

Kayıp-kaçak sorununa uzun yıllar gereken önem verilmemiştir. Son aylarda, sorunun sadece "kaçak" kısmı vurgulanmış; ancak kayıp-kaçakta çok önemli payı bulunan ve gerçek enerji kaybı olan "kayıp" ayağı ise göz ardı edilmiştir. Bu çalışmada kayıp-kaçak elektrik enerjisi çeşitli yönleriyle ele alınmış, rol oynayan faktörler araştırılmış, azaltıcı öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

1. GİRİŞ

Ülkemizde 2000 yılında dağıtım şebekemizdeki kayıp-kaçak elektrik enerjisi miktarı 20 milyon 573 bin 500 MWh olmuştur ve bu değer elektrik dağıtım şebekemize verdiğimiz enerjinin %17,3'üdür, tükettiğimiz enerjinin ise %20,9'udur yine bu değer gelişmiş ülkelerde %6'lar mertebesinde. 2000 yılında ülkemizde de gelişmiş ülkelerdeki orana ulaşılmış olsaydı takriben 13 milyon 500 bin MWh'lik enerji israf edilmeyecekti. Belirtilen enerji, toplam 2 bin 200 MW gücündeki santralın yıllık üretimine eşittir ve enerjinin satış fiyatı üzerinden karşılığı 1.1 milyon dolardır. Kayıp-kaçak, 1980'den itibaren giderek artmış ve ülke ekonomisi açısından gerçek bir yük ve sorun olmuştur.

Maalesef, bu soruna uzun yıllar gereken önem verilmemiştir. Son aylarda,

çok önemlidir ve acilen makul değerlere indirilmelidir.

Kayıp-kaçak enerjiye ilişkin çeşitli özellikler aşağıda incelenmiştir.

2.1 Diğer ülkelerdeki durum

1998'de çeşitli ülkelerdeki kayıp-kaçığın tüketilen enerjiye oranı aşağıdadır;

Japonya	% 3.6
Finlandiya	% 4.1
Almanya	% 4.9
Belçika	% 5.2
Avusturya	% 6.5
ABD	% 7.7
Yunanistan	% 7.8
Kore	% 7.9
Fransa	% 7.9
İsveç	% 8.2

Elektrik Enerjisinde "Kayıp - Kaçak" Sorunumuz

Prof. Dr. Turgut TÜFEKÇİ

sorunun sadece "kaçak" kısmı vurgulanmış; ancak kayıp-kaçakta çok önemli payı bulunan ve gerçek enerji kaybı olan "kayıp" ayağı ise göz ardı edilmiştir. Bu çalışmada kayıp-kaçak elektrik enerjisi çeşitli yönleriyle ele alınmış, rol oynayan faktörler araştırılmış, azaltıcı öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

2. Kayıp-kaçak enerji

Dağıtım şebekesine verilen enerji ile satılan enerji arasındaki fark "kayıp-kaçak" olarak isimlendirilmektedir. Gerçekte kayıp ve kaçak birbirinden tamamen farklı kavramlardır, ayrı ayrı tespit edilemediklerinden bir arada anılmaktadırlar. Bilindiği gibi "kayıp", esas olarak $R I^2$ hat ve trafo kayıplarıdır. $R I^2$ hat kayıpları bunun en önemli kısmını oluşturur. Kısaca kayıp enerji, toprağı ve havayı ısıtan, faydalanılamayan enerjidir. Öte yandan "kaçak" bedeli tüketici tarafından ödenmeden kullanılan enerjidir; başka bir ifade ile yararlanılan, ancak bedeli diğer aboneler tarafından ödenen enerjidir. Elbette kaçığın %100 oranında önlenmesi için her türlü tedbir alınmalıdır. Ancak, göz ardı edilen "kayıp", ekonomimiz açısından

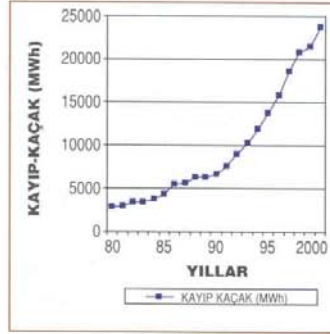
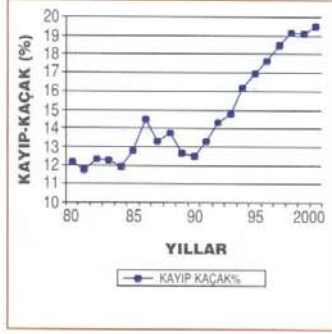
Bu tablodaki verilerden anlaşılacağı gibi ülkemizde ki %20,9'luk değer bunların çok üzerindedir.

2.2. Kayıp-kaçığın yıllara bağlı değişimi

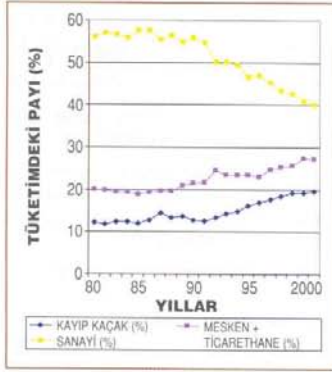
Kayıp-kaçığın miktarı ve tüketimdeki payı 1980'den itibaren genellikle artmıştır, (Şekil 2.1).

2.3. Kayıp-kaçığın elektrik tüketiminin sektörel dağılımı ile ilişkisi

Kayıp-kaçığın, elektrik tüketiminin sektörel dağılımında yıllara bağlı değişimi Şekil 2.2'dedir. Bu eğrilerden görüleceği gibi kayıp-kaçak payı, mesken ve ticarethanelerde tüketilen enerjinin payı arttıkça çoğalmakta, bunun yanı sıra sanayinin tüketimdeki payı arttıkça azalmaktadır. Belirtilen özellik, sanayinin büyük bir çoğunlukla OG şebekesinden beslenmesinden, mesken ve ticarethanelerin ise AG aboneli olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu, AG şebekesinin kayıpları ve AG abonelerinde kaçak imkanı ve ihtimali çok daha fazla olduğundan beklenen bir sonuçtur. ➔



Şekil 2. 1- Kayıp-kaçak payının ve miktarının (iletim kaybı dahil) yıllara bağlı değişimi



Şekil 2. 2- Kayıp-kaçak, mesken + ticaret, sanayi tüketimi paylarının yıllara bağlı değişimi

2.4. İllerimizin kayıp-kaçak açısından özellikleri

1998 ve 2000 yıllarına ilişkin verilerle yaptığımız çalışmada illerimizin,

- ✓ kayıp-kaçak oranı,

- ✓ tüketimin sektörel dağılımı,
- ✓ (mesken + ticarethane + resmi daire) de tüketilen enerjinin sanayide tüketilene oranı,
- ✓ kişi başına tüketilen elektrik enerjisi bakımından 3 ana grupta toplandıklarını gördük. Her iki yılla ilişkin sonuçlar birbirine çok yakındır.

Bunlar;

1) Kayıp-kaçak oranları batı ülkeleri seviyesinde olanlar

Bilecik, Zonguldak, Kocaeli, Yalova, Kırklareli, Tekirdağ, Bursa ve Hatay illerimizden oluşan bu grupta kayıp-kaçak oranı %7.9'dur.

2) Kayıp-kaçak oranları Türkiye ortalamasının çok üstünde olanlar

Bu grubun ortak özelliği kayıp-kaçığın Türkiye ortalamasının çok üstünde olması (%59,6) ve elektrik enerjisi tüketiminde sanayinin payının küçük olmasıdır, (17,6). Ancak diğer kriterler bakımından üç alt grup görülmektedir;

a. Diyarbakır, Hakkari, Muş, Van, Iğdır, Ardahan, Bitlis, Bingöl ve Ağrı illerinden oluşan bu alt grupta (mesken + ticarethane + resmi daire) / sanayide tüketilen enerji oranı yüksektir, (5.2).

b. Batman, Kars, Siirt ve Mardin'den oluşan bu alt grupta (mesken + ticarethane + resmi daire) / sanayide tüketilen enerji oranı ortadır, (1.1).

c. Tarımsal sulama tüketim payı yüksek (% 33) olan Şanlıurfa ayrı bir alt grup oluşturmaktadır.

3) Türkiye'yi yansıtan grup

Yukarıda belirtilenlerin dışındaki illerimizin ağırlıklı ortalaması Türkiye'yi yansıtmaktadır. Bu grupta ortalama değerler Türkiye ortalamasına çok yakındır.

Bu gruplara ilişkin 2000 yılına ait tespitlerimiz **Cetvel 2.1'** dedir. 1998 yılına ait değerler de bunlara çok yakındır.

3. Kaçak enerji

Kaçığa ilişkin Türkiye çapında veri temin edilememiştir. Ancak toplam tüketimimizdeki payı %18 olan İstanbul'dan elde edilen verilerden aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir;

a) Tüm sektörlerde kaçığa rastlanmaktadır.

b) Ancak, belirlenen kaçık enerji miktarının % 49'u ticarethanelerde, % 47,5'i meskenlerde, % 2' si ise sanayidedir.

c) Kaçık, büyük çoğunlukla, sayaç ve ölçü devresinde yapılan hileler ve enerjinin sayaçtan

Cetvel 2.1- Tüketim grupları bazında tüketim verileri

	Kayıp Kaçak Oranı (%)	Sanayi Payı (%)	(MSK+TİC+RSM) Sanayi Tük. Oranı	Kişi başına net Enerji Tük. (kWh)	Kişi başına brüt Enerji Tük. (kWh)
Kayıp-Kaçak Batı ülkeleri seviyesindekiler	düşük %7.9	yüksek %76.6	düşük 0.23	yüksek 3291	yüksek 3573
Türkiye ortalamasının üstündekiler					
- " a " ALT GRUBU	yüksek %58.0	düşük %10.1	yüksek 5.2	düşük 426	orta 1015
- " b " ALT GRUBU	yüksek %54.2	düşük %15.6	orta 1.1	düşük 738	orta 1611
- ŞANLIURFA	yüksek %59.6	orta %48.5*	orta 2.0	düşük 732	orta 1821
Türkiye'yi yansıtanlar	orta %15.0	orta %44.5	orta 1.0	orta 1398	orta 1644
Türkiye ortalaması	%17.3	%49.7	0.76	1507	1873

*) Tarım sulama + sanayi değeridir

Cetvel 3.1- İstanbul'un Anadolu Yakası'nda tespit edilen kaçak elektrik

Yıllar	Yakalanan		Kaçak Abone Oranı (%)	Kaçak Enerji Tahakkuku (MWh)	Toplam Satılan Enerji (MWh)	Kaçak/Toplam Satılan Enerji (%)
	Abone Sayısı	Abone Sayısı				
1991	7 475	920 000	0.81	11 175	2 263 763	0.49
1992	11 255	955 000	1.18	16 827	2 531 724	0.66
1993	12 715	1 050 000	1.21	19 010	2 873 282	0.66
1994	12 676	1 050 000	1.21	18 951	3 004 192	0.63
1995	11 108	1 132 000	0.98	23 789	3 473 571	0.68
1996	15 620	1 200 000	1.30	32 748	3 928 054	0.83
1997	17 365	1 300 000	1.34	35 895	4 287 903	0.84
1998	14 794	1 394 000	1.06	35 909	4 417 916	0.81
1999	67 258	1 486 000	4.53	97 441	4 902 666	1.99
2000	26 800	1 562 899	1.71	42 121	5 364 732	0.79
2001	29 878	1 617 225	1.85	44 379	5 202 121	0.85
ORTALAMA			1.66			0.90

geçirilmemesi suretiyle yapılmaktadır.

d) Kaçağın %65'i abone olmuş tüketiciler tarafından gerçekleştirilmiştir.

e) Tespit edilen kaçak enerji İstanbul'un yıllık tüketiminin %1'i mertebesinde, bu oran yıllar içinde önemli bir değişiklik göstermemektedir.

f) Kaçak oranında Anadolu ve Avrupa yakası arasında önemli bir fark yoktur.

Yukarıda belirtilen özelliklerden a, b ve c maddelerinin tüm ülkemiz için geçerli olduğu kanısındayız. Yani tüm sektörlerde kaçağa rastlanmaktadır, ancak, tespit edilen kaçak enerji miktarının %95'den fazlası ticarethaneler ve meskenlerde; kaçak, büyük çoğunlukla, sayaç ve ölçü devresinde yapılan hileler ve enerjinin sayaçtan geçirilmemesi suretiyle yapılmaktadır.

Kayıp-kaçak oranları Türkiye ortalamasının çok üstünde olanlar grubunun dışında kaçağın büyük bir çoğunlukla abone olmuş tüketiciler tarafından gerçekleştirildiği görüşündeyiz. Aynı gruptaki kaçak oranını ise aşağıda ele alacağız.

3.1.Kaçak oranı tahmini

Kaçak miktarının bilinmesi imkansızdır, ancak yukarıdaki tespitler, tüketim gruplarının özelliklerinden yaptığımız modellemeler ve

incelemelerden 2000 yılı için kaçak tahminimiz aşağıdadır. Kayıp-kaçak oranları Türkiye ortalamasının çok üstünde olan grupta önemli oranda kaçak olduğu, kayıp-kaçak değerleri sıralandığında bu illerimizde görülen ani artıştan, tüketimin sektörler arasındaki dağılımının benzer illerden çok farklı olmasından anlaşılmaktadır. Bu gruptaki alt gruplarda, Bölüm 2.4'deki özelliklerine dayanarak, modelleme suretiyle kaçak tahminine çalışılmıştır.

İncelememizden 2000 yılında 4 milyon MWh mertebesinde kaçak olduğunu tahmin ediyoruz. Bu değer dağıtım şebekesine verilen enerjinin %3.3'ü, tüketilen enerjinin ise %4'üdür. Diğer basit bir yaklaşım ise; yakalanan kaçağın % 96.5'ini oluşturan mesken ve ticarethanelerdeki tüketim üzerinden yapılabilir. 2000 yılında bu tüketicilerin kaçak oranının Türkiye genelinde %10 olduğunu varsayarsak 3 milyon 209 bin MWh (% 2.7)'lik bir kaçak tahmini ortaya çıkacaktır. Elbette bu değerler sadece bir tahmindir.

3.1.Kaçığa ilişkin öneriler

o Kofradan sayaç dolabı çıkışına kadar, var ise buatlar ve sayaç dolabı dahil, tüm tesisat mühürlenmelidir.

✓ Taklit edilmesi zor olan mühürler kullanılmalıdır.

✓ Sayaçlar mühürlü sayaç dolaplarının içinde olmalıdır.

✓ Sayaç öncesindeki kolon koruyucuları, var ise, kaldırılmalıdır, kolon koruyucuları sadece sayaç sonrasına konulmalıdır.

✓ Kofralarda ve sayaç dolaplarındaki koruyucular, mandalları dışarıda olan kompakt şalterler ve / veya anahtarlı otomatik sigortalar olmalıdır.

✓ Tüketimindeki düşüşü süreklilik kazanan aboneler incelenmelidir.

✓ Hatalı ölçtüğünden şüphe edilen sayaçlar kalibre edilmeli, gerekirse değiştirilmelidir.

✓ Abonelik işlemleri kolaylaştırılarak tüm tüketicilerin abone olması ve kayıt altına alınması yönünde çabalar gösterilmelidir,

✓ Tüm trafo postalarına çekilen toplam enerjiyi ölçecek sayaçlar konulmalı ve aboneler besledikleri trafo postası ve besleme hattı bazında gruplandırılarak, tahakkuk eden toplam enerjiyle, çekilen enerji mukayese edilmelidir. Ortalama kaybın üzerinde fark olan trafolarda sözkonusu işlem besleme hattı bazında tekrarlanarak kaçak enerji kullanan abonelerin tespitine gidilmelidir.

✓ Kanun ve yönetmeliklere, kaçak enerji kullananlara geriye dönük ve ağır enerji tahakkuku ve ekonomik cezalar getiren maddeler konulmalıdır. Ancak burada, kötü niyetli komşusunun veya ➡

İl veya tüketim grubu	Brüt tüketim (MWh)	Tahmini kayıp Oranı (%)	Tahmini kaçak (MWh)
Kayıp-kaçaklar batı seviyesindekiler	21 419 105	1.0	214 191
Kayıp-kaçakları Türkiye ortalamasının çok üstündeki illerin 1. alt grubu	4 209 068	Modelleme	695 500
Kayıp-kaçakları Türkiye ortalamasının çok üstündeki illerin 2. alt grubu	3 261 190	Modelleme	482 636
Şanlıurfa	2 581 425	Modelleme	933 247
İstanbul	15 933 342	3.0	478 000
Ankara + Gaziantep + İçel + Sakarya	13 674 870	2.5	341 872
Türkiye ortalamasını yansıtan iller	54 27 715	1.5	816 416
Toplam tahmini kayıp			3 961 861

görevlinin, yaramaz bir çocuğun, arızalanan sayaç ve ölçü trafosunun ve benzerlerinin mağdurlarının yaratılmaması için, bilerek gerçekten kaçak işlemini gerçekleştirmiş abonelerin cezalandırılmasını sağlayacak ince çizgiye özen gösterilmelidir.

Bu önerilerimizden iç tesisata yönelik olan önlemler, yeni tesislerde uygulanmalı, eski tesislerde ise zaman içinde gerçekleştirilmelidir. Mühürleme işlemi hemen uygulanmalıdır.

4. Kayıp

Bir şebekede, abonelerdeki gerilim nominal değerden düşük ise o şebekedeki kayıp kabul edilebilir değerin üstündedir. Bilindiği gibi (P_h) hat kaybı, (ΔU) gerilim düşümünün karesiyle oratılır; R_h hattın direnci olmak üzere,

$$P_h = 3 (\Delta U^2 / R_h) \quad (4.1)$$

dir. Görüldüğü gibi kayıp gerilim düşümünün karesiyle orantılıdır. Kayıp enerji ise, kayıp güç (P_h)'ın zamana bağlı integralidir.

Ülkemizdeki dağıtım trafoları büyük bir çoğunlukla %5 üst kademede çalıştırılmasına rağmen, gerilim, puant saatlerinde 200-210 V aralığına düşmektedir, yani AG de bağlı gerilim düşümü puant saatlerde %15-20 değerine (normal değer 3-4 katına) çıkmakta, yüklü saatlerde ise %10-12,5 (normalin 2 - 2,5 katı) civarındadır. Bunun sonucu olarak, kayıp güç, puant saatlerde kabul edilebilir değerin (9-16) katına kadar yükselmekte, yüklü saatlerde ise kabul edilebilir değerin (4-6) katı mertebesinde bulunmaktadır. Bu ülkemizdeki kayıp-kaçak ora-

nının gelişmiş ülkelerin takriben 4 katı olmasının açıklamasıdır.

2000 yılında Türkiyedeki dağıtım şebekesindeki kaybın 16 milyon 600 bin MWh olduğunu tahmin ediyoruz. Bu değer dağıtım şebekemize verilen enerjinin %14'ü, tüketilen enerjinin ise %16,9'udur. **Elbette bu değerler de sadece bir tahmindir.**

4.1. Kaybı azaltacak önlemler

Dağıtım şebekelerinde kayıp trafo ve esas olarak $R_h I^2$ hat kayıplarından oluşur. Kaybı azaltmanın yolu ise hat kayıplarını küçültmektir. R_h , hattın direnci ve I , yük akımı olmak üzere hat kaybı (ΔP_h),

$$\Delta P_h = 3 R_h I^2 \quad (4.2)$$

dir. Yük (P), faz arası şebeke gerilimi (U) ve $\cos\phi$, güç faktörü olmak üzere; yük akımı, I ,

$$I = P / (\sqrt{3} U \cos\phi) \quad (4.3)$$

$$I^2 = P^2 / (3 U^2 \cos^2\phi) \quad (4.4)$$

$$\Delta P_h = (R_h P^2) / (U^2 \cos^2\phi) \quad (4.5)$$

dir. Kayıp enerji ise ΔP_h 'ın zamana göre integralidir. Bu ifadeden görüleceği gibi kaybı azaltmak esas olarak,

- ✓ puant yükün bastırılması ve yükün güne mümkün mertebe dengeli dağılmasını sağlamakla,
- ✓ şebekenin güç faktörünü yükseltmekle ve
- ✓ hat dirençlerinin küçültülmesi yani şebekenin iyileştirilmesiyle, mümkün olur.

Kayıp azaltacak ve yatırım gerektirmeyecek önlem önerileri;

- ✓ Yükün güne dengeli dağılma-

sını sağlamak için mesai başlangıç saatleri çeşitli sektörlerde farklı saatlerde olmak üzere saat 05.30 ile 10.00 arasına yayılmalıdır.

Bu önlem trafik problemlerine de büyük oranda çözüm getirecektir.

✓ Puant tarifesi tüketicilere tüm yönleri ile doğru bir şekilde tanıtılmalı ve duyurulmalıdır; özellikle tüketicilerin ekonomik yarar sağlayacakları tüketim şartları ve zaman dilimleri vurgulanmalıdır.

✓ Türkiye'de imal edilecek ve ithal edilecek tüm flüoresan ve deşarj lamba armatürlerinin, buzdolaplarının, çamaşır makinalarının, klima cihazlarının, su pompalarının, hidroforların, brülörlerin ve asansör motorlarının güç faktörleri en az 0.95 olacak şekilde kendi içlerinde kompanze edilmeleri koşulu getirilmelidir.

Trafo postalarının trafo gücünün %3 mertebesindeki sabit grup ile kompanze edilmesi çok az bir harcama ile gerçekleştirilebilecek bir önlemdir.

Aşırı yüklü trafo ve hatlardan yüksüz trafo ve hatlara yük aktarmak, gereken hallerde postalar arasında trafo değişikliği yapılması, az bir harcamayla, ancak iyi bir mühendislik çalışması ile gerçekleştirilebilecek önlemdir.

Ancak ana çözüm dağıtım şebekesinin iyileştirilmesidir; hemen çok iyi bir etüd, projelendirme ve planlama çalışmasından sonra çok kısa zamanda yeni OG ve AG besleme hatları ve trafo postaları tesis edilmeli ve ömrünü doldurmuş tesisler yenilenmelidir. Ayrıca yeni yapılacak tesislerde kaybın az olması için Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliğindeki gerilim düşümü değerleri azaltılmalıdır. ➤

4.2. Dağıtım şebekesini iyileştirme yatırımının kaynağı

İyileştirme yatırımının kaynağı israf edilen enerjinin bedelidir (2000 yılında 1.1 milyon dolar). İyi bir planlama ve bir yıl içinde gerçekleştirilecek uygulamayla, bir yıl sonra yapılan yatırım geri alınacaktır. Tüm yatırım, Türkiye'de üretilen ürünler ve bilgi birikimimizle yapılacağından, dışarıya bir kaynak aktarılmayacaktır. Unutulmamalıdır ki israf edilen enerjiyi üretmek için 2000 yılında 500 milyon dolarlık yakıt ithal edilmiş ve bu yatırım yapılmadığı takdirde bir kaç yıl içinde yapılmak zorunda kalınacak olan toplam 2 bin 200 MW kapasiteli, ilave, termik santrallerin sadece mühendislik hizmetleri ve bir yıllık tak-sit-faizi için 500 milyon dolar mertebesinde kaynak ihtiyacı duyulacak ve bu kaynak tamamen dışarıya aktarılacaktır.

5. Sokak aydınlatması

Türkiye'de sokak aydınlatmasına tüketilen enerjinin %4.6'sı harcanmaktadır. Bu değer Batı ülkelerinde %3 civarındadır. Söz konusu fazlalık yanlış lamba seçimi, özellikle sokakların ve 2. derecedeki caddelerin gereğinden fazla aydınlatılmasından kaynaklanmaktadır; gerçekte buna seçilen lamba tipinin küçük güçlerinin bulunmaması sebep olmaktadır. Kaybın, %3 le-re çekilebilmesi için;

✓ Yeni yapılacak tesislerde, sokaklarda, yaya trafiği düşük caddelerde ve sadece taşıt trafiği olan yollar-da alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar kullanılmalıdır; mevcut tesislerde de tedricen bu tür lambaya geçilmelidir.

✓ Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar, sadece yüksek yoğunluklu yaya trafiği bulunan caddelerde kullanılmalıdır ve bu lambalar ateşleyici ile çalışan tip olmalıdır.

✓ Lamba güçleri, sokaklarda 0.5 cd/m^2 , caddelerde 1 cd/m^2 , alış-veriş caddelerinde ve otoyollarda ise 2 cd/m^2 lik parlıltı sağlayacak değerlerde olmalıdır.

✓ Düşük kayıplı balastlar kullanılmalıdır.

✓ Maksimum faydanın elde edilmesi için armatür temizliğine ve bakımına özen gösterilmelidir.

6. Sonuç

Ülkemizde, sokak aydınlatmasındaki fazlalıkla birlikte, kayıp-kaçak, tüketilen enerjinin % 22.5'ine ulaşmaktadır, bu bir ağır kan kaybıdır. Kanamanın durması için kaçağın tamamen önlenmesi ve, göz ardı edilmesine karşılık çok büyük değerlerde olan, "kayıp" bacağının azaltılması için başta yatırım olmak üzere tüm önlemlerin hemen alınması gereklidir.

7. Teşekkür

Verilerin toplanmasında ve hazırlanmasında büyük katkıları olan değerli meslektaşlarım Mühendis Cem Özkan, Mühendis Mehmet Şen ve Mühendis Sedat Gökmenoğlu'na teşekkür ederim. ●