miktarı		Toplam Katı Alık Miktarı	
		Ton	m'	lon	m <sup>3</sup>	ton	nr <sup>1</sup>
Seyhünür Termik Santral	Trtnik Sullume	39.095 l«»	32.57y.ldfi	1(1175.52)1	7 206.459	49.2711520	39.7X5 (S25)
	Omrlleççü	34 43XH20	2X699.1117	3.795 709	2 6XK 179	38 234 52y	31 3X7 196
Tunçbilek Termik Santral	Teknik Şurmime	14.444X106	12.1157.SKI			14*91X111	12(1.57,51X1
	ÇED	HI.5UUK1	X.75N 425			10.510.1 III	X75K425
YaLjJun Termik Santral	Teknik Suriname	22 3X6.* »l	ih.B5S.<xxı	23.5y7.514	lfi.712.12i)	45 9XX.SI4	35 367 1211
	İlcsjpU	2fi.2llK.(XX)	21.Mi) (H#M)	35.072.. 75(1	24K3y.II5N	fi 2N0.751)	46.h79.H5S
		Şdimuı«	26 2(IHXK)	2IK-MI.IKX)	29 112.72(1	2011X5,01*)	55.320.7211
	Çjeneklesen	25 652 2511	21.37fi.M75	21 67X 1 69	15.352 Sil	47.330.419	36 729 .6X6
Termik S.rUrjlı	Teknik Şjnuımc	2K.27S.«»»	23 562.5011	404111.(129	26.070.91«	6X6X51129	49.fi.13 4Xfi
	HİMiyık	ns'&l.'im	2J3İK75tl	İRftık.İJT	İK 47ft iıo	% M« 597	41.TJS.I17«
		ŞiniHune.	27.;n.ıııı	2331X7511	ıy.13ft.7Wı	İ7 322.50X)	57 119 2«)
	Gerçekleşen	27.1 92. 1 İK)	22.66D.OX3	31 27K.29İ	2(1 179 543	5X.47U391	42 X39 626
Çatalığı Termik Santral	Teknik. 5artnume	IX.70X.3İİO	15 5Jı) 2511	3 .7İ' MK>2-	3 3'9 64X	22.179 3İX1	IN.v79.H9X
	ÇED	1921X1.1 İı«)	1 fi 115 702			19 2(K1IKHİ	16 115.71)2
	Gerçekleşen	IN.356 9H)	15 297 425	yy2 550	969 2X7	19 349 4611	16 266 712
Kcını» Termik Santral	Teknik Şurtuuic	SN 937 375	57.447 Hİ3	14N92XIX1	14.543 751)	«3X3(1 175	71.W 1.563
	Gerçeklesen	X7 27ft 5*ı	73.277 K72	7 9H9.H0İ)	7. K( 12.539	9(12fiıf1340	X10Xİİ. 4İİ

<sup>1</sup> Çatalığı ve Soma Termik Santral I anılı kullarılan kireçle reaksiyon sonucu a İtilasından başka Ca(OH)<sub>2</sub> ve CaSO<sub>4</sub>·1/2H<sub>2</sub>O da üretilmektedir.



Çizelge 5 Katı Atık Maliyeti Çizelgesi

Santral Ad	Santralin	Santralin Kalan Ömrü	Toplam Katı Atık Miktarı		Katı Alık Bin m Maliydi	Ka ü Alık Toplam Maliye İİ
			Yıl	ton		
AtffifElbtöan A Termik Santrali	Teknik Şuttuonic	25	152 307 71M	117K21 H3f.	1 3	153 İf.7 347
	GeivekL'en		ııı im TV	yy 142 7(ıı		İZMIC")*»
Afjin Elbistan B Termik Sudralı	Hesapü	411	311 772 S»	241 751 (>M2	1 3	314 777 İX7
	Şartname		31SXXI 441	2 İH 573 333		2K4 145 333
	ÇED (HcsupU)		2JS İ92 9İ7	227(,y(iif17		2%0tı7f.17
Çan Termik Santrali	ÇFD Rupuıu	411	43 İ2(1 m«)	35 U31 333	1 3	46 713 333
Cayırtım Termik Santrali	İlesJpLı	25 a 2)	123 >7ı yw	WIM3 31H	U	117 797 313
	Şjnuonic		İ22fıXK757	JKİU7İ7		11K319 14S
	Gerçekleşen		1»3 İİİ2İ1X7	7Kİ4İJ0M1		İUİ 723 7X1
Kjnual Timulı Santrali	He*pk	JİK 1 2) 411131	MJ2fı353')	ft« 254 717	i 3	İM 731 İK4
	Samume		XI 7511 552	fı7J(.7K72		XX1SK234
	Gerçekleşen		yl()S3 212	f>Jİ53.2>7		ymey'us
Kemerliıy Termik Sanııılı	Teknik Şjr!linine	İti	114 554 231	X7 233 443	M	113 413 47C.
	Hc.-L.İU		112 7X7 İİfi	K5 y2y 25V		1 11 7»H (137
	Şartname		<h %7 (İ7fc	74 431 SİH)		Jfi7H>ySİİ
	Gerçekleşen		J5 113 655	73MM11S1		%(HS \>h
Orharietl Tııııık Santrali	Teknik gailnJiie	3d	1X3İİK53İİ	14Jİ2Kİ2	İ J	İK47fıf.5ft
	Hesapla		21 ni7 14fi	(KJ)Hysyj		23 Kİ2 47T
	Şamumc		24 3İK'J33	İKİif0HİİKt		23 47K*HK1
	Gerçekleşen		1N31X J27	14 43ı Nİİ		1 X 7(ıfı Mfi

Çizelge 5. Katı Atık Maliyeti Çizelgesi (Çizelge 5'in Devamı)

Suni rai Ad		v	Toplam Katı Atık Miktarı		Katı Atık Sicim Maliyeti	Katı Atık Toplamı Mu üyeli	
			Tan	m <sup>3</sup>	\$/m <sup>3</sup>	\$	
Styili Smer Termitik Sijirli nılı	Teknik Şartnank-	ISII-5)	«.rmsai	«.7*5 f25	13	51721.313	
	Gerye kleben		3K.234 529	31.1X7 1%		40X111355	
Tıncı bilck Tvnriik Su üil ralı	li'knik Şunnime.	15 (3-4)	4 4W.t)IKI	12(157.5110	1J	15 674 7511	
	CED		III.5III IHI	X 75K.425		11 3X5 953	
Yatı ūun Trnriitih Satıl rah	Teknik Şu rhume	211	45yKK514	35.367 12(1	13	45 J77.256	
	O Hesaplı		61.2X0 7511	46 (i7y 05X		60 6X2 775	
			51H İHJİİL-	55 1211.72(1		41.J25.(MK)	54 502.5(11
			(te)yrkle'ın	47 311)41')		16 72J 6X6	4" 74X.542
Yeiiikil) Termitik Sa ilimlı	Teknik Şunnunic	25	6N.6X'02y	49.613 1X6	13	64 523.532	
	BGD Hc-jpLi		5(i.62II 597	41.7*J507(I		5 4 533 5)!	
			Ş.ir4ııınu:	57 II'JIMt		4! 1.641.25II	52 X33.625
			Gc)ckleŞen	5H47H3'JI		42 K3y.626	5S6'JI.514
Çulalupı Termitik Su m nılı	Teknik Şnjıjme	Mı	22.17y.3IMl	IX*7').XyX	13	24.673 *67	
	fED		ly JIMi ııııı	Ih 115.7(0		209SIM13	
	tierçekl><<-n		I** İW 4611	Hııııf * 112		21 144.726	
Sı mu Termitik Şiilini İll	Teknik S-ırKume	3IM5-6)	X3S30.175	71 'WI 563	IJ	'3 5X1U32	
	G*ıv*kl'cu		'JII.'hfi.İ-BI	KI (MI 4M		JHS.4H+S34	
<b>TOPLAM MALİYET (Maksimum-Minimum) **</b>						1. İKl. 54(1.71)3 L.(13H_WIL.7(ı3	
<b>TOPLAM KATI ATIK (Maksimum-Minimum) <sup>17</sup></b>			1. İ 67.281.079	90S.8S2.07			
			1.025.041.406	802.879.24			

" Her hü- sanlı il içmen yüksek ve enlişik maliyetli alternant «\*eçilçck hesaplanmış ır. topları milliyet hesabımla öngörülen .ılıt manfler gi/ öııııne alınmış ır.

## KAYNAKÇA

- Technical Assessment Guide*, EPRI (Electric Power Research Insititue) Report,, pp. 5.1-.9, 13.1-.5 . ABD.
- AJşin-Elhistan B Termik Santralı Teknik Şartname ve Performant, ve Garanti Dataart*, TEK (Türkiye Elektrik Kurumu), Vol: 3. pp. 1.26-29. XIX.297-301
- 2X160 MW Çayırhan Termik Santralı 3 ve 4. Tev\i! Üniteleri Sözleşmesi*. TEK, Vol: 3, pp. 1.30-.34,
- 1X157 MW Kangal Termik Santralı III Tevsii Ünitesi Sözleşmesi Teknik Şartnamesi*. TEAŞ (Türkiye Elektrik Üretim İlelim A.Ş.). pp.J.29-3I. XIV.262-265.
- 3X210 M W Kemer koy Termik Santralı Baca Gazı Kükürt Arıtma Tesisi Sözleşmesi Teknik Şartname* , 1996. TEAS. Vol: 3 A. pp.127-30. X.1-5.
- 210 MW Orhaneli Termik santralı Baca Gazı Kükürt Arıtma Tesisi Sözleşmesi*. TEK. Vol: .1. pp. 1.24, **X.I-4.**
- 3X210 MW Yatağan Termik Santralı Baca Ga/ı Kukun Arıtma Tesisi Sözleşmesi Teknik Şartname ve Garantili Değerler Cetvelleri*. TEAŞ, Vol: 3. pp. **I.26-28.X.1-4**
- 2X2/0 MW Yatağım Termik Santralı Baca Gazı Kükürt Arıtma Tesisi Sözleşmesi Teknik Şartname ve Garantili Değerler Cetvelleri*, 1998, TEAŞ, Vol: 3. pp. 120-21. X.1-5.
- 2X160 Çan Termik Santralı Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu. 19W, TÜBİTAK-MAM. Kocaeli.. Vol:5. pp.5-111.*
- EÜAŞ Genel Müdürlüğü Çevre-Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Dairesi Başkanlığı.

