



Bir Kürk – Süt Üretim Fabrikasının Spesifik Enerji Tüketim Yöntemi İle Enerji Tasarruf Potansiyelinin Araştırılması

Nuray Olcay Işık^{1*}, Ahmet Erhan Akan²

¹ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Meslek Yüksekokulu, Deri Teknolojisi Programı, Çorlu, Tekirdağ, Türkiye

² Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Meslek Yüksekokulu, Makine Programı, Çorlu, Tekirdağ, Türkiye

(İlk Geliş Tarihi 11 Ağustos 2017 ve Kabul Tarihi 30 Nisan 2018)

Öz

Bu çalışmada bir endüstriyel kürk-süt üretim fabrikasının enerji tasarruf çalışmalarına katkı sağlamak ayrıca enerji yönetimi organizasyonu tarafından ön enerji tasarrufu etüdü hazırlanabilmesi için, 2016 yılı üretim ve enerji tüketim verilerini kullanarak enerji taraması gerçekleştirilmiştir. Tarama kürk-süt fabrikasının enerji tüketimi ve üretim verilerinin toplanması, işlenmesi ve değerlendirilmesi aşamalarını kapsamaktadır. Bu verilere bağlı olarak geliştirilen enerji tüketim bağıntıları yardımı ile hedef enerji tüketimleri hesaplanarak işletmenin enerji tasarruf potansiyeli araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, enerji yönetimi, spesifik enerji tüketimi, verimlilik.

Investigation of Energy Saving Potential of a Double Face Sheepskins Production Plant by Specific Energy Consumption Method

Abstract

In this study, an energy scanning was carried out using the 2016 production and energy consumption data so that the energy management organization could prepare a preliminary energy saving study and in order to contribute to the energy saving efforts of the industrial double face sheepskins manufacturing plant. Scanning double face sheepskins factory energy consumption and collection, processing and evaluation of production data. The scanning involved collection, processing and evaluation of the energy production and consumption data of double face sheepskins factory. The energy saving potential of the factory was investigated by calculating the target energy consumption with the help of the energy consumption relation developed based on these data.

Keywords: Energy, energy management, specific energy consumption, efficiency.

1. Giriş

Sanayide yoğun olarak kullanılan enerji, fabrikaların en önemli harcamalarından biridir. Bu sebeple enerjinin verimli kullanılması kaçınılmazdır. Enerji verimliliği, sadece işletmelerin rekabet gücünü arttırmakla kalmayıp, aynı zamanda ülkemizin enerji ithalatını azaltma yolunda da büyük katkı sağlamaktadır. Türkiye sanayisinde enerji tüketiminin yaklaşık % 40'lık kısmı elektrik, % 26'lık kısmı ise doğalgaz tüketimi ile gerçekleşmektedir. Dolayısıyla bu alanda yapılacak enerji

verimliliğini artırıcı faaliyetler hem işverenlerin maliyetlerini, hem de enerji ithalatımızı düşürecektir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 1995 yılında yayınladığı "Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması için Alacakları Önlemler" başlıklı yönetmeliğe göre, enerji tüketimi 2000 TEP'e eşit ve büyük olan tüm fabrikaların, enerji tüketimi verimliliğinin artırılması amacıyla Enerji Yönetimi Sistemini oluşturmaları istenmiştir (ETKB,1995). 1997 yılında Başbakanlık'ın kamu kuruluşları için yayınladığı genelgeye göre, tüm kamu kuruluşları tüketim aşamasında söz konusu enerjinin verimli kullanılması konusunda

¹ Sorumlu Yazar: Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Meslek Yüksekokulu, Deri Teknolojisi Programı, Çorlu, Tekirdağ, Türkiye, nuravisik@nku.edu.tr

şube müdürlükleri oluşturmaları ve 1995 yılında yayınlanan yönetmeliğe uygun faaliyet sürdürmeleri istenmiştir (BPPGM,1997) ve bu süreç 2007 yılında Enerji Verimliliği Kanunu'nun çıkartılması ile devam etmiştir. Bu kanun ile birlikte, ülkede enerji verimlilik çalışmaları ve çevre bilincinin oluşturulması konularını kapsayan tüm faaliyetler, oluşturulan Enerji Verimlilik Koordinasyon Kurulu bünyesinde bütünleştirilmiş bir yapıya kavuşmuştur (Keskin, 2007). Enerji verimliliği, sanayi kuruluşlarının çevre performans gelişmelerini etkileyen en hızlı ve en ekonomik yollardan biridir.

Enerji maliyetinin yüksek olduğu sanayi kuruluşlarında enerji girdilerinde süreklilik, kalite ve düşük maliyet sağlamak kaçınılmaz olmuştur (Özdabak A, Ertem M.E.,2002). Bu nedenle sanayi kuruluşlarının; bünyelerinde enerji kullanımını yönlendirecek ve sağlanacak enerji tasarrufları sayesinde işletmelerde verimi ve karlılığı arttıracak enerji yönetim teşkilatlarını oluşturmaları zorunluluk haline gelmiştir (Söğüt Z. ve ark., 2011).

2. Yöntem

2.1. Sanayide enerji yönetimi sistemi

Sanayide enerji tasarrufunun sağlanması bilinçli bir enerji yönetimi programının geliştirilmesi ve uygulanması ile mümkündür. Enerji Yönetimi Sistemi ürün kalitesinden güvenlikten veya çevresel tüm koşullardan fedakârlık etmeksizin ve üretimi yavaşlatmaksızın enerjinin daha verimli kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş disiplinli bir çalışmadır (Çakal E., 2006).

Enerji yönetim sisteminin başarılı olması için 4 ana etken vardır:

- Üretenin verimini artırmak (kazan, kompresör, vb.),
- Tüketicinin kullanımını azaltmak,
- Yüksek güç tüketilen noktaları sürekli kontrol altında tutmak
- Enerjiyi en ekonomik yoldan kullanmaktır.

Belli bir programa bağlı olmadan yürütülen çalışmalarda basit işletme tedbirleriyle bazı kuruluşlarda %10'a varan oranlarda enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Geniş kapsamlı enerji yönetimi programlarının uygulanması ile enerji tasarrufu çalışmalarına süreklilik kazandırıldığı gibi tasarruf oranı da % 25'i asabilir (Kedici Ö., 1997).

2.2. Enerji tüketiminin belirlenmesi

2.2.1. Enerji taramasının oluşturulması

Enerji tüketimi, birçok faktöre bağlı olarak kısa zaman aralıklarında (günlük veya haftalık) değişebilir. Bu faktörler, Spesifik Değişkenler ve Kontrol Edilebilir Değişkenler olmak üzere ikiye ayrılır.

Spesifik değişkenler; fabrikanın bir bölümünün üretim miktarına göre enerji ihtiyacını belirler. Enerji ihtiyacını belirlemek için kullanılan standart denklemlerde bu değişkenler kullanılır.

Kontrol edilebilir değişkenler ise; işletme uygulamaları, sistem kontrolü, üretim planlaması ve bakım standardı gibi enerji tüketimini en aza indirebilmek için yönetim tarafından planlanan değişkenlerdir.

2.2.2. Enerji tüketim standardının belirlenmesi

Veriler toplandıktan sonra her işletmenin, enerji tüketimi ile ilgili standart doğrusu belirlenmelidir. Bu standart doğru enerji gereksiniminin spesifik değişkenlere (üretim, hava koşulları vs.) bağlı olduğunu gösteren bir doğru denklemdir. Bu denklem tipleri 3'e ayrılır (Söğüt Z., Oktay Z., 2016).

ENERJİ = a + bP doğru denkleminde; 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.

b) TİP 2 ; E=a+bP

Enerji tüketimi bir tek spesifik değişkene P (üretim) bağlıdır. Bu doğru denkleminde 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 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 (Kedici Ö., 1997).

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 (Kedici Ö., 1997).

3. Uygulama

Bu çalışma, 2000 yılında kurulmuş olan yıllık 1.200.000 adet kapasiteli kürk-süet üretiminde öncü firmalar arasında hizmet

veren bir fabrikada gerçekleştirilmiştir. Proseste tuzlanmış derilerin temini, budama, yıkama, kurutuş işlemi, çaplarına göre ayırıştırma, sıyırma, boyama, ilaçlama ve baskı gibi işlemlerin yapıldığı makineler bulunmaktadır. İşletmede enerjinin ana kullanım yeri bu bölümlerdir. Fabrikada enerji kaynağı olarak elektrik, doğalgaz ve kömür kullanılmaktadır. Deri fabrikasının 2016 yılı enerji taraması yapılmıştır. Tüketimde kullanılan enerji türleri ve maliyetleri Tablo 1’de verilmiştir.

	Miktar	Birim	TEP	% Toplam	TL	TL /kWh	% Toplam	TL/ TEP
Elektrik	827870,5	kWh	71,2	19,6	223525,1	0,27	48,9	3452,5
Doğalgaz	495327,98	kWh	42,6	11,7	47056,2	0,095	10,3	1114
Kömür	2910400,1	kWh	250,3	68,7	186265,6	0,064	40,8	756
Toplam	30427598,58	kWh	364,1	100	456846,9		100	5322,5

Tablo 1. Deri fabrikası enerji tüketim ve maliyet değerleri.

ENERJİ TÜRÜ	TÜKETİM	MALİYET	BİRİM MALİYET
			T

Tablo 1’de görüldüğü gibi bu fabrikada kullanılan enerjinin %19,6’sını elektrik, %11,7’sini doğalgaz ve %68,7’sini kömür oluşturmaktadır. Bu kaynakların fabrikaya maliyet yüzdelerinin %48,9 ile elektrikten, %10,3 ile doğalgazdan, %40,8 ile kömürden oluştuğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. 2016 yılı deri fabrikası aylara göre enerji üretim ve tüketim değerleri.

Elektrik Doğalgaz Kömür	Elektrik Tüketimi (kWh)	Elektrik Maliyeti (TL)	Doğalgaz Tüketimi (kWh)	Doğalgaz Maliyeti (TL)	Kömür Tüketimi (kWh)	Kömür Maliyeti (TL)	Toplam Tüketim (TEP)	Üretim (Adet)	
TOPLAM	2016	827870,5	223525	495327,98	47056,2	2910400,1	186265,6	363,6	162000
2016	Ocak	69857,4	18861,5	53132,8	5047,7	243560,5	15587,87	31,5	8500
	Şubat	66824,8	18042,7	0,00	0	241365,7	15447,4	26,5	6200
	Mart	71569,4	19323,7	0,00	0	242533,4	15522,14	27,0	12000
	Nisan	69856,7	18861,3	56036,7	5323,5	268452,4	17180,95	33,9	11000
	Mayıs	68256,7	18429,3	56895,4	5405,1	223687,4	14315,99	29,9	14800
	Haziran	67457,4	18213,5	55036,4	5228,5	209514,5	13408,93	28,5	14000
	Temmuz	66478,1	17949,1	52369,4	4975,1	243987,3	15615,19	31,2	21000
	Ağustos	69984,4	18895,8	57456,4	5458,38	290632	18600,45	35,9	17500
	Eylül	70200,4	18954,1	55214,3	5245,4	210652	13481,73	28,9	19000
	Ekim	71850	19399,5	0,00	0	241698,1	15468,68	26,9	18000
	Kasım	72560	19591,2	54786,4	5204,8	237569,4	15204,44	31,3	11000
	Aralık	62975,2	17003,3	54400,18	5168,1	256747,4	16431,83	32,1	9000

Tablo 2’de fabrikanın 2016 yılı aylara göre enerji üretim ve tüketim değerleri verilmiştir.

İşletmenin enerji verimliliğini ve performansını değerlendirmek için Spesifik Enerji Tüketimi (SET) yönteminden faydalanılmıştır. Spesifik enerji tüketimi (SET) en basit ifadeyle, birim ürün başına kullanılan enerjidir.

$$\text{Spesifik Enerji Tüketimi} = \frac{\text{Toplam Enerji Tüketimi}}{\text{Toplam Üretim}} \quad (1)$$

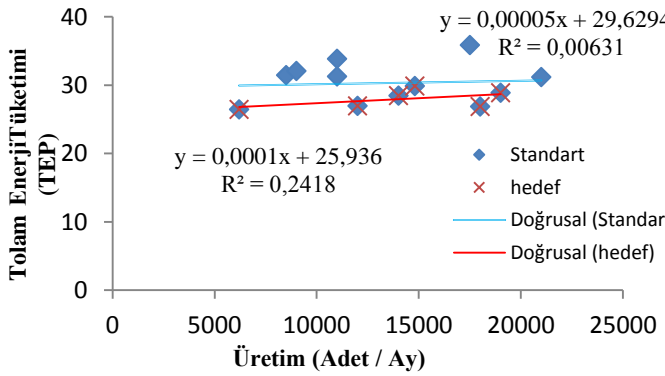
Bir fabrikada spesifik değişken, yani üretim, ton/kg/m2/adet vs. ile ifade edilir. Aşağıda enerji tüketim-üretim ilişkileri ve SET değerleri verilmiştir. Bu değerlerin aylık bazda incelenmesi analiz açısından daha uygundur. Aylık üretim ve tüketim miktarlarında değişken değerler görülmektedir.

Tablo 3. 2016 yılı SET değerleri.

ENERJİ		Toplam Enerji Tüketimi (TEP)	Üretim (Adet)	SET (TEP/Adet)
TOPLAM	2016	363,6	162000	0,002
2016	Ocak	31,5	8500	0,004
	Şubat	26,5	6200	0,004
	Mart	27,0	12000	0,002
	Nisan	33,9	11000	0,003
	Mayıs	29,9	14800	0,002
	Haziran	28,5	14000	0,002
	Temmuz	31,2	21000	0,001
	Ağustos	35,9	17500	0,002
	Eylül	28,9	19000	0,002
	Ekim	26,9	18000	0,001
	Kasım	31,3	11000	0,003
	Aralık	32,1	9000	0,004

4. Bulgular ve Tartışma

Fabrikanın 2016 yılı üretim ve tüketim değerlerinden yararlanılarak enerji tüketimi ile üretim arasında grafik oluşturulmuş ve standart denklem aranmıştır. Oluşan doğru grafiğinin altında kalan noktalar enerji kullanımındaki verimliliğin iyileştiğini göstermektedir. Burada hedef, birim ürün başına düşen enerji tüketimini (SET) azaltarak doğrusal SET değerleri doğrusunu aşağı çekebilmektir. Bunun için oluşan standart doğru grafiği altında kalan noktalara yeniden yapılan hedef değerlendirmesinde oluşan benzer doğru denklemi hedef SET değeri denklemini verir.



Şekil 1. Fabrikanın toplam enerji tüketimi ve üretimi.

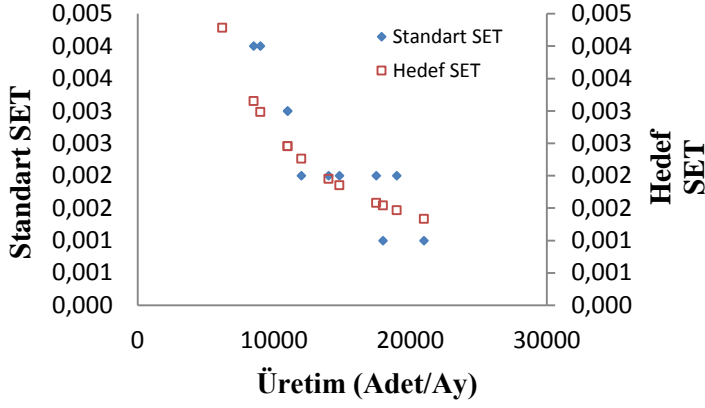
Şekil 1’de görüldüğü gibi standart grafiğe göre R2 değeri 0,00631 ve standart denklem bağıntısı $y = 5.10^{-5} (x) + 29,62948$ olarak bulunmuştur. Şekil 1’de oluşan standart denklem doğru grafiğinin altında kalan noktalara yeniden yapılan hedef değerlendirmesinde R2 değeri 0,2418 ve hedef denklemi $y = 1.10^{-4} (x) + 25,936$ olarak bulunmuştur. Üretim-toplam enerji tüketimi grafiğinde bulunan R2 değerinin karekökü 1 değerine ne kadar yakınsa, üretim tüketim ilişkisi o denli doğrusal olmaktadır. Buna

göre fabrikanın gerçek çalışma koşullarına göre R değeri 0,08, hedef R değeri ise 0,5 değeri ile enerji tüketimi ile üretim arasındaki ilişkinin düzeldiğini göstermektedir.

Hedef enerji tüketim değerleri, bulunan hedef denklemine bağlı olarak hesaplanan standart ürün değerleri için hedef enerji tüketimleridir (Çakal E., 2006). Standart, hedef enerji tüketimleri ve SET değerleri karşılaştırılarak işletmenin enerji tasarrufu potansiyeli çıkarılmıştır. Hesaplanan bu değerler Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Üretim, enerji tüketim ve SET değerleri.

Aylar	Üretim Değerleri (Adet)	Standart Enerji Tüketim Değeri (TEP/Ay)	Standart SET Değeri (TEP/Adet)	Hedeflen Enerji Tüketim Değeri (TEP/Ay)	Hedef SET Değeri (TEP/Adet)	Hedef Enerji Tasarrufu (TEP/Ay)
Ocak	8500	31,5	0,004	26,786	0,003	4,714
Şubat	6200	26,5	0,004	26,556	0,004	-0,056
Mart	12000	27	0,002	27,136	0,002	-0,136
Nisan	11000	33,9	0,003	27,036	0,002	6,864
Mayıs	14800	29,9	0,002	27,416	0,002	2,484
Haziran	14000	28,5	0,002	27,336	0,002	1,164
Temmuz	21000	31,2	0,001	28,036	0,001	3,164
Ağustos	17500	35,9	0,002	27,686	0,002	8,214
Eylül	19000	28,9	0,002	27,836	0,001	1,064
Ekim	18000	26,9	0,001	27,736	0,002	-0,836
Kasım	11000	31,3	0,003	27,036	0,002	4,264
Aralık	9000	32,1	0,004	26,836	0,003	5,264
Toplam	162000	363,6	0,002	327,432	0,002	36,168



Şekil 2. Standart ve hedef SET değerleri ile üretim grafiği.

Standart enerji tüketim değerlerinin 26,5 ile 33,9 TEP/Ay arasında değiştiği ayrıca, hedef enerji tüketim değerlerinin 26,5 ile 28,04 TEP/Ay arasında değiştiği belirlenmiştir.

Şekil 2’de standart ve hedef SET değerlerinin, üretimle değişimi grafiğinden hedef SET değerlerinin daha dengeli bir dağılım sergilediği görülmektedir.

5. Sonuç

Bu çalışmada kürk-süet üretimi yapan bir fabrikanın enerji tasarruf çalışmalarına katkı sağlamak üzere enerji taraması yapılmıştır. Fabrikanın 2016 yılı enerji tüketim verileri ile üretim verileri incelenerek, üretim ve tüketim verileri arasında standart enerji tüketimi hesaplanarak buna bağlı hedef enerji tüketimi bulunmuştur.

Yapılan araştırmada; standart enerji tüketim denklemi $E = 5.10^{-5} (P) + 29,62948$ olarak bulunmuş, enerji tüketim değeri ile üretim değişkeni arasında 26,5 ile 33,9 TEP/Ay değiştiği belirlenmiştir. Bir sonraki yıl için hedef standart enerji tüketim denklemi $E = 1.10^{-4} (P) + 25,936$ olarak bulunmuş, enerji tüketim değeri üretim değişkenine bağlı olarak 26,5 ile 28,04 TEP/Ay arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Spesifik enerji tüketim (SET) değerlerine göre enerji tasarruf potansiyelinin % 9,9 oranında yani yılda 36,168 TEP olarak gerçekleşebileceği hesaplanmıştır. Buna göre mali tasarrufun 2017 yılı için yaklaşık 180000 TL olacağı görülmektedir.

Ayrıca fabrikada bu tasarrufu arttırmak için; kazan dairesinde bulunan armatürlerde ve kazan yüzeyinde yalıtımın iyileştirilmesi, basınçlı hava kompresörüne hız sürücüsü ilavesi, sirkülasyon pompaları ve elektrik motorlarının frekans kontrollü hale getirilmesi, yapılabilecekler arasındadır.

Kaynaklar

Başbakanlık Personel Ve Prensipler Genel Müdürlüğü'nün B.02.0.Ppg.0.12-383-25889 sayı ve 11.11.1997 tarihli Genelgesi.

Çakal E., 2006. Tarım Makinaları İmalatında Enerji Yönetimi Üzerine Bir Araştırma, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 44s., Edirne.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması için Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik”,1995.

Kedici Ö., “Enerji Yönetimi”, Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü Enerji Kaynakları Etüd Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1993.

Kedici Ö., 1997. Türk Sanayisinde Enerji Yönetim Sisteminin Oluşturulması ve Sanayide Enerji Verimliliği Yönetmeliği, III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi teskon'97.

Keskin, T., ”Enerji verimlilik kanunu ve uygulama süreci”, Mühendis ve Makine, 48(569106-112s.), 2007.

Özdabak A, Ertem M.E., “Enerji Yönetim Teknikleri”, Erdemir Demir Çelik Fabrikaları, Sayfa 9-13, Karabük, 2002.

Söğüt Z., Gülten N., Oktay Z., Bir Salça Fabrikasında Enerji Taramasına Bağlı Enerji Tasarruf Potansiyelinin İncelenmesi, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May 2011, Elazığ, TÜRKİYE.

Söğüt Z., Oktay Z., Sanayi Sektöründe Enerji Taramasının Enerji Verimliliğine Etkisi Ve Bir Uygulama, Dumlupınar Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Mayıs, 2016.