

TTK da ENERJİ TASARRUFU ÇALIŞMALARI

ENERGY SAVING STUDIES AT TTK

Tuncer ÖZKAN - Burhan YILDIRIM - Ahmet SOYKURUM

Turgut BALTACI - Fevzi BEZİR - Ali CESUR

TTK, Genel Müdürlük Enerji Tasarruf Komisyonu, 67030 Zonguldak

ÖZET

Ülke Enerji Sistemlerinin daha ekonomik tüketilmesini, çevreye olan etkilerini asgari seviyeye indirilmesini, ve dolayısıyla ülke doğal kaynaklarının daha verimli kullanılmasını gerektirdiği için enerji kullanımındaki verimlilik stratejik bir önem taşımaktadır. Enerji tüketiminin azaltılması konusunda alınacak önlemlerin başında enerji tasarrufu çalışmaları gelmektedir. TTK'da gerçekleştirilen bu tür çalışmalar sonucunda, 2001 yılı içinde, bir önceki yıla göre yaklaşık $12 \cdot 10^6$ *kwh* aktif enerji tasarrufu sağlanmıştır. Bu bildiri TTK'da sürdürülmekte olan enerji tasarrufu çalışmalarını ve enerji kullanımındaki verimliliğin artırılması için önerilerimizi içermektedir.

ABSTRACT

Efficiency in energy utilization has a strategic importance since it requires consumption of a country's energy systems more economically, minimization of their effects on environment and, hence, utilization of natural resources more efficiently. Energy saving studies are among the top priorities for measures to reduce energy consumption. As a result of such studies carried out at TTK, active energy savings of $12 \cdot 10^6$ *kwh* have been realized in 2001, compared to the previous year. This paper involves the energy saving studies being carried out at TTK and our recommendations to improve the efficiency in energy utilization.

TTK da ENERJİ TASARRUFU ÇALIŞMALARI

Elektrik enerjisi bugün artık yalnız alternatif akım enerjisi olarak üretilir ve dağıtılır. Tüketicilerin çektikleri alternatif akımın, teorik bakımdan biri aktif diğeri ve diğeri reaktif akım olmak üzere, iki bileşenden oluştuğu kabul olunur. Alternatif akımın meydana getirdiği aktif güç, tüketici tarafından faydalı hale getirilir; örneğin motorlarda mekanik güce, ısı tüketicilerinde termik güce ve aydınlatma tüketicilerinde aydınlatma gücüne dönüşür. Reaktif akımın meydana getirdiği reaktif güç ise faydalı güce çevrilemez. Reaktif güç, yalnız alternatif akıma bağlı bir özellik olup, elektrik tesislerine istenmeyen bir şekilde tesir eder; generatörleri, transformatörleri, hatları, bobinleri füzuli olarak işgal eder ve lüzumsuz yere yükler, ayrıca bunların üzerinde ilave ısı kayıplarına ve gerilim düşümlerine yol açar.

Her ne kadar reaktif güç faydalı güce çevrilemez ise de, bundan tamamen de vazgeçilemez. Reaktif güç sarfiyatı kontrolsüz ve başıboş bırakılırsa, güç katsayısı o kadar düşebilir ki, nihayet bütün üretici ve dağıtıcı tesisler, aktif güç bakımından normal kapasitelerinin çok daha altında çalışmak zorunda kalırlar. Böylece bir taraftan ekonomik olmayan bir işletme meydana geleceği gibi diğer taraftan enerji sıkıntısı baş gösterir. İşte bu sorumsuz ve ekonomik şartlar bakımından kötü duruma bir son vermek için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığımız zaman zaman müşterilerine güç katsayısını belirli bir değerin altına düşürmemelerini şart koşar. (Bayram,1997)

Aktif ve Reaktif enerji girişinden sonra acaba, TTK da elektrik enerji tüketimi, kömür üretimine bağlı olarak nasıl değişiyor, bu değişimi 2000 ve 2001 yılı için incelemeye çalışalım:

Çizelge 1: TTK da üretim-tüketim değerleri.

T T K	Y I L		F A R K
	2000	2001	
Tüvenan Üretim (<i>ton</i>)	3.196.643	3.492.135	+295.492
Satılabilir Üretim (<i>ton</i>)	2.256.768	2.356.777	+100.009
Aktif Enerji Tüketimi (<i>kwh</i>)	271.117.430	258.979.688	-12.137.742
Reaktif Enerji Tüketimi (<i>kvarh</i>)	101.748.364	70.322.315	-31.426.049
Enerji Tüketimi (<i>kwh/tv.ton</i>)	85	74	-11
Enerji Tüketimi (<i>kwh/stb.ton</i>)	120	110	-10
Ortama Güç Katsayısı <i>Cosφ</i>	0,935	0,964	-

Çizelge 1 den görüleceği gibi, 2001 yılı aktif enerji tüketiminde, 2000 yılına göre bir azalma ($\sim 12 \cdot 10^6$ *kwh*) var, acaba bu azalmada, yapılan enerji tasarrufunun mu yoksa kömür üretiminin mi payı var. Bu soruya yine çizelge 1'i inceleyerek cevap verelim. 2001 yılında:

- Kömür üretimlerinde artış,
- Güç faktörü *Cosφ* değerinde düzelme,

- Ton başına enerji tüketimlerinde düşüş var.

Buradan şu sonucu çıkarabiliriz:

“Artan kömür üretimine karşılık azalan enerji tüketimi, başka bir deyişle enerji tasarrufu”.

1 ENERJİ TASARRUFUNA NEDEN OLAN ÇALIŞMALAR

1.1 Basınçlı Hava Kaçağının Önlenmesi

Basınçlı hava şebekelerindeki kaçaklar önlenmiş ve terk edilen galerilerdeki şebekeler sökülüştür.

Acaba, basınçlı hava kaçağının oluşturduğu kayıp enerji ve karşılık değerleri nedir?. Çizelge 2 de verilmiş olan bu değerleri $d = \phi 1 \text{ mm}$. delik çapı için inceleyelim:

Debisi $3,6 \text{ m}^3/\text{h}$ olan 20°C deki havayı, 100 kPa basınçtan 600 kPa basınca kadar sıkıştırmak için kompresöre verilmesi gerekli olan güç $0,3 \text{ kw}$ yani enerji kaybı $0,3 \text{ kwh}$, yılda (350 gün) ise 2520 kwh dir. 1 kwh enerjinin 100.000 TL olduğu düşünülürse, 1 mm . delikten kaçan havanın maliyeti en az $252.000.000 \text{ TL}$ olur. Kurumumuzda çalışan binlerce metre basınçlı hava şebekesi olduğuna göre, her biri enerji kaybına neden olan kim bilir kaç tane 1 mm . kaç tane 10 mm . lik delik vardır.

Çizelge 2: 6 bar basınçta, hava kaçağının delik çapına bağlı olarak oluşturduğu enerji kaybı. (Atlas Copco,1998).

Delik Çapı (mm.)	•	●	●	●
	1	3	5	10
Kaçak (6 bar da) $\frac{(l/s)}{(m^3/h)}$	1	10	27	105
Kompresörün gerektirdiği güç (kw)	0,3	3,1	8,3	33
Kayıp Enerji (kwh/Yıl)	2520	26040	69720	277200

1.2 Kompresörlerde Verimliliğin Arttırılması

Kurumumuzda ,basınçlı hava üreten santrifüj kompresörlerin;

Kurulu gücü : 22.780 kw (Nominal değer)

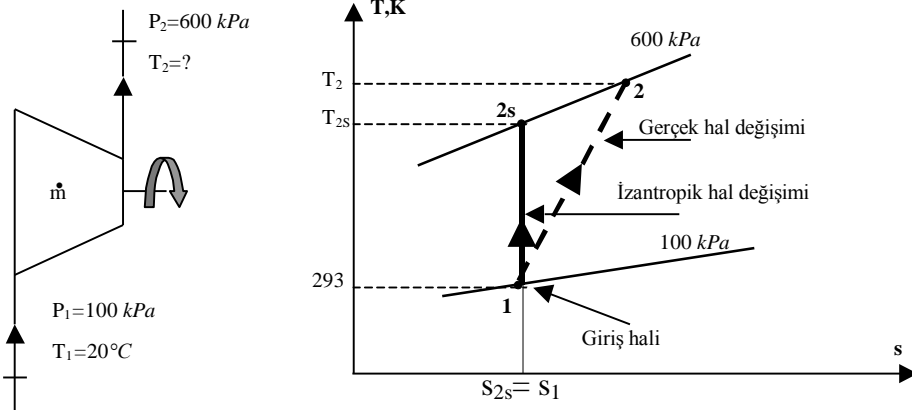
İşletme Gücü : 14.429 kw

dir.

Son derece pahalı olan basınçlı hava üretimi ve dolayısıyla güç yutan makinalar olarak tarif edilebilen kompresörlerin acaba çalışma verimliliği var mıdır? Başka bir deyişle, kompresörler üretilen basınçlı havaya karşılık gelmesi gereken enerjiyi mi yoksa daha fazlasını mı tüketiyorlar?. Özetle, “Kayıp Enerji” değeri hangi boyutlardadır? sorularına cevap bulmaya çalıştık.

Önce, kompresör gücünün hesaplanması ile ilgili yöntemi bir örnekle açıklamaya çalışalım ve bu örnek; “Hava,sürekli akışlı bir adyabatik kompresörde 100 kPa basınç ve 20°C sıcaklıktan, 600 kPa basınca sıkıştırılmaktadır. Havanın hacimsel debisi

3,6 m³/h dır.Kompresörün adyabatik verimi %80 kabulü ile, kompresörü çalıştırmak için gerekli gücün hesaplanması” şeklinde olsun.



Şekil 1 . Örneğin genel çizimi ve T-s diyagramı

Sistemin genel çizimi ve hal değişiminin T-s diyagramında gösterimi yukarıda verilmiştir. Verilen koşullarda hava mükemmel gaz kabul edilebilir, çünkü kritik nokta değerleriyle karşılaştırıldığı zaman sıcaklığı yüksek, basıncı düşüktür (Havanın ana bileşeni azot için $T_{kr} = -147^{\circ}C$ ve $P_{kr} = 3390kPa$).

Kompresörün gerektirdiği güç,sürekli akışlı açık sistemler için enerjinin korunumu denklemini

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m} \cdot (\Delta h + \Delta ke + \Delta pe) \quad [1]$$

kullanarak hesaplanabilir.

Kompresörün adyabatik olduğu göz önüne alınır,kinetik ve potansiyel enerji değişimleri ihmal edilirse:

$$\dot{W} = -\dot{m} \cdot (h_2 - h_1) \quad [2]$$

olur.

\dot{m} - Havanın kütle debisi

$$\dot{m}(kg/s) = \rho_{20^{\circ}C}(kg/m^3) \cdot Q(m^3/s) \quad [3]$$

$\rho_{20^{\circ}C}$ - Havanın 20 °C deki yoğunluğu

$$\rho_{20^{\circ}C} = \frac{P_1}{RT_1} \quad [4]$$

R - Gaz sabiti [Hava için 0,287 kPa·m³/(kg·K)]

$$\rho_{20^{\circ}C} = \frac{100kPa}{[0,287kPa \cdot m^3 / (kg \cdot K)] \cdot (293K)}$$

$$\rho_{20^{\circ}C} \cong 1,2kg/m^3$$

$$\dot{m} = 1,2kg/m^3 \cdot \frac{3,6}{3600} m^3/s$$

$$\dot{m} = 0,0012kg/s$$

Mükemmel gazın entalpi sadece sıcaklığın fonksiyonudur ve h_1 değeri hava tablosundan giriş sıcaklığı için okunabilir:

$$T_1 = 295^{\circ}K \quad (293^{\circ}K \text{ yerine}) \rightarrow \left. \begin{array}{l} h_1 = 295,17kj/kg \\ P_r = 1,3068 \end{array} \right\} \quad (\text{Çengel,1996})$$

P_r - Bağıl basınç (boyutsuz bir büyüklük)

h_{2s} 'in belirlenmesi için mükemmel gazların izantropik bağıntularından biri,örneğin

$$P_{r2} = P_{r1} \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)_{s=\text{sabit}} \quad [5]$$

denklemini kullanılır:

$$P_{r2} = 1,3068 \cdot \left(\frac{600kPa}{100kPa} \right)$$

$$P_{r2} = 7,8408$$

ve

$$P_r = 7,824 \quad (7,8408 \text{ yerine}) \rightarrow h_{2s} = 492,74kj/kg \quad (\text{Çengel, 1996})$$

Çıkıştaki entalpi değeri h_2 yi bulmak için, entalpilerle adyabatik verim arasındaki

$$\eta_k \cong \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \quad [6]$$

denklemini kullanılır. (η_k , gerçekte hal değişiminin izantropik hal değişiminden sapmasını gösterir. Gerçek hal değişimi, izantropik hal değişimine ne kadar yakın olursa makinanın çalışması o ölçüde iyi olacaktır. $\eta_k = 0,75 \dots 0,85$)

Bilinen değerler ile,

$$0,80 = \frac{492,74 - 295,17}{h_2 - 295,17}$$

$$h_2 = 542,13kj/kg$$

$$\dot{W} = (-0,0012 \text{ kg/s})[(542,13 - 295,17) \text{ kJ/kg}]$$

$$\dot{W} = -0,296 \text{ kW} \cong -0,3 \text{ kW}$$

olarak bulunur. Dikkat edilirse, kompresörün gerektirdiği gücü hesaplarken h_{2s} değil h_2 değeri kullanıldı. Bunun nedeni kompresör çıkışındaki gerçek entalpi değerinin h_2 olmasıdır. h_{2s} ise havanın izantropik hal değişimi sonunda elde edilen sanal bir değerdir.

Şimdi, Çizelge 3'ü inceleyelim:

Armutçuk, Kozlu, Üzülmez ve Karadon Müesseselerinde halen kullanılmakta olan 9 kompresör üzerinde, basınçlı hava üretimi-harcanan enerji ölçümü yapılmış ve hem izantropik hem de izotermik sıkıştırma model olarak alınarak şu sonuçlar ortaya çıkmıştır:

- Adyabatik verim %41 değerine kadar düşmüş,
- Toplam kayıp enerji ortalama $\sim 25 \cdot 10^6 \text{ kWh/yıl}$ 'a yaklaşmış.

Bu durumda TTK ne yapmıştır?. TTK Kompresörlerini, modern teknolojinin özelliklerini taşıyan yüksek verimli akıllı kompresörler (vidalı tip) ile yenilemeye karar vermiş ve ;

- $Q \cong 5000 \text{ m}^3 / \text{h}$, $\dot{W}_{\text{tam yükte}} = 466 \text{ kW}$, $\dot{W}_{\text{bosta}} = 68 \text{ kW}$ karakteristik değerlerinde 5 adet (Amasra:2;Üzülmez:2;Karadon:1).

- $Q \cong 7500 \text{ m}^3 / \text{h}$, $\dot{W}_{\text{tam yükte}} = 712 \text{ kW}$, $\dot{W}_{\text{bosta}} = 105 \text{ kW}$, karakteristik değerlerinde 3 adet (Karadon-Gelik).

ATLAS COPCO vidalı,yağsız,iki kademeli,su soğutmalı kompresörleri satın almıştır. Bu yenilemeden dolayı, Amasra ve Üzülmez Müesseselerindeki enerji tasarrufu 2001 yılı için yaklaşık olarak $3 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ olmuştur.

TTK Bundan sonra ne yapacaktır?. TTK daha akıllı kompresörler (değişken devirli) satın alarak ihtiyaç duyulanın tam karşılığı kadar basınçlı havayı minimum enerji harcamasıyla sağlayacaktır (Şekil 2) diye düşünüyoruz.

1.3 Kat Pompalarında Verimliliğin Arttırılması

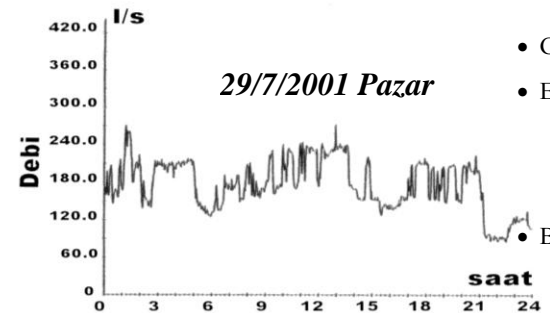
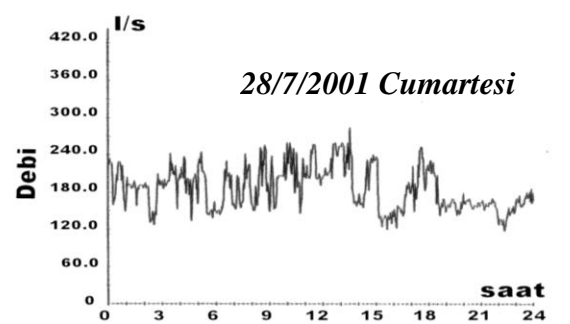
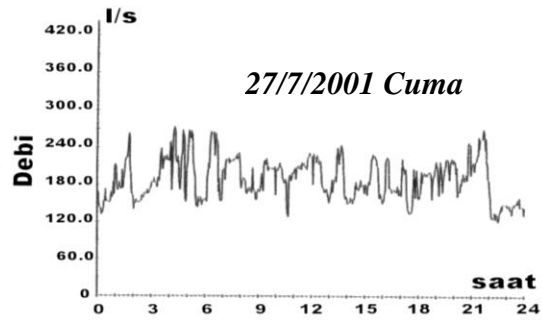
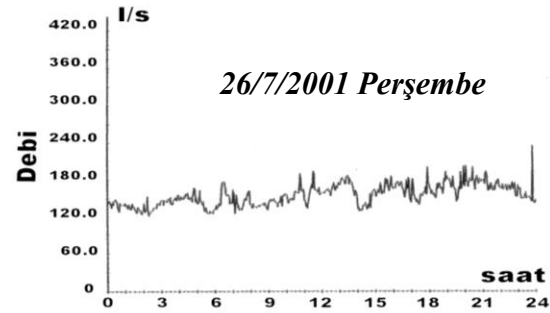
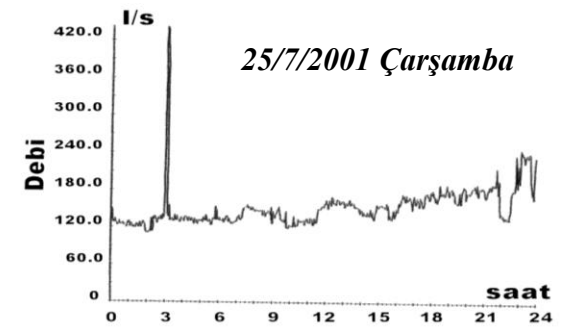
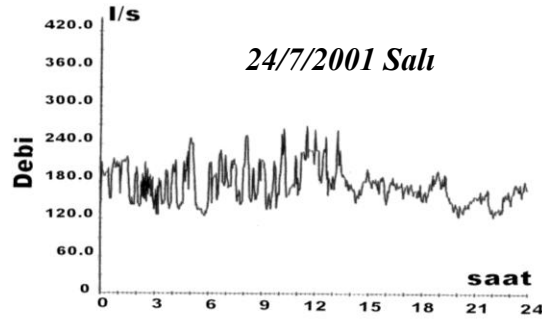
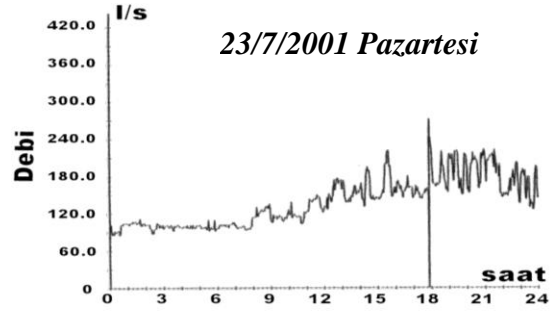
Üzülmez Müessesesi -170 katından günde ortalama 16120 m^3 su, $Q = 360 \text{ m}^3 / \text{h}$, $H_m = 275 \text{ mSS}$, $\eta_g = 0,82$ karakteristik değerli MAZ İmalatı pompalarla dışarı (+38) atılmaktadır. MAZ tarafından yapılan ölçümlerde; $Q_{\text{gerçek}} = 280 \text{ m}^3 / \text{h}$, $H_{m_{\text{gerçek}}} = 220 \text{ mSS}$, $I_{\text{motor}} = 50 \text{ A}$ değerine göre kavitasyonsuz çalışan pompayı ele alalım.

Çizelge 3: Basıncılı hava üretimi ve karşılık enerji değerleri.

KOMPRESÖRLER		Nominal Değerler						Ölçülen Değerler						Hesaplanan Değerler					
		Debi (m ³ /h)(S)	Basınç (bar)	Güç (BG)	Güç (kw)	Gerilim (kV)	Çalışma Yılı	Çalışma (gün/yıl)	Debi (m ³ /h)(S)	Basınç (bar g)	Akım (A)	Cosφ	Güç (kw)	(Adyabatik Sıkıştırma)			(İzotermik Sıkıştırma)		
													Güç (kw) max.	Kayıp Güç (kw) min.	Kayıp Enerji (kwh/yıl) min..	Güç (kw) min.	Kayıp Güç (kw) max.	Kayıp Enerji (kwh/yıl) max.	
Armutçuk	CENTAC AR110-1	20000	8,75	2500	--	3,3	1976	300	15118	5,4	340	0,95	1846	1291	555	3996000*	987	859	6184800*
	CENTAC AR110-2								13971		295		1602	1193	409	2944800	912	690	4968000
Kozlu	AEG EV 318/5	34000	7,56	-	3400	3,3	1958	120	23134	5,1	460	1,00	2629	1910	719	2070720*	1446	1183	3407040*
	DEMAG VK 28	30000	7,50	-	2800		1966	245	27670	5,7	490	0,85	2550	2439	111	652680*	1884	666	3916080*
Üzülmez	DEMAG VK 20-1	20000	7,50	-	1950	3,3	1966	365	12459	4,6	340	0,98	1904	984	920	8059200*	755	1149	10065248*
	DEMAG VK 20-2							365	11616	5,6	330	0,95	1850	1031	819	7174440	771	1079	9452040
Karadon	AEG EV 318/5	34000	7,56	-	3400	3,3	1958	365	29656	5,4	510	0,85	2600	2533	67	586920	1970	630	5518800
	DEMAG VK 28-1	30000	7,50	-	2800	3,3	1966	365	28742	5,3	520	0,94	2750	2381	369	3232440*	1856	894	7831440*
	DEMAG VK 28-2							300	26093	5,6	540	0,90	2750	2233	517	3722400*	1728	1022	7358400*

Toplam Kayıp Enerji* (kwh/yıl) :21.733.440 (min) ...38.763.008 (max) ~25·10⁶ kwh/yıl kabul edilebilir.

* Çalışan kompresörler



• GRAFİKLER FİİLİ ÖLÇÜMLE ELDE EDİLEN, 7 GÜNÜ GÖSTEREN “ İŞLETME GERÇEK HAVA TÜKETİMİ”DİR.

• ENERJİ TÜKETİMLERİ:

MEVCUT KOMPRESÖR
20.553 kwh/hafta

DEĞİŞKEN DEVİRLİ KOMPRESÖR
10.637 kwh/hafta

• BOŞTA ÇALIŞMA ORTADAN KALDIRILARAK VE SABİT BASINÇTA ELDE EDİLEN TASARRUF 9.916 kwh/hafta DIR.

Şekil 2 :Değişken devirli (VSD) kompresörün haftalık çalışma diyagramları. (Atlas Copco,2001).

- Pompa mil gücü (Gerçek),

$$N_{e_{gerçek}} = \sqrt{3} \cdot I \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot \eta_{motor} \quad [7]$$

$$N_{e_{gerçek}} = \sqrt{3} \cdot 50(A) \cdot 3,3(kV) \cdot 0,80 \cdot 0,98 = 224 \text{ kW} \cong 305 \text{ BG}$$

- Pompa Genel Verimi (Hesap),

$$N_{e_{gerçek}} = \frac{\gamma \cdot Q_{gerçek} \cdot H_{m_{gerçek}}}{75 \cdot \eta_{g_{hesap}}} \quad [8]$$

$$305 = \frac{10^3 \cdot (280/3600) \cdot 220}{75 \cdot \eta_{g_{hesap}}} \rightarrow \eta_{g_{hesap}} \cong 0,75$$

Şimdi, aynı pompayı $\eta_g = 0,82$ verimle çalıştırdığımızı varsayalım. Pompa mil gücü, $N_{e_{0,82}} \cong 205 \text{ kW}$ olarak hesaplanır.

$N_{e_{0,75}} - N_{e_{0,82}} = 224 - 205 = 19 \text{ kW}$ Yani $280 \text{ m}^3/h$ debili pompa verimindeki artış bize 1 saatte 19 kwh enerji tasarrufu sağlar. Saatte $(16120/24) \cong 672 \text{ m}^3$ su dışarı atıldığına göre 1 saatteki enerji kazancı $(672/280) \cdot 19 \cong 46 \text{ kwh}$, 1 Yıldaki (350 gün) ise $46 \cdot 24 \cdot 350 = 386400 \text{ kwh}$ olur. (kaba bir yaklaşımla). Üzülmez müessesesi –170 katında, pompa işletme verimliliğini artırmak dolayısıyla enerji tasarrufu yapmak düşüncesiyle hazırlanmış olduğu dalgıç pompa havuzuna (ki ,istenilen her türlü özelliğe sahiptir); nominal değerleri $Q = 330 \text{ m}^3/h$, $H_m = 230 \text{ mSS}$ ve $\eta_g = 0,82$ olan iki adet dalgıç pompanın montaj çalışmalarını sürdürmektedir.

Kozlu müessesesinde ise, -200 katından günde ortalama 9000 m^3 su dışarı (+13) atılmaktadır. Bu işlemi gerçekleştiren kat pompalarında MAZ tarafından yapılan ölçüm değerlerine göre, pompaların genel verimleri $\eta_g = 0,33 \dots 0,48$ arasında değişmektedir. Çalışma koşullarının proje işletme karakteristik değerlerine uygun ve günümüz teknolojisinin $0,82$ 'lere varan verimli pompaları göz önüne alınırsa, -425,-300,-200 kat pompalarının bize sağlayacağı enerji tasarrufu, kaba bir yaklaşımla yılda en az $4 \cdot 10^6 \text{ kwh}$ olacaktır. (Hesap değeri).

1.4 Basınçlı Hava Makinalarının Azaltılması

1.4.1 Basınçlı Havalı Paletli Pompa (Nargile Tulumba);

Karakteristik değerleri $Q = 25,2 \text{ m}^3/h$, $H_m = 30 \text{ mSS}$, $\eta_g = 0,75$, işletme basıncı $4 \dots 6 \text{ bar}$,normal şartlardaki hava sarfıyatı $300 \text{ m}^3/h$.

Önce, $Q \text{ m}^3/h$ havayı $P_1 = 1 \text{ bar}$ basınç ve $T_1 = 20^\circ\text{C}$ sıcaklıktan $P_2 \text{ bar}$ basınca sıkıştırabilmek için $\eta_k = 0,80$ adyabatik verimli kompresörün gerektirdiği gücü ampirik olarak hesaplayalım:

- $P_2 = 6 \text{ bar}$ için;

$$\dot{W} = -\dot{m} \cdot (h_2 - h_1) \quad (\text{Eşitlik 2}) \rightarrow \dot{W}_{6\text{bar}} = -Q_{\text{hava}} \cdot 1,2 \cdot (542,13 - 295,17)$$

$$\dot{W}_{6\text{bar}} \cong -296,4 \cdot Q_{\text{hava}} \quad \left. \frac{\dot{W}_{6\text{bar}}}{kw} \right| \frac{Q_{\text{hava}}}{m^3/s} \quad [9]$$

$$\dot{W}_{6\text{bar}} \cong -0,082 \cdot Q_{\text{hava}} \quad \left. \frac{\dot{W}_{6\text{bar}}}{kw} \right| \frac{Q_{\text{hava}}}{m^3/h} \quad [10]$$

- $P_2 = 7 \text{ bar}$ için; $\rightarrow \dot{W}_{7\text{bar}} = -Q_{\text{hava}} \cdot 1,2 \cdot (570,1575 - 295,17)$

$$\dot{W}_{7\text{bar}} \cong -330 \cdot Q_{\text{hava}} \quad \left. \frac{\dot{W}_{7\text{bar}}}{kw} \right| \frac{Q_{\text{hava}}}{m^3/s} \quad [11]$$

$$\dot{W}_{7\text{bar}} \cong -0,09 \cdot Q_{\text{hava}} \quad \left. \frac{\dot{W}_{7\text{bar}}}{kw} \right| \frac{Q_{\text{hava}}}{m^3/h} \quad [12]$$

$$Q = 300 m^3/h \text{ olduğuna göre, } \dot{W}_{6\text{bar}} = -0,082 \cdot 300 \cong 24 kw$$

Pompa elektrikli olsa idi pompanın gerektirdiği güç,

$$N_e = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta_g} \quad (\text{Eşitlik 8})$$

$$N_e = \frac{(1000 kg/m^3) \cdot (25,2/3600 m^3/s) \cdot (30 mSS)}{75 \cdot 0,75} = 3,7 BG = 2,7 kw$$

$N_e = 3 kw$. Görüldüğü gibi, basınçlı hava üretiminin paletli pompa için elektrik enerjisine göre;

$$\dot{W}_{6\text{bar}}/N_e = 24/3 = 8 \text{ kat daha pahalı olduğu görülür. İşte bir enerji tasarrufu daha.}$$

1.4.2 $\phi 400 \text{ mm}$. Kanatçıklı Tip Vantilatör

Karakteristik değerleri: $Q = 143 m^3/dak.$, $H_m = 20 mmSS$, işletme basıncı $4 \dots 6 bar$, normal şartlardaki hava sarfiyatı $175 m^3/h$.

$$\dot{W}_{6\text{bar}} \cong -0,082 \cdot Q_{\text{hava}} = -0,082 \cdot 175 \cong -14 kw \text{ gücünde bir kompresöre ihtiyaç var.}$$

Elektrikli pervaneler:

- 10 HP Joy;

$$Q = 4000 \text{ Cfm} = 112 \text{ m}^3 / \text{dak}, H_m = 8,8'' \text{ SS} = 223,52 \text{ mmSS}$$

- 2x4,5 kw Korffman;

$$Q = 170 \text{ m}^3 / \text{dak}, H_m = 180 \text{ mmSS}$$

Bu bağlamda, müesseselerimiz; nargile tulumba, vantilatör gibi basınçlı hava makinalarının sayısını azaltarak enerji tasarrufuna büyük ölçüde katkıda bulunmuşlardır.

1.5 Kompanzasyon Tesislerinin Kurulması

Bildirimiz girişinde, aktif ve reaktif enerji kavramları ile ilgili kısa bir bilgi vermiştik. Q reaktif, P aktif güç olmak üzere,

$$\text{tg}\varphi = \frac{Q}{P} \quad [13]$$

ifadesindeki φ açısının kosinusüne yani $\text{Cos}\varphi$ 'ye güç katkısı denir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 17.02.2000 tarih ve 23967 sayılı resmi gazetede yayınlanan tebliğine göre de bu faktörün 0,95 ...1 arasında olması gerekmektedir. Acaba,güç katsayısının düzeltilmesini isteyen böyle bir tebliğe neden gerek duyuldu?. Önce kompanzasyonun “ Tüketicilerin normal olarak şebekeden çektikleri endüktif gücün, kapasitif yük çekmek suretiyle özel bir reaktif güç üreticisi tarafından dengelenmesine kompanzasyon denir” şeklinde tarifini yapalım ve güç katsayısının düzeltilmesinin (kompanzasyon) yararlarını görelim:

- Şebekedeki yararları;
 - Şebekenin güç taşıma yeteneğinin artırılması
 - Şebeke ısı kaybının azaltılması
 - Gerilim düşümünün azalması
- Tüketicideki Yararlar;

Kompanzasyon yolu ile güç katsayısının düzeltilmesi halinde tüketici, reaktif enerji sarfıyatı için elektrik kurumuna bir ücret ödemekten kurtulur.

Şimdi, güç katsayısının düzeltilmesinin yararlarını,TTK için sayısal olarak görelim ve irdelleyelim:

2001 yılında;

Aktif Enerji Tüketimi : 258.979.688 kwh

Reaktif Enerji tüketimi : 70.322.315 kvarh

- Güç katsayısı 0,935 (2000 Yılı) den 0,964 (2001 Yılı)'e yükseldiğine göre, şebeke kayıplarında sağlanan kazanç

$$\text{Şebeke kayıp kazancı} = \left[1 - \left(\frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} \right)^2 \right] \cdot 100 \quad [14]$$

$$\%Z = \left[1 - \left(\frac{0,935}{0,964} \right)^2 \right] \cdot 100 = \%5,92 \cong \%6$$

- Tasarruf edilen enerji;

Şebeke kayıplarının ortalama %5 olduğu kabul edilirse,

$$\text{Şebeke kaybı} = 258.979.688 \cdot 0,05 = 12.948.984,4 \text{ kwh}$$

$$\text{Şebeke kayıp kazancı} = 12.948.984,4 \cdot 0,06 = 776.939.064 \text{ kwh}$$

Tasarruf edilen enerji $\cong 7,8 \cdot 10^5 \text{ kwh}/(2001 \text{ Yılı})$

- Şebekenin güç taşıma yeteneğindeki artış;

$$\% \Delta P = 100 \cdot \left(\frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi_1} - 1 \right) \quad [15]$$

$$\% \Delta P = 100 \cdot \left(\frac{0,964}{0,935} - 1 \right) \cong \%3,1 \text{ olur.}$$

- Reaktif enerji ücreti;

2000 yılı reaktif enerji değerleri esas alınarak, 2001 yılında $\cos \varphi$ 0,95 ten daha küçük olsaydı yani kompanzasyon tesisleri kurulmasaydı 2001 yılı için TTK, elektrik kurumuna yaklaşık olarak 4,2 ... 4,4 trilyon TL (KDV dahil) ceza ödeme durumunda kalacaktı.

SONUÇ

Üretimde enerji verimliliğinin artırılması için önemli seçeneklerden biri olan enerji tasarrufunu TTK, 2001 yılında bir önceki yıla göre $12 \cdot 10^6 \text{ kwh}$ olarak gerçekleştirmiştir. Peki, TTK ne yapmıştır?

Enerji tasarrufu, verimlilik ve talep yönetimi konusunda plan ve program, uygulamaya sokulmuştur, örneğin :

- Basınçlı hava kayıplarının önlenmesi,
- Kompresörler ve kat pompalarındaki verimliliğin artırılması,
- Basınçlı hava makinalarının azaltılması,
- Kompanzasyon tesislerinin kurulması,
- Bilgilendirme-bilinçlendirme toplantılarının yapılması, gibi.

Hedefimiz , üç yıl içerisinde yeniden yapılanma çalışmalarına devam etmek ve kömür üretimini düşürmeden yılda $25 \cdot 10^6$ *kwh* aktif enerji tasarrufu sağlamaktır.

KAYNAKLAR

Atlas Copco (1998) *Compressed Air Manual*, Atlas Copco Co.,s.154

Atlas Copco (2001) *Deneysel Ölçüm Değerleri*, Atlas Copco Co.

Bayram M. (1997) *Reaktif Güç Kompanzasyonu*, EMO İzmir Şubesi.,s.247

Büyüktür,A.R (1985) *Termodinamik*,Uludağ Üniversitesi, Bursa.,s.400

Çengel,A.Y. ve Derbentli,T. (1996) *Termodinamik*, Literatür Yayıncılık,İstanbul.,s.867

Eğrican,A.N. ve Atılgan,H.(1985) *Termodinamik*, Emin Ofset,İstanbul.,s.591