

Garp Linyitleri İşletmesi Termik Santral Kömürleri için İstatistiksel Süreç Kontrol Analizi

H Aykul & H Akçakoca, I Goktay Ediz
Dumiupınar Untversttest Kuahta Tırkiye

M Taksut
TKİ Garp Linyitleri işletmesi, Kütahya Tırkiye

ÖZET :Bu alışmada. Tunçbilek Termik Santraline komu besleyen Garp Linyitleri İşletmesi (GLI) surecının arzu edilen niteliklerde komuru sağlamak im istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığı belirlenmiştir Bu amaçla, uygulama aşamasında, 2002 ve 2003 yıllarında GLI'den Tunçbilek Termik Santraline beslenen kömürlerin ısıl değer bazında, sur kararlılığı ve süreç yeterliliği incelenmiştir Süreç kararlılık analizi, termik santralin iki grubu im ayrı ayrı, ortalama ve değişim aralığı grafikleri dikkate alınarak yapılmıştır Süreç yeterlilik analizi ise yine Termik santralin iki grubu için ayrı ayrı yeterlilik indeksleri kullanılarak yapılmıştır Sonuç olarak, 2002 ve 2003 yıllarında Termik santrale komur besleyen surecin 2003 yılında iyileşme görülmesine rağmen kararsız ve yetersiz olduğu belirlenmiştir

ABSTRACT In this study, the process of Western Lignite Enterprise which supplies coal to the power plant nearby was statistically investigated to determine wheiher it is under control or not in providing the desired coal quality For this purpose, process stability and process capability of die coals supplied to the power station was investigated for the year of 2002 and 2003 on the basis of calorific value Process stability analysis was made by taking the avarage and the range control charts into account for two groups of the power station separately Process capability analysis, on me odier hand was made by considering capability indexes for two groups of the power station separately As a result, the process which supplies coal the power station in 2002 and 2003 was found to be instable and incapable although some improvements were observed in 2003

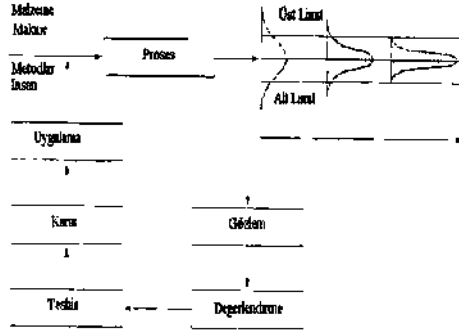
1.GİRİŐ

Günümüzün rekabet şartları üretim ve hizmet sektöründeki diğer tum firmalarda olduğu gibi maden işletmeleri için de müşteri memnuniyetini önemli bir rekabet kriteri haline getirmiştir Termik santrale komur veren işletmeleide de müşteri memnuniyetinin sağlanması im komur kalitesinin sürekli ve hassas takibi gerekir unku kazan tasarımına uygun komur yakılması verimli santral işletmeciliği açısından oldukça önemlidir (Aslan 1996) Bu yüzden termik santraller alacakları komurun  zelliklen için belirli ısıl değer esaslı sınırları belirleyip, bu sınırlar dışındaki kömürler için parasal ceza uygulaması yaparlar Bu parasal kayıpların işletmeler im çok ciddi rakamlara ulaştığı bilinmektedir Bunun yanı sıra belirtilen dışında ısıl değerde beslenen kömürler, termik

santralin çoğu biriminin çalışma maliyetlerini ve tamir bakım masraflarını arttırdığı gibi ornrunu de kısaltmaktadır (Vogt & Strunk 1996) Termik santrale d şuk kalitede beslenen kömürler aynı zamanda kazan veriminin ve elektrik üretim kapasitesinin düşmesine sebep olmakta, taşınan kul miktarını da artırmaktadır (Vogt & Strunk 1996) Dolayısı ile tasarım özelliklerine uymayan özellikte kömürlerin termik santrale beslenmesinin hem komuru satan işletmeye hem de termik santrale olumsuz teknik ve malı etkileri olmaktadır Bu bakımdan komur üreticileri im kalite iyileştirme, harmanlama ve kalite izleme işlerinin hassasiyetle yürütülmesi gerekmektedir

Madencilikte kalite ile ilgili problemlerin tespiti ve oz m nde kullanılabilir tekniklerden bin de istatistiksel proses kontrol d r (İPK) Toplam Kalite Yönetiminin  retim aşamasında kullanılan kalite

tekniklerinden biri olan İPK, bir ürünün en ekonomik ve yararlı bir şekilde üretilmesini sağlamak amacı ile, istatistik prensip ve tekniklerin üretim tüm aşamalarında kullanılması olarak tanımlanmaktadır. İPK üretimin önceden belirlenmiş kalite özelliklerine uygunluğunu sağlar, kusurlu ürün üretimini en aza indirmekte kullanılır.(Akın 1996; Besterfield 1990). İPK'nın şematik gösterimi Şekil 1'deki gibidir. Şekil 1'de görüldüğü gibi İPK ile, proses sürekli gözlemlenerek problemler tespit edilir, problemin sebepleri belirlenir ve en etkin sebep bulunur, sebepten yola çıkarak çözüm geliştirilir, geliştirilen çözüm uygulanır ve süreç tekrar izlenir. Bu döngü sonsuz bir döngüdür ve bu sayede prosesin sürekli gelişimi sağlanır. Bu adımlar uygulanırken beynin fırtınası, pareto, sebep sonuç diyagramı, veri toplama, kontrol grafikleri, histogram vb gibi problem çözme araçları kullanılır. Burada sürecin gözlemlenmesi aşamasında süreç kararlılığı ve süreç yeterliliği incelenmelidir. Süreç kararlılığını ölçmede kontrol grafikleri, sürecin yeterliliğini ölçmede ise süreç yeterlilik analizi kullanılır. (Devor & Chang & Sutherland 1992; Anonim 1992).



Şekil 1. İstatistiksel süreç kontrol tekniğinin şematik gösterimi (Devor & Chang & Sutherland 1992)

Bu çalışmada Garp Linyitleri İşlemesinden Tunçbilek termik santralına kömür besleyen sürecin ısı değer bazında 2002 ve 2003 yıllarındaki gözlemi yapılmış veya kararlılığı ve yeterliliği incelenmiştir.

1.1. Kontrol Grafikleri ve Proses Yeterliliği

Bir süreçte meydana gelen kalite ile ilgili problemlerin temel sebebi değişkenliktir. Bu değişkenlikler kabul edilebilir tesadüfi nedenlerden ve kontrol edilebilir özel nedenlerden kaynaklanır. Kontrol grafikleri arzu edilen niteliklerde ürün veya

hizmet üretebilmek amacı ile proseste zaman içinde özel nedenlerden kaynaklanan bu değişkenlikleri izlemek ve genel sebeplerden ayırmak için kullanılır. (Besterfield 1990; Anonim 1992). Özel sebebe rastlanmayan veya özel sebeplerden arındırılmış sadece genel (tesadüfi) sebeplerden kaynaklanan değişime sahip bir süreç kararlı veya kontrol altında kabul edilir. Özel sebeplerden kaynaklanan değişim çalışanların düzeltici etkinlikleri ile ortadan kaldırılabılır. Ancak genel sebep değişkenliklerinin ortadan kaldırılması yönetimin sorumluluğundadır. Kontrol grafikleri ile süreç kararlılık analizi yapılırken şu adımlar izlenir:

1. İncelenecek kalite özelliği tespit edilir.
2. Rasyonel alt gruplara dayalı örnekleme yapılır.
3. Kontrol şema tipi ve kontrol limitleri belirlenir.
4. Zamana bağlı üretimle ilgili noktalar işaretlenerek grafikler çizilir.
5. Kontrol şemalarında varsa sınırlar dışında kalan noktalar ve diğer normal dışı davranışlar belirlenerek sebepleri araştırılır düzeltici önlemler alınır (Akın 1996; Ankara & Bilir 1995).

Öncelikle incelenecek kalite özelliği belirlenmelidir. Bir kalite özelliği ya ölçülebilir (ısı değer, tonaj, tenor vb) ya da niteliksel (kusurlu, bozuk, kalın vb) olduğundan, bu grafikler incelenecek kalite özelliğine göre ölçülebilen (niceliksel) ve ölçülemeyen (niteliksel) değişkenler için kullanılan kontrol grafikleri olmak üzere 2 gruba ayrılır. Madencilik faaliyetlerinde genellikle kalite verileri ölçülebilir özelliktedir ve bu yüzden niceliksel kontrol grafiklerinin kullanımı daha uygundur (Akın 1996). Kontrol grafikleri çizilirken verilerin işaretlenmesi rasyonel örnekleme göre yapılır. Bu örneklemede belirli bir sayısı (m) ve büyüklüğü (n) olan alt gruplar oluşturulur. Alt grup örnekleri prosesden belirli bir zaman dilimi içindeki belirli bir anda veya zaman diliminin farklı anlarında örneklenebilir (Besterfield 1990). Kontrol şema tipi incelenecek kalite özelliğine göre seçilir. Kontrol grafiklerinin yatay eksenini belirli bir sayıda örneği içeren alt grupların zamana bağlı sıralanışını gösterirken, dikey eksen ise ölçülebilir kalite özellikleri için büyüklüğü, niteliksel veri için sayımı veya oluşum yüzdesini gösterir (Anonim 1992). Bir kontrol grafiğinin oluşturulması için değişkenin cinsi ne olursa olsun, belirlenmesi gereken 3 temel eleman ise orta çizgi (OÇ), alt kontrol limiti (AKL), ve üst kontrol limitidir (ÜKL). Alt ve üst kontrol limitleri alt grupların genel ortalamasını gösteren orta çizgiden itibaren $\pm 3\sigma$ uzaklığı veya standart normal dağılım eğrisinin %99.73 lük alanını ifade eder (Ankara & Bilir 1995; Akın, 1996). Grafik çizimi alt grupları temsil eden her bir değer grafiğe işaretlenmesi ve işaretlenen noktaların birleştirilmesi

ile gerçekleştirilir. Grafik çizildikten sonra yorumlama aşamasına geçilir. Kontrol grafiklerinde kontrol ümitlen dışındaki noktalar özel sebep göstergeleridir Bununla beraber tum noktalar kontrol sınırları içerisinde olsa bile, özel neden değişkenliğim ifade eden aşağıdaki süreç davranışları da söz konusu olabilir.

- Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta
- Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta
- Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta
- 2 sı $\pm 2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta
- 4 u $\pm 1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta
- » $\pm 1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta
- $\pm 1\sigma$ dışında ardışık 8 nokta

Bu davranışlar sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olmadığını, pek yakında yetersiz süreç durumu ile karşılaşılacağı ve en önemlisi süreçte bir problemin varlığını anlatır. Kontrol grafikleri süreç kararlılığını bozan problem olduğunu ortaya koymasına rağmen bunun sebepleri ve çözümü konusunda fikir veremez. Sebeplerin bulunması ve çözüm geliştirilmesi kalite gruplarının İPK yöntem ve tekniklerinin uygulanması ile gerçek leştin I ir. (Beslerfield 1990)

Bu çalışmada, uygulama bölümünde kalite özelliği olarak ısı değer dikkate alındığından niceliksel kontrol grafikleri kullanılmıştır. Niceliksel kontrol grafikleri için ortalama (X), değişim genişliği (R), ve standart sapma (σ) şemaları kullanılmaktadır. Bu şemalar için kontrol limitleri hesaplamaları Çizelge 1 deki gibi yapılır.

Çizelge I Ölçülebilir özellikler için kontrol limitleri hesaplamaları (Akin, 1996)

Şema Türü	Merkez Hattı	Ait Kontrol Limiti	Üst Kontrol Limiti
Ortalama	\bar{X}	$\bar{X} - A_2 \bar{R}$	$\bar{X} + A_2 \bar{R}$
Değişim Genişliği	\bar{R}	$D_3 \bar{R}$	$D_4 \bar{R}$
Standart Sapma	$\bar{\sigma}$	$B_3 \bar{\sigma}$	$B_4 \bar{\sigma}$

Burada X ve R sırasıyla, altgrup ortalamalarının genel ortalaması ile, altgrup değişim aralıklarının ortalamasını ifade etmektedir ve aşağıdaki gibi hesaplanırlar.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}_i}{n} \quad \dots \dots \dots 1$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad \dots \dots \dots 2$$

B₃, B₄, D₃, D₄ kontrol şemaları için çarpan katsayıları olup, çarpan katsayı tablosundan (Besterfield 1990) altgrup örnek büyüklüğüne göre belirlenir. Her bir alt grubun orta lamasın in (X) ve değişim aralığının (R,) bulunmasında ise aşağıdaki

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad \dots \dots \dots 3$$

$$R_i = X_{\text{enbüyük}} - X_{\text{enküçük}}$$

Formüllerde kullanılan m altgrup sayısını, n altgrup büyüklüğünü, X, ise her bir örnekleme değerini ifade etmektedir (Devor & Chang & Sutherland 1992).

Bir prosesin üretim yeteneğini tanımlama yollarından birisi proses yeterlilik analizidir. Proses yeterlilik analizi ile proses çıktısının incelenen kalite özelliğinin daha önceden müşteri isteklerine göre belirlenmiş ortalama ve toleranslara uygunluğu tahmin edilir. Bu yapılırken prosesin ortalaması ve standart sapması izlenir ve değerlendirilir. (Besterfield 1990)

Normal dağılımlar için proses yeterliliğinin belirlenmesinde C_p ve C_pk olarak isimlendirilen proses yetenek indeksleri veya histogram yöntemi kullanılır. Proses yetenek indeksleri kullanılırken, C_p prosesin sadece yayılımını, C_pk prosesin hem yayılımını hem de ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol etmektedir. C_p ve C_pk indeksleri aşağıdaki gibi hesaplanır (Akin 1996; Anonim 1992).

$$C_p = \frac{T}{6\sigma} \quad \dots \dots \dots 5$$

$$C_{pk \text{ üst}} = \frac{\text{Belirlenen üst limit} - \bar{X}}{3\sigma} \quad \dots \dots \dots 6$$

$$C_{pk \text{ alt}} = \frac{\bar{X} - \text{Belirlenen alt limit}}{3\sigma} \quad \dots \dots \dots 7$$

Burada T özellik sınırlarının genişliğini (üstlimit - altlimit), σ ise prosesin standart sapmasını göstermekte olup aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanabilir. Burada di çarpan katsayısıdır.

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad \dots \dots \dots 8$$

Herhangi bir proses için hesaplanan C_p ve C_pk değerler şöyle yorumlanır,
1. C_p ve C_pk > 1.33 ise proses yeterlidir ve spesifikasyonları karşılayabilecek yetenektedir

il $1.33 > C_p$ ve $C_p k > 1.0$ ise proses kabul edilebilir Ancak proses bu spesifikasyonları karşılamada zorluk çekmektedir

$m C_n$ ve C_p , < 1.0 ise proses yetersizdir Prosesi geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir (Akın 1996)

Histogram yönteminde belirli doneme ait veriler histograma aktarıldıktan sonra spesifikasyon limitleri histogramda gösterilir Limitler dışına çıkan veriler yetersiz prosesi, limitler içindeki veriler ise yeterli prosesi ifade eder (Anonim 1992 >

Proses yeterlilik analizi sürecin özellik sınırları içerisinde ürün üretip üretmediğini gösterir Ancak sürecin kararlı olup olmadığı konusunda aynı sürecin özellik sınırları içinde üretim yapmaya devam edip etmeyeceği konusunda, bilgi vermez Bunun için kontrol grafiklerinin kullanılması gerekir Kısaca yeterlilik analizi prosenin herhangi bir andaki fotoğrafını çekerken kontrol grafikleri prosenin ilimim ortaya koyar Bir prosenin izlenmesi bu iki analizin beraber yapılması ile sağlanabilmektedir (Anonim 1992)

2. GLİ TERMİK SANTRAL KÖMÜRLERİ İÇİN SÜREÇ KARARLILIĞININ VE YETERLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Türkiye Korum İşletmeleri Kurumuna bağlı bir müessese olan Garp Linyitleri İşletmesi, Tavşanlıya 13 km, Kütahya ya 63 km uzaklıkta bulunan Tunçbilek bölgesinde faaliyet göstermektedir Yaklaşık 315 milyon ton linyit rezervine sahip bölgede, üretilen komurun büyük bir bölümü (1,1 milyon ton/yıl) Tunçbilek termik santralına, gen kalanı ise piyasaya bazı kamu kurumlarına çimento fabrikalarına ve diğer alıcılara satılmaktadır Termik Santral A ve B grubu olmak üzere 2 üniteden oluşmaktadır Çalışma konusu bu iki üniteden A grubunun talep ettiği komur ısı değeri sınırları 4000 ± 100 kcal/kg B grubunun talep ettiği komur ısı değeri sınırları ise 2350 ± 200 kcal/kg dır

İşletmeden Termik santral'a beslenen kömürler için süreç kararlılığı ve yeterliliği incelenirken kalite özelliği olarak ısı değeri değişkenini dikkate alınmış bu ısı değeri değişkeninin A ve B grupları bazında 2002 ve 2003 yıllarındaki değişimi izlenmiştir Yıllar bazında değişim izlenirken grupların her yıl için kararlılık ve yeterliliği ayrı ayrı incelenmiş bununla beraber her yıl için 4 dönem bazında proses yeterliliği de belirlenmiştir Kararlılık analizleri yapılırken X ve R şemaları kullanılmış proses yeterlilik analizlerinde ise C_p ve C_{pk} indeksleri kullanılmıştır

İşletmeden 2002 yılında termik santralin A ve B gruplarına beslenen kömürlerin kararlılık analizlerinin yapılması için kullanılan ısı değeri verilen ile X ve R grafikleri için ortalama hesaplamaları Çizelge 2 ve Çizelge 3 de sunulmuştur Aynı hesaplama yöntemi 2003 yılı içinde kullanılmıştır Çalışmada altgrup örnek büyüklüğü (n) 10 olarak $n=10$ için X ve R grafikleri çarpan katsayıları ise $A_2=0.308$, $D_3=0.223$, $D_4=1.777$ $dn=3.078$ olarak alınmıştır Hesaplamalar sonucu elde edilen grupların yıllara göre kontrol limit değerleri Çizelge 4 teki gibidir

Çizelge 4 Termik santral gruplarına beslenen kömürlerin ısı değeri bazında yıllara göre kontrol limit değerleri

Şema Türü	Kontrol Limitleri	2002 Yılı		2003 Yılı	
		A Grubu	B Grubu	A Grubu	B Grubu
X	Orta Çizgi	4357	2743	4365	2568
	Üst Kontrol Limiti	4570	3057.4	4596	2919.1
	Alt Kontrol Limiti	4184	2428.5	4136	2216.8
R	Orta Çizgi	562	1021	747	1140
	Üst Kontrol Limiti	998.6	1814.3	1327.4	2025.7
	Alt Kontrol Limiti	125.3	227.6	166.5	254.2

Yine işletmeden termik santralin A grubuna ve B grubuna 2002 ve 2003 yıllarında beslenen kömürlerin ısı değeri bazında kontrol grafikleri (X ve R) şeması ile Şekil 2.5 te sunulmuştur!

A grubunun 2002 yılı kontrol grafikleri incelendiğinde (Şek 2) hem X hem R grafiklerinde özel sebep gösteren normal dışı davranışlar olduğu (Kontrol limitleri dışında noktalar, T sı $\pm 2\sigma$ sınırları dışında ardışık 3 nokta, $4'$ u $\pm 1\sigma$ sınırları dışında ardışık 5 nokta) görülmektedir Dolayısıyla 2002 yılında A grubuna komin besleyen süreç kararsızdır Aynı grubun 2003 yılı grafiklerine bakıldığında (Şek 3) 10 ar günlük homojenlik bakımından (R grafiği) süreç kontrol altında olmasına rağmen, ortalama grafiğinde 2002 yılındaki kadar olmasa da, süreçte özel sebeplere kaynaklanan değişimler olduğu ($2'$ sı $\pm 2CT$ sınırları dışında ardışık 3 nokta, $4'$ u $\pm 1\sigma$ sınırları dışında ardışık 5 nokta) görülmektedir Özetle 2002 yılına göre süreçte iyileşme olsa da süreç 2003 yılında da kararsızlığına devam etmiştir

B grubunun 2002 yılına ait kontrol grafiği (Şek 4) incelendiğinde hem X hem R grafiklerinde özel sebep gösteren normal dışı davranışlar olduğu (Kontrol limitleri dışında noktalar, orta

Çizelge 2. 2002 yılında A grubuna beslenen kömürlerin (0-18 mm lave) ısı değeri bazında (kcal/kg) Örnekleme değerleri ve ortalama hesaplamaları

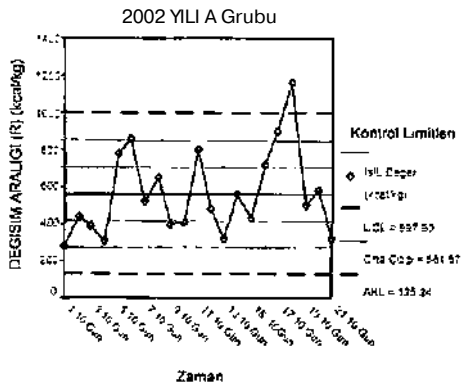
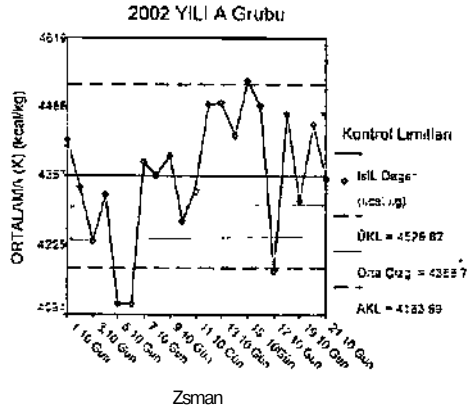
Altgrup	1.Gün	2.Gün	3.Gün	4.Gün	5.Gün	6.Gün	7.Gün	8.Gün	9.Gün	10.gün	\bar{X}	R
1.10 Gün	4451	4412	4390	4550	4425	4310	4553	4440	4433	4273	4424	280
2.10 Gün	4191	4585	4400	4243	4210	4564	4348	4411	4150	4266	4337	435
3.10 Gün	4225	4125	4215	4390	4100	4115	4492	4204	4160	4298	4232	392
4.10 Gün	4305	4150	4303	4281	4461	4293	4299	4315	4423	4375	4321	311
5.10 Gün	4284	4134	4171	4415	4210	4235	4002	4273	3778	3633	4114	782
6.10 Gün	3650	4251	3865	4069	3976	4097	4401	4220	4509	4101	4114	859
7.10 Gün	4500	4224	4374	4108	4393	4352	4478	4632	4430	4353	4384	524
8.10 Gün	4390	4352	4358	4527	4473	4384	4451	3880	4325	4438	4358	647
9.10 Gün	4365	4498	4505	4450	4150	4550	4290	4380	4370	4403	4396	400
10.10 Gün	4455	4230	4082	4103	4193	4495	4152	4243	4335	4414	4270	413
11.10 Gün	4274	4140	4450	4500	4610	4240	3815	4422	4396	4435	4328	795
12.10 Gün	4430	4733	4550	4474	4281	4255	4617	4625	4509	4457	4493	478
13.10 Gün	4552	4501	4392	4463	4492	4312	4563	4630	4450	4600	4496	318
14.10 Gün	4650	4350	4154	4562	4365	4485	4400	4450	4711	4210	4434	557
15.10 Gün	4580	4334	4499	4650	4457	4624	4580	4410	4469	4764	4537	430
16.10 Gün	4400	4380	4352	4571	4744	4604	4448	4375	4157	4878	4491	721
17.10 Gün	4462	4161	4505	4025	4140	3960	3950	3780	4680	4108	4177	900
18.10 Gün	3655	4284	4452	4742	4483	4608	4451	4813	4791	4470	4475	1158
19.10 Gün	4500	4000	4150	4488	4120	4501	4314	4455	4503	4051	4308	503
20.10 Gün	4372	4136	4161	4369	4711	4572	4501	4558	4573	4581	4453	575
21.10 Gün	4465	4412	4430	4415	4434	4150	4344	4298	4250	4300	4350	315
											$\bar{X}=4357$	$R=562$

Çizelge 3. 2002 yılında B grubuna beslenen kömürlerin (0-30 mm lave;0-1000 tüvenan) ısı değeri bazında (kcal/kg) örnekleme değerleri ve ortalama hesaplamaları

Altgrup	1.Gün	2.Gün	3.Gün	4.Gün	5.Gün	6.Gün	7.Gün	8.Gün	9.Gün	10.gün	\bar{X}	R
1.10 Gün	2673	2491	2573	2630	2600	2688	2733	2827	2781	2511	2651	336
2.10 Gün	2747	2497	2457	2465	2194	2691	2377	2200	2450	2309	2439	553
3.10 Gün	2446	2175	2263	2526	2604	2445	2692	2666	2506	2713	2504	538
4.10 Gün	2664	2348	2748	2270	2455	2453	2203	2043	2515	1902	2360	846
5.10 Gün	1987	2202	2358	2580	2300	2790	2379	2488	2850	2657	2459	863
6.10 Gün	2404	2446	2578	2897	2779	2769	2706	2601	2581	2184	2595	713
7.10 Gün	2148	2542	2512	2639	2313	2684	2388	2357	2974	3122	2568	974
8.10 Gün	2324	2476	2850	2548	2668	2458	3274	2618	2737	2686	2664	950
9.10 Gün	2654	2631	2583	2618	2578	2593	2576	2879	2416	2621	2615	463
10.10 Gün	2144	2414	2348	2256	2419	2381	2123	2654	2383	2552	2367	571
11.10 Gün	2756	2054	2451	2948	2512	2360	2554	2453	2881	2492	2546	894
12.10 Gün	2546	2033	2620	3453	2951	2643	3208	3356	3322	2763	2890	1420
13.10 Gün	2205	2969	2795	3421	2546	2415	2601	3217	3476	3489	2913	1284
14.10 Gün	3560	3871	4477	4317	4388	4004	3513	4194	3962	3935	4022	964
15.10 Gün	2727	2308	3491	2153	2913	2724	3307	3630	2294	1772	2732	1858
16.10 Gün	2858	2765	3083	3615	3444	3496	2569	3026	3204	2714	3077	1046
17.10 Gün	3458	2322	2003	2155	3497	3044	3488	3664	3376	3170	3018	1661
18.10 Gün	3256	3016	2597	3541	3732	4019	3069	3594	3100	2716	3264	1422
19.10 Gün	2558	2801	3321	3326	3447	3365	2202	1820	2583	2473	2790	1627
20.10 Gün	2339	2305	2508	2229	2917	2069	2593	2494	2052	2001	2351	916
21.10 Gün	2671	2195	2705	2557	2682	3208	3259	3048	2812	2378	2752	1064
22.10 Gün	2123	2416	2216	2708	2487	2085	2595	2985	2253	2972	2484	900
23.10 Gün	3262	3537	3234	3264	2399	2834	2815	3154	2192	2902	2958	1345
24.10 Gün	2389	2377	2869	2463	2388	3040	3382	3260	2819	2452	2749	1005
25.10 Gün	2609	2978	2453	2214	3127	2228	2244	2225	2470	3073	2562	913
26.10 Gün	2845	2736	2903	3172	3335	3556	3245	2091	3024	2960	2987	1465
											$\bar{X}=2743$	$R=1021$

çizginin bir yanında ardışık sıralanmış 9 nokta, 2 si sınırları dışında ardışık 5 nokta) görülmektedir. $\pm 2a$ sınırları dışında ardışık 3 nokta, 4' ü $\pm 1a$ Dolayısıyla B grubuna kömür besleyen süreç 2002

yılında kontrol altında değildir. 2003 yılında ise 10^* ar günlük homojenlik bakımından süreç kontrol altında olmasına rağmen, ortalama grafiğinde normal dışı davranışların (Kontrol limitleri dışında noktalar, orta çizginin bir yanında ardışık sıralanmış 9 nokta, $2'$ si $\pm 2\sigma$ sınırları dışında ardışık 3 nokta) devam

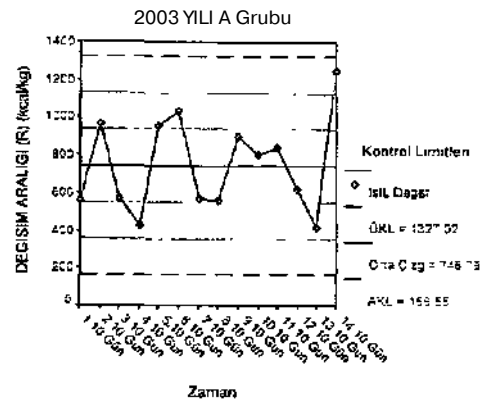
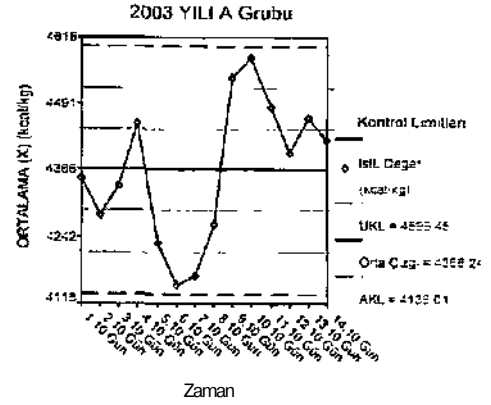


Şekil 2. 2002 Yılında Termik santralin A ünitesine beslenen kömürlerin ısı değeri bazında kontrol grafikleri

Sonuç olarak B grubuna kömür besleyen süreç 2003 yılında da kararsızdır.

A ve B gruplarına 2002 ve 2003 yıllarında kömür besleyen süreçlerin yıllık ve dönemlik bazda yeterlilik indeksleri A grubu için 4000 ± 100 kcal/kg sınırları, B grubu için ise 2350 ± 200 kcal/kg sınırları dikkate alınarak, Çizelge 5 ve Çizelge 6 da verildiği gibi bulunmuştur. Çizelgelerde de görüldüğü gibi gruplara kömür besleyen her iki prosesin yıllık ve dönemlik bazda tüm indeks değerleri 2002 de A

grubunun 3. dönemi hariç ($C_{pk} = 1.14$) 1 den küçüktür. Ancak değerlendirmede döneme ait en küçük değerler dikkate alındığından bu İndeks değerleri gruplara kömür besleyen her iki sürecin yıllık yeterlilik indeksleri olarak kabul edilmiştir.



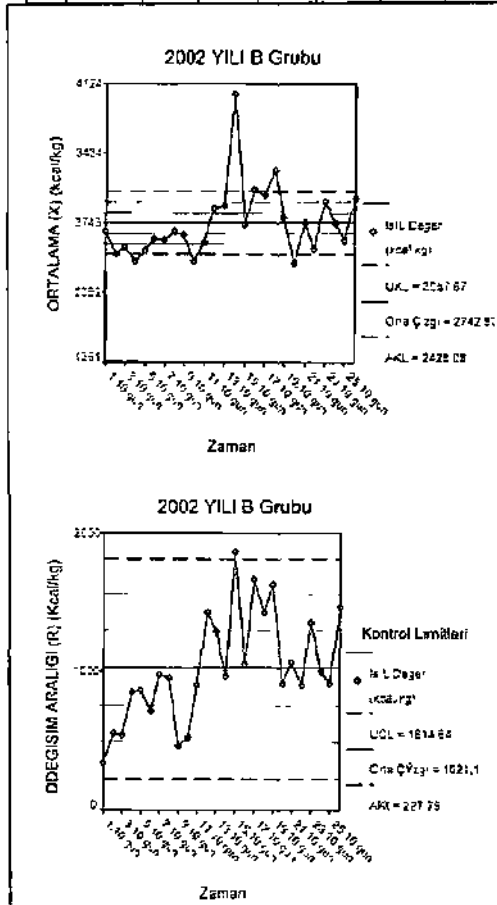
Şekil 3. 2003 Yılında Termik santralin A ünitesine beslenen kömürlerin ısı değeri bazında kontrol grafikleri

Çizelge 5. Termik santral gruplarına kömür besleyen prosesin ısı değeri bazında yıllara göre yeterlilik indeks değerleri

Yıllar	2002		2003	
	A	B	A	B
C_p	0.18	0.20	0.13	0.18
C_{pkUM}	0	0	0	0
Çokalı	0.91	0.59	0.64	0.37

Çizelge 6. Termik santral gruplarının yıldaki dönemlere göre yeterlilik indeks değerleri

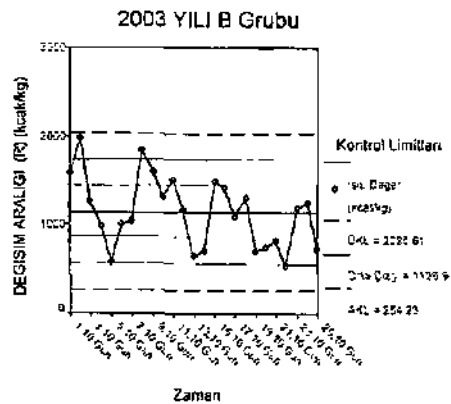
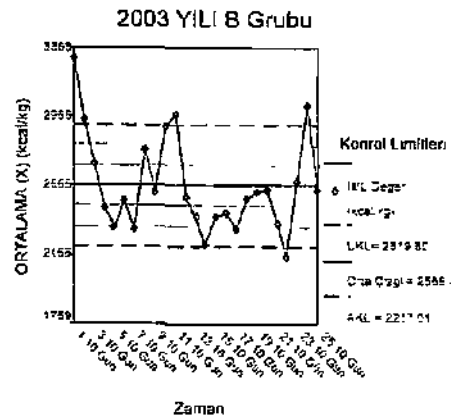
Yıl	Dönem	A Grubu			B Grubu		
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
2002	1.	0.16	0.6	0	0.28	0.52	0.04
	2.	0.18	0.8	0	0.18	0.47	0
	3.	0.20	1.14	0	0.10	0.46	0
	4.	0.12	0.6	0	0.10	0.48	0
2003	1.	0.14	0.6	0	0.12	0.33	0
	2.	0.10	0.36	0	0.13	0.33	0
	3.	0.12	0.72	0	0.16	0.21	0.14
	4.	0.12	0.71	0	0.18	0.34	0.01



Şekil 4. 2002 Yılında Termik santralin B ünitesine beslenen kömürlerin ısı değer bazında kontrol grafikleri

ısı değer sınırlarını karşılamada (4000 ± 100 ; 2350 ± 200) yetersiz olduğunu ifade etmektedir. 2003

yılında 2002 yılına göre bir iyileşmede PÖrülmemektedir



Şekil 5. 2003 Yılında Termik santralin B ünitesine beslenen kömürlerin ısı değer bazında kontrol grafikleri

3. SONUÇLAR

İstatistiksel proses kontrol (İPK), madencilikte kalite ile ilgili problemlerin çözümünde etkin olarak kullanılabilir bir tekniktir. İPK'nın kalite izleme aşamasında proses ile ilgili olarak incelenmesi gereken iki temel özellik "proses kararlılığı" ve "proses yeterliliği" dir.

Bu çalışmada GLİ Termik Santraline kömür besleyen süreçlerin ısı değer bazında 2002 ve 2003 yıllarındaki kararlılığı ve yeterliliği incelenmiştir. X ve R grafikleri kullanılarak yapılan kararlılık

analizleri sonucunda. Termik Santralin A ve B gruplarına kömür besleyen süreçlerin hem 2002 hem 2003 yıllarında kararsız olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber 2003 yılında 2002 yılına göre özel sebep değişkenliklerinin azaldığı ve 10' ar günlük periyotlardaki homojenliğin arttığı ila belirlenmiştir.

A grubu için 40001100 kcal/kg, B grubu için ise 2350±200 kcal/kg spesifikasyonları dikkate alınarak yapılan yeterlilik analizleri neticesinde ise, her iki gruba kömür besleyen süreçlerin yıllık ve dönemlik bazlarda yetersiz olduğu görülmektedir.

Bu sonuçlar süreçte bazı problemler olduğunu ve kömür besleyen süreçlerin iyileştirilmesi gerekliliğine işaret etmektedir. Süreç iyileştirilmesi özel ve genel sebep değişkenliklerinin nedenlerinin bulunması, çözümlerin geliştirilmesi ve hayala geçirilmesi, sonuçların tekrar izlenmesi prosedürü ile başarı olacaktır. Bu prosedür yerine getirilirken problem çözme araçlarının da kullanılması gerekmektedir.

Yapılan gözlem ve değerlendirmeler sonucunda GL1 Kömür üretim sürecinde belirlenen temel değişkenlik sebepleri aşağıda sıralanmıştır;

- Ocaklarda kömür kalite değişkenliğinin yüksek olması,
- İnceleme yapılan yıllarda, doğal gaz tüketiminin artmasına bağlı olarak stoklarda uzun süre bekleyen kömürlerin oksidasyon artışı sonucunda ısı değerlerindeki düşüşler,
- Termik santrale beslenen kömürlerin kalitesinin üretimin her aşamasında sürekli bir şekilde izlenememesi.

Bu temel değişkenlik sebepleri dikkate alınarak değişkenliğin azaltılmasına yönelik aşağıda sıralanan çalışmaların yapılması yararlı olacaktır.

- Sağlıklı bir cevher yalağı modeline dayanan seçimli madencilik,
- Termik santralin ihtiyaç duyduğu kömür kalite özelliklerini sağlayan bir harmanlama homojenizasyon programının uygulanması,
- Sağlıklı bir harmanlama için kömür kalitesinin anında ve sürekli ölçümünü yapabilen kömür analizörlerinin kullanılması.

4. KAYNAKLAR

- Akın. B., 1996; *işletmelerde İstatistik Proses Kontrol*, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.
- Ankara, H., Bilir. K., 1995; Kırıblaj tesisinde kalite denetimi, [Madencilikle Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu, pp. 235-240, DEÜ Müh. Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir.
- Aslan. H.; 1996; Kömüre dayalı termik elektrik santrallerinde verim ve kapasite kullanım oranı düşüklüğünün nedenleri ve bunların yükseltmeleri

için alınması gerekli tedbirler, Türkiye enerji sempozyumu. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası(Ed.)Ankara.

Besterfield, D.H., 1990; *Quality Control*, Pre ni i ce-Hall International Editions. New Jersey, USA.

Devor, R.E., Chang. T., Sutherland, J.W., 1992: *Statistical Quality Design and Control*, Macmillan Publishing Company, New York. USA.

Anonim 1992; *System approach to process improvement*. United States of Amerika (USA) Minisler of Navy.,Total Quality Leadership Office and Naval Personnel. Research and Development Center, San Diego, USA.

Vogt. W., Strunk. S., 1996; Effects of selective mining on coal-fired power stations. Proceedings of International Symposium on Mining Science and Technology, pp. 29-36, A.A. Balkema, Jiangsu. China.