



## SANAYİ SEKTÖRÜNDE ENERJİ TARAMASININ ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ VE BİR UYGULAMA

Ziya SÖĞÜT\* & Zuhul OKTAY\*\*

\* K.K.Astsubay Meslek Yüksek Okulu, Teknik Bilimler Bölümü, 10110 Balıkesir,  
mzsogut@yahoo.com

\*\* Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, 10110  
Balıkesir, [zoktay@yahoo.com](mailto:zoktay@yahoo.com)- [zoktay@balikesir.edu.tr](mailto:zoktay@balikesir.edu.tr)

### ABSTRACT

In our country, the studies on energy savings has a priority for the industrial sector in regard to high energy consumption and costs. Industrial energy consumption ratio of 34,7% in 1996 increased to 39% in 2000 and is expected to be 49% in 2010. These figures necessitate further inquiry on how to save energy in industry.

This paper covers an energy survey which is needed by the energy management organization to carry out a pre energy saving study at a cement factory. This survey includes the collection, analysis and evaluation of the energy production data in the cement factory in 2004. At the end of the study, the reflection of energy saving on the production is evaluated and the probable precautions are advised.

**Keywords:** *Energy, Energy Management, Kümülatif Enerji Toplamı, Spesifik Enerji Tüketimi, Verimli, Etkinlik,*

## SANAYİ SEKTÖRÜNDE ENERJİ TARAMASININ ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ VE BİR UYGULAMA

### ÖZET

Ülkemizde sanayi sektörü, yüksek enerji tüketimi ve maliyeti açısından enerji tasarrufu çalışmalarında öncelikli sektörlerden biridir. 1996 yılında % 34,7, 2000'de % 39 olan sanayi enerji tüketim payı, 2010'da % 49 olması beklenmektedir. Enerji tüketim oranlarının bu artış temayülü, sanayi sektörü yapısının enerji tasarrufu açısından irdelenmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışma bir çimento fabrikasında Enerji yönetimi organizasyonu tarafından ön enerji tasarrufu etüdü hazırlanabilmesi için gerekli Enerji taramasını içermektedir. Tarama çimento fabrikasının 2004 yılı enerji tüketimi ve üretim verilerinin toplanması, işlenmesi ve değerlendirilmesi aşamalarını kapsamaktadır. Çalışma sonunda enerji tasarrufunun üretime yansımaları değerlendirilmiş ve alınabilecek önlemler verilmiştir.

## 1. Giriş

Enerji tasarrufu imkanlarının çok yönlü karlılığına rağmen, yine de önlemler derhal alınmamaktadır. Maliyetlerin fiyatlara hemen yansdığı piyasa ekonomilerinde dahi, sanayi ve diğer sektörlerde, enerji tasarrufu yatırımları oldukça yavaş uygulanmaktadır. Az gelişmiş ülkelerde enerji tasarrufuna verilen önem daha da azdır. Bu durumun başlıca nedenleri aşağıdaki gibi özetlenebilir [1]:

- Fiyat değişmelerine olan tepkinin yavaş olması, mevcut işletmelerin verimli çalıştığı kanısının hakim olması,
- Enerji tasarrufu yatırımlarının kompleks oluşu, önerilen yeni ekipmanlara da güvenilememesi ve gerekli revizyonlar nedeniyle üretimin aksamasının istenmemesi,
- Enerji tasarrufu yatırımlarının, çok sayıda küçük yatırımlardan oluşması,
- Son yıllarda, ekonomik şartların ağırlaşması nedeniyle yeni yatırımlara yeterli kaynak ayrılamaması,
- Verimin iyileştirilmesinden çok üretim artışına önem verilmesi ve üst yönetimin enerji tasarrufuna yeterince ilgi göstermemesi.

Ülkemizde halen, çoğu kamuya ait olmak üzere, günümüz koşullarında ekonomik olma özelliğini kaybetmiş sanayi tesisleri mevcuttur. Bu tesisler, maliyet kriterlerine göre fazla enerji tüketen ve teknolojik gelişmelere ayak uyduramamış tesisler olarak kalmışlardır. Ülkemizde de enerji tasarrufu çalışmalarını desteklemek amacıyla 1995 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının yayınladığı "Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler" başlıklı yönetmeliğe göre enerji tüketimi 2000 TEP'e eşit ve büyük olan tüm fabrikalar, enerji tüketimi verimliliğinin arttırılması amacıyla Enerji Yönetimi Sistemini oluşturmaları gündeme gelmiştir [2]. Buna ilave olarak Başbakanlığın 1997 yılında kamu kuruluşları için yayınladığı genelgeye göre tüm kamu kuruluşları tüketim aşamasında söz konusu enerjinin verimli kullanılması konusunda şube müdürlükleri oluşturmaları ve 1995 yılında yayınlanan yönetmeliğe uygun faaliyet sürdürmeleri istenmiştir [3].

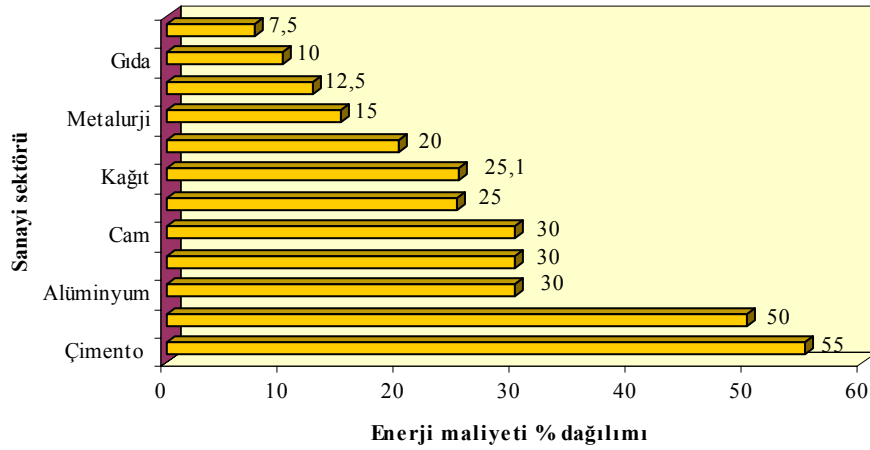
Enerji verimliliği sanayi kuruluşlarının çevre performans gelişmelerini etkileyen en hızlı ve en ekonomik yollardan biridir [4]. Enerji maliyetinin yüksek olduğu sanayi kuruluşlarında enerji girdilerinde süreklilik, kalite ve düşük maliyet sağlamak kaçınılmaz olmuştur. İşletmelerde yapılan enerji yönetimi veya enerjinin verimli kullanımı ile ilgili çalışmalar çeşitli aşamalardan oluşmaktadır. Bunlar:

- Ön enerji tasarruf etüdünün hazırlanması (Enerji taraması = Verilerin toplanması, işlenmesi ve değerlendirilmesi)
- Yönetim ve personel desteği (Yönetim ve Personel destek ve katkısı)
- Enerji tasarrufu tasarım ve düzenlemeleri
- İzleme ve değerlendirme 'dir.

## 2. Metot

Bir fabrikada üretim maliyetleri, hammadde, işçilik, işletme ve enerji maliyetlerinin toplamını içerir. Genellikle enerji, basit bir şekilde toplam üretim maliyetlerine dahil edilir

ve ayrı bir kalem olarak dikkate alınmaz. Enerji maliyetleri fabrikanın özelliğine bağlı olarak toplam üretim maliyetlerinin bir kısmını ve bazen de oldukça önemli bir kısmını teşkil etmekle beraber bu durum çoğu kez fabrika yöneticileri tarafından göz ardı edilmektedir. Enerji, toplam üretim maliyetinin % 50'sinin üzerine çıkabilir. Şekil 2.1'de de görüldüğü gibi, ülkemizde en yüksek oran % 55'le çimento sektörüdür [5].



Şekil 2.1 Sanayi sektöründe enerji maliyetinin % dağılımı

Fabrikalarda enerji yönetiminin başarılı olabilmesi için öncelikle enerji taramasının yapılması gerekir. Enerji taramasında fabrikanın üretim ve tüketim miktarları aylık bazda alınarak, çizelgeler haline dönüştürülür. Elde edilen çizelgelere göre gerekli hesaplamalar yapılarak enerji analiz grafikleri çıkarılır. Bu grafikler fabrikanın bütün kısımları için hazırlanır. Oluşturulan grafikler tüketim ile üretim arasında bir karşılaştırma yapılmasını ve olayın daha iyi gözlenmesini sağlar. Üretim ve tüketim karşılaştırılması sayesinde uygulanacak enerji politikaları belirlenir, yani tasarruf yapılabilecek noktalar analiz edilir. Daha sonra çeşitli hesaplama yöntemleri ile yapılabilecek tasarruflar hesaplanır.

Enerji taramasının ilk aşaması enerji ve üretim verilerinin toplanmasıdır. Verilerin toplanması aşamasında öncelikle veri toplama stratejilerinin belirlenmesi gerekir. Bu amaçla aşağıdaki işlem basamakları uygulanır:

- Veri toplanacak enerji türleri ile üretimin isimlendirilmesi,
- Ölçülecek enerji ve üretim noktalarının belirlenmesi,
- Ölçüm türleri (ölçü aletleri gibi) ve periodlarının tespiti (en az 10 -20 set veri alınmalı),
- Ölçüm süresi (haftalık ölçümlerde en az 10 hafta, aylık ölçümlerde en az bir yıl ) ve verilerin toplanma şekli ve yerinin belirlenmesi.

Enerji tüketimi, bir çok faktöre bağlı olarak haftadan haftaya veya aydan aya değişebilir. Bunlar, Spesifik Değişkenler, Kontrol Edilebilir Değişkenler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır [5].

Spesifik Değişkenler; fabrikanın bir bölümünün üretim miktarına göre enerji ihtiyacını belirleyen değişkendir. Enerji ihtiyacını hesaplamak için kullanılan standart denklemlerde bu değişkenler kullanılır. Kontrol edilebilir değişkenler ise; işletme uygulamaları, sistem kontrolü, üretim planlaması ve bakım standartı gibi enerji tüketimini en aza indirebilmek için yönetim tarafından planlanan değişkenlerdir. Genelde standart denklem, enerji gereksiniminin spesifik değişkenlere (üretim, vs.) bağlı olduğunu gösteren bir doğru denklemidir.

$$\text{ENERJİ} = a+bP$$

Burada a ve b sabit değerler olup, P ise o bölümün spesifik değişkenidir. Herhangi bir bölüme uygun olabilecek standart denklem tipi, spesifik değişkenlerin sayısına ve enerji ile bu değişkenlerin arasındaki ilişkiye bağlıdır. Bu denklem;

a. TİP (1) ;  $E = a$

denklemdir. Yani enerji tüketimi sabittir ve incelenen bölüm için spesifik değişkenler yoktur. Bu durumda o bölümün enerji tüketimi üretimden bağımsız olarak başlangıçta sabittir, doğru denklemidir.

b. TİP 2 ;  $E=a+bP$

Enerji tüketimi bir tek spesifik değişkene P (üretim)'ye bağlıdır. Bu doğru denklemde a sabiti üretimle ilgili olmayan enerji miktarıdır.

c. TİP 3 ;  $E= a + bP1 + cP2 + dP3 +..$

Bu denklemde enerji tüketimi birden fazla spesifik değişkene bağlıdır. Bu spesifik değişkenler P1, P2, P3 üretim miktarı, hava koşulları, çalışma saatleri vs gibi çeşitli değişkenler veya aynı bölümde üretilen çeşitli tip ürünler olabilir, a sabiti yine bütün spesifik değişkenlerin sıfır olduğu koşullarda oluşan, üretime bağlı olmayan enerji tüketimidir. b,c,d sabitlerinin değerleri, ilgili değişkenlerin önemine bağlıdır [5]. Standart denklem, çoklu lineer regresyon kullanılarak yapılan istatistik analizden hesaplanabildiği gibi, bilgisayar programı yardımıyla da yapılabilir. Bu tür standart denklem grafik olarak gösterilemez ve birçok değişken karıştığı için izahı da zordur. Bu nedenle çok zorunlu hallerde kullanılması ve değişken sayısının mümkünse üçten az sayıda olması önerilir. Uygulamalarda genelde üç ayrı doğru denklemi kullanılsa da bu uygulamada verilerin ışığı altında parabol denklemler oluşturulmuştur.

Bulunan standart denklemden sonra hedefler belirlenir. Her bir bölüm için standart belirlenirken aynı anda hedefte belirlenmelidir. Hedef standartla aynı formda bir denklemdir. İşletmede hedef belirlendikten sonra performansın değerlendirilmesi için, beklenen enerji kullanımı ile gerçek enerji tüketim değerlerinin düzenli olarak karşılaştırılması yapılmalıdır. Bunu yapabilmek için Spesifik enerji tüketim (SET) değerleri kullanılabilir. Spesifik enerji tüketimi, birim ürün başına kullanılan enerji olarak

tanımlanmaktadır.

Spesifik enerji tüketimi (SET) değeri, özellikle çeşitli işletme koşullarının fabrika üretim performanslarına etkisini izleme açısından önemlidir. SET değerinin büyümesi performansın düşmesine ve enerji tüketiminin gereksiz olarak arttığını gösterir.

Başka bir değerlendirme metodu olarak, Kümülatif Toplam Değerler (CUSUM) grafiğinin çizilmesi de bir tesisin durumunun görülebilmesi için uygun olmaktadır. Kümülatif toplam değerler (CUSUM) grafiğini çizebilmek için üretim ve enerji verileri arasında değerlendirme yapılır. Bunun için en küçük kareler yöntemi ile standart denklem hesaplanır. Eğer veriler arasında matematiksel bir bağıntı yok ise yani standart denklem mantıklı sonuçlara bizi götürmüyorsa, tespit edilen hedef verilerine bağlı olarak, teorik gerçek tüketimler hesaplanır. Buna Uygun CUSUM grafiği çizilir. Bu grafik incelendiğinde, eğimi negatif olan değerler ve negatif bölgede kalan alanlar tesisin iyi bir performansa sahip olduğu zamanları, pozitif olanlar ise kötüleşme olan zamanları göstermektedir [5].

### 3. Uygulama

Bu bölümde bir Çimento fabrikasının 2004 yılı enerji taraması yapılmıştır. Çimento fabrikası, fabrika müdürlüğünün sorumluluğunda üretim müdürlüğü, genel bakım müdürlüğü ve idari müdürlük olmak üzere üç alt ünite ile teşekkül edilmiştir. Fabrikada genel bakım müdürlüğüne bağlı Enerji Yönetimi programı, kısmen de olsa uygulanmaktadır. Bu konuda genel bakım müdürlüğüne bağlı bir Elektrik Mühendisi, Enerji Yöneticisi olarak görev yapmaktadır.

Çimento fabrikasında ana üretim olarak, PÇ 42,5, PKÇ/A 42,5R, PKÇ/B 32,5R çimento tipleri üretilmektedir. Ayrıca ara ürün olan klinker de üretilmektedir.

Çimento fabrikasında tüketimde kullanılan enerji türleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Fabrikanın enerji tüketimi; elektrik, yerli linyit kömür ve petro-kok kömürüne dayanmaktadır. Ayrıca fuel-oil (no:6) de tüketilen diğer bir enerji kaynağıdır. Fakat fuel-oil fabrikada sadece döner fırın ilk işletmeye alındığında ön ısıtıcı olarak kullanılır. Döner fırının sürekli çalışmasından dolayı, fuel oil tüketimi çok düşüktür. Bu nedenle enerji taramasında dikkate alınmamıştır. Çizelge 3.1'de de görüldüğü gibi fabrikada kullanılan enerjinin %55'ini yerli kömür, %19'unu elektrik, %26'sını ise Petrokok oluşturmaktadır.

**Çizelge 3.1** Çimento Fabrikası Enerji Tüketimi ve Maliyet Değerleri [6]

Enerji Tüketimi		Enerji Değeri ve Dağılımı			Enerji Maliyeti			
Türü	Miktar	Ortalama ısısal değeri (kJ/kg)	Miktarı (GJ)	(%)	Birim fiyatı YTL/kWh YTL/kg	Toplam Maliyeti TL/yıl	(%)	Birim Enerji Maliyeti (YTL/GJ)
Elektrik (kwh/yıl)	83082002	-	99095,21	0,19	0,072	981904,1 <sup>5</sup>	0,59	20
Yerli kömü (ton/yıl)	34731,51	24935,74	66055,79	0,55	81,2	820198,5 <sup>2</sup>	0,28	3,26
Petrokok (ton/yıl)	12268,56	33926,43	16228,42	0,26	106,05	301080,7 <sup>1</sup>	0,13	3,13

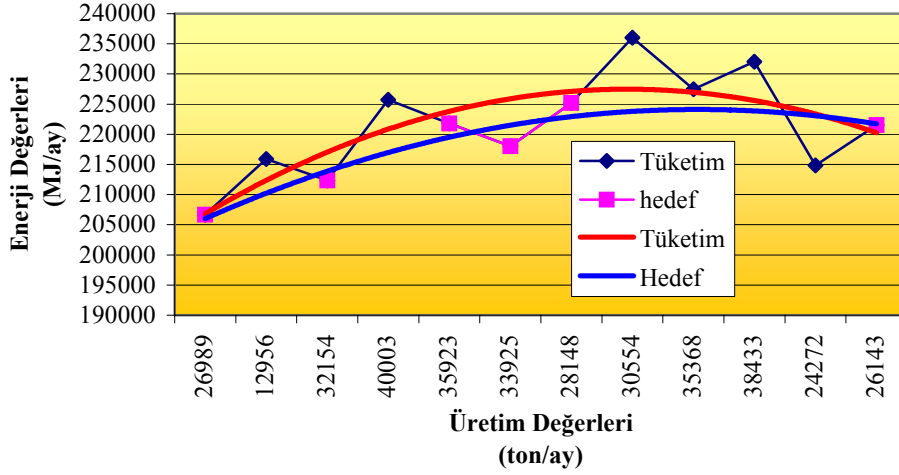
Çimento fabrikasının 2004 yılı aylara göre üretim ve enerji tüketim değerleri Çizelge3.2'de verilmiştir. Bu verilerde dikkat edilmesi gereken gerek enerji ve gerekse üretim değerlerinde minimum ve maksimum değerleri olmalıdır. Alınan bu verilerin ayrı ayrı grafik çalışmaları yapıldıktan sonra toplam enerji tüketimi ile üretim arasında grafik oluşturulmuş ve standart denklem aranmıştır. Fakat polinom türü bir standart denklem elde edilmiş olsa da çimento üretim hattının özelliğinden dolayı hedef denklem tespiti açısından kabul edilebilir sonuçlara ulaşılmasında yeterli değildir. Bu nedenle bu çalışmada en iyi performansa dayalı ay yöntemi ile geçmiş 2004 yılı enerji tüketimleri değerlendirilerek hedef tespiti yapılmıştır.

Fabrikanın üretim değerlerine karşılık gelen enerji tüketimlerinde, bir hedef belirlemek için üretim ve tüketim verilerinin grafikleri çizilmiş ve bu eğrilerin denklemleri saptanmıştır.

Bu denklemlerin incelenmesi ve aralarındaki ilişkinin bulunması sonucunda polinomlar elde edilmiştir. Elde edilen eğri ise tüketim olarak bulunmuştur. Bu tüketim eğrisinin altında kalan alan ve değerler en iyi verime sahip olan tüketimleri göstermektedir. Tüketim eğrisinin altında kalan noktalar yeniden değerlendirmeye alınıp aralarındaki ilişki bulunarak regresyon analizi ile yeni bir eğri çizilirse bu bize hedef doğrusunu verir (Şekil 3.1). Bulunan denklemler; tüketim ve hedeflenen eğriler için sırasıyla aşağıda verilmiştir:

$$y = -432,2x^2 + 6841,5x + 200404$$

$$y = -278,15x^2 + 5043,5x + 201251$$



Şekil 3.1 Çimento fabrikasının 2004 yılı çimento üretimi ve enerji tüketimi

Bu denklemler için hesaplanan R katsayıları üretim ile toplam tüketim arasındaki doğrusal ilişkinin bir göstergesidir. Bu R değeri ne kadar 1'e yakın olursa elde edilen bağıntının doğruluğu o kadar fazla olmaktadır. Böylece, hedef denklemin oluşturduğu doğrusal bağıntıya göre daha doğru değer almış olur. Eğrilerden elde edilen Tüketim için  $r = 0,77$  ve hedef için  $r = 0,95$  olarak bulunmuştur.

Bulunan R değerleri 1'e yakın olmasına rağmen bulunan bağıntılarda mantıklı sonuçlara ulaşılamamaktadır. Bu da fabrikanın üretim ile enerji tüketimi arasında kabul edilebilir bir bağıntının olmadığını göstermektedir. Fabrikanın aylara göre bir üretim standardı bulunmamaktadır. Bu koşullarda enerji tüketimleri açısından hedef belirlemek için geçmiş dönem üretim ve enerji tüketim değerleri arasında üretime bağlı en düşük enerji tüketiminin hedef seçilmesi en mantıklı yaklaşımdır.

Bu değerlendirmenin ışığı altında Nisan 2004 ayı değerleri hedef kabul edilerek SET standart ve hedef eğrileri oluşturulmuştur. Bu değerler oluşturulurken; Çizelge 3.2'de verilen toplam enerji miktarları, proseslerin birim saat başına tükettikleri toplam enerji miktarına dönüştürülmüş ve bulunan değer toplam üretilen çimento miktarı oranı esas alınmıştır.

**Çizelge 3.2**

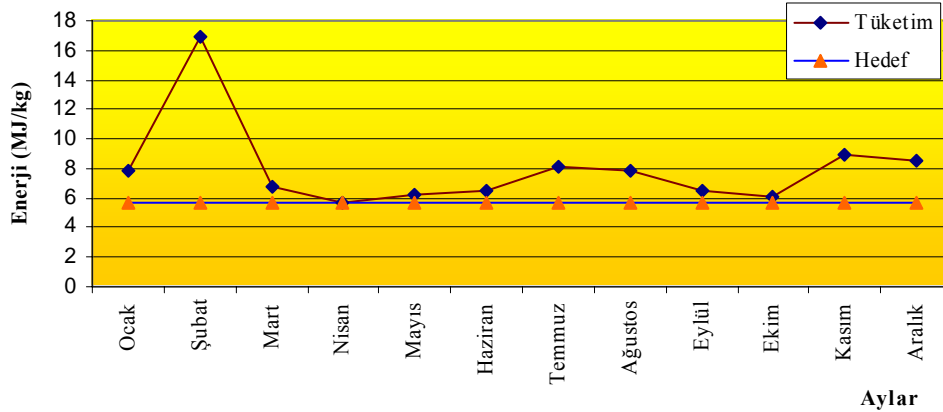
**Montajda eklenecek**



Çizelge3.3 Çimento Fabrikasının Spesifik Enerji Tüketimi

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
SET Standart (MJ/kg)	7,66	16,66	6,60	5,64	6,17	6,43	8,00	7,73	6,43	6,04	8,85	8,47
SET Hedef (MJ/kg)	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64

2004 yılı enerji tüketimleri ve bu verilere bağlı saptanan hedef değerleri Çizelge 3.3'de görülmektedir. Gerçek tüketim değerlerinin hedef noktasından olan sapmalar Şekil 3.2'de verilmiştir. SET tüketim noktalarının oluşturduğu eğriye göre, SET hedef noktaları, enerji kullanımındaki verimliliğin iyileştirilebileceğini göstermektedir. 2005 için hedef, SET hedef noktalarına ulaşmak olmalı ve bunu gerçekleştirmek için enerji tasarrufuna yönelik gerekli çalışmaların yapılması sağlanmalıdır.



Şekil 3.2 Çimento fabrikasının enerji tüketimi ve hedef grafiği (2004)

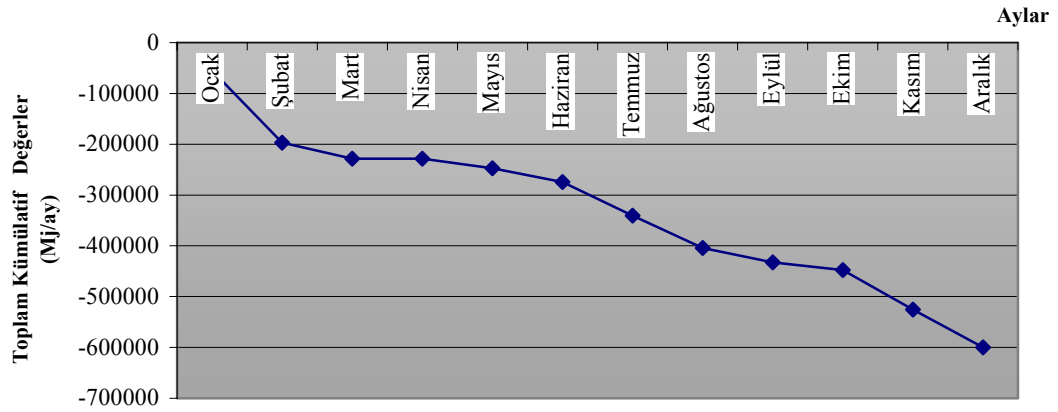
#### Kümülatif Toplam Değerler (CUSUM) Grafiğinin Çizilmesi

Öncelikle üretim ve enerji türünde aylık bazda bu üretimlere karşılık gelen enerji tüketimleri sıralanmış, bu üretim ve tüketim değerleri arasında saptanan hedef tüketimlere göre teorik enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Gerçek ve teorik enerji tüketimleri arasındaki farklar bulunmuş ve toplamları alınmıştır. Böylece hedef değerlerine bağlı kümülatif olarak sağlanacak enerji tasarruf potansiyeli belirlenmiştir (Çizelge 3.4).

**Çizelge 3.4** Çimento Fabrikasının CUSUM Grafiği İçin Gerekli Enerji Değerleri

2004 Yılı	Üretim (P) ton/ay	Gerçek Tüketim (E) (MJ/ay)	Teorik Tüketim (MJ/ay)	Fark	Toplam (MJ/ay)
Ocak	26989	206674,89	152217,96	54456,93	54456,93
Şubat	12956	215902,69	73071,84	142830,85	197287,78
Mart	32154	212365,33	181348,56	31016,77	228304,55
Nisan	40003	225734,81	225616,92	117,89	228422,43
Mayıs	35923	221793,58	202605,72	19187,86	247610,29
Haziran	33925	218022,58	191337,00	26685,58	274295,87
Temmuz	28148	225184,44	158754,72	66429,72	340725,59
Ağustos	30554	236034,44	172324,56	63709,88	404435,47
Eylül	35368	227465,99	199475,52	27990,47	432425,94
Ekim	38433	232022,99	216762,12	15260,87	447686,82
Kasım	24272	214828,79	136894,08	77934,71	525621,53
Aralık	26143	221515,09	147446,52	74068,57	599690,10
<b>Toplam</b>	<b>364868</b>	<b>2657545,62</b>	<b>2057855,52</b>	<b>599690,10</b>	<b>1199380,20</b>

Çizelge 3.4’de hesaplanan toplam değerlerden yararlanarak Şekil 3.3’deki Kümülatif Toplam Değerler (CUSUM) grafiği çizilmiştir. Hedef değerlerine bağlı gerçek enerji tüketimlerinde, kümülatif değerler negatif olarak bulunmuştur. Değerlerin negatif çıkması; fabrikanın hedeflenen değerlere ulaşması durumunda, verimliliğini arttıracaklarını göstermektedir.



**Şekil 3.3** CUSUM grafiği (Kümülatif değerler toplamı)

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma fabrikanın mevcut tasarruf çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla 2004 yılı enerji taramasını kapsamaktadır. Enerji taraması yapılan çimento fabrikasında elektrik ve kömüre dayanan oldukça yüksek enerji maliyetleri vardır. Bu tür yüksek maliyetler içeren sektörlerde mutlak olarak enerji yönetiminin uygulanması gerekmektedir. Uygulanan enerji yöntemi sayesinde verim artar ve büyük enerji tasarrufları sağlanır. Böylece fabrikanın karlılık oranını artar. Bu kapsamda; yapılan çalışma sonucunda aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiş ve önerilerde bulunulmuştur..

a. Fabrikanın 2004 yılı enerji tüketimleri ile üretim değerleri incelenmiş; üretim ve tüketim arasında kabul edilebilir bir standart enerji tüketimi aranmıştır. Çizelge 3.2’de de görülebileceği gibi, enerji tüketimi, 2004 yılı boyunca belirli değer aralığında seyrederken, üretim değerleri çok değişkendir. Bulunan grafik denklemine göre, r değeri 1’e çok yakın olmasına rağmen, üretim değerleri ile enerji arasındaki denklem bizi mantıklı sonuçlara götürmemektedir.

Bu değerlendirmeye bağlı yapılan incelemede; ilk göze çarpan üretilen çimento türlerine göre enerji tüketiminde farklılıklar olduğudur. Fabrika veri toplamayı bilgisayar ortamında ve ciddiyle yapmaktadır. Verilere göre bu farklılık sadece çimento değirmenleri bölümünde geçerlidir. Bu da toplam enerji tüketimi açısından çok küçük bir oranı kapsamaktadır. Standart enerji tüketiminin oluşmama nedenleri değerlendirildiğinde; fabrikanın üretim hattında enerji tüketen proseslerin çalışma saatleri, üretim miktarları, enerji tüketimi açısından ayrı ayrı değerlendirilmeleri gerektiği ve her bir bölüm için enerji taramasının yapılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir.

b. Fabrikada enerji türlerine bağlı olarak, yapılacak tasarruf çalışmalarının, ayrı ayrı değerlendirilmesinin daha doğru olacağı düşünülmüştür. Bu kapsamda üretim hattındaki her bir bölüm için, enerji türlerine göre tüketim analizleri yapılmalıdır. Bu analizlerin göre; 2004 yılı çimento üretim ve enerji tüketimine bağlı ton üretim başına tespit edilen, 2005 yılı hedef enerji tüketim değerine ulaşmak için;

(1) Elektrik ile çalışan fan, motor, fırın v.b. elemanların frekans kontrollü çalıştırma sistemlerine geçirilmesinin,

(2) Üretim talebine bağlı olarak her bir birimin kapasite ve çalışma saatlerinin yeniden düzenlenmesinin,

(3) Isıl işlemlerin olduğu bölümlerde ürün sıcaklığının tam kontrol altına alınması ve geri dönüşüm sistemleri ile atık enerjinin yeniden kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir. Buna ön siklon çıkışı ve soğutucu ünite bacasından atılan sıcak gazlar örnek verilebilir. Ön siklon çıkış sıcaklığı ortalama 353 °C, soğutucu bacası çıkış sıcaklığı ortalama 178 °C’dir. Fabrika, soğutucu hattı üzerine reküperatör sistemi kurarak atık ısının bir kısmını kullanmaktadır. Buna rağmen soğutucu bacadan ortama 170 °C’de sıcak gaz atılmaktadır.

c. Fabrikanın elektrik tüketimi toplam enerji tüketiminin %19’u olmasına karşın, enerji maliyetlerinin %59’unu kapsamaktadır. Bu yıllık bazda değerlendirildiğinde ise, 5.981.904,13 YTL ‘dir. Enerji maliyetleri açısından küçümsenmeyecek olan bu tüketim için, kojenerasyon ünitesi değerlendirilmelidir. Böylece enerji maliyetlerinin

düşürülmesi mümkün olacaktır. Ayrıca kojenerasyon ünitesine bağlı olarak kullanılabilir atık enerji miktarı da yükselecektir. Böylece kurulacak kojenerasyon ünitesi sayesinde fabrika önemli ölçüde enerji tasarrufu gerçekleştirebilecektir.

d. Artan katı çevresel kurallar şirketlerin enerji kullanımı sonucu çevreye olan etkilerinin azaltılması çalışmaları önem kazanmıştır. Özellikle çimento sektörü için de geçerli olan CO emisyonlarının azaltılması sürdürülebilir çevre ve ekonomi açısından çok önemlidir. Bu amaçla fabrikada kömür maliyetlerini düşürmek ve hava kirliliğini önleme çalışmaları yapılmalıdır. Bu amaçla fabrikada elektrofiltre ve CO değerinin sürekli kontrol altında tutulması gibi ciddi çalışmalar ön plana çıkmaktadır. Fakat bunun yanında kömür yerine doğal gaz gibi çevre dostu ve otomatik kontrole uygun yakıtların kullanılması daha ekonomik olacaktır.

Enerji en iyi kontrol edilebilir maliyetlerden biridir. Unutulmamalıdır ki bu konuda yapılacak her bir girişim kazançta açıkça gözükecek ve piyasa rekabeti açısından önemli bir avantaj sağlayacaktır.

#### **KAYNAKLAR**

- [1] Tübitak, “TTGV Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Enerjinin Etkin Kullanımı ve Enerji Tasarrufu ile İlgili Teknolojiler Alt Grup Raporu”, Ankara, Sayfa 34-35, Mayıs 1998
- [2] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik”, 1995
- [3] Başbakanlık Personel ve Prensipler Genel Müdürlüğünün B.02.0.PPG.0.12-383-25889sayı ve 11.11.1997 tarihli genelgesi
- [4] Özdebak A., Ertem M.E., “Enerji Yönetim Teknikleri”, Erdemir, 2003
- [5] Kedici Ö., “Enerji Yönetimi”, Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü Enerji Kaynakları Etüd Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1993
- [6] Çimento fabrikası enerji verileri, 2004