

Yenilenebilir Enerji ve LED Teknolojileri

Prof. Dr. Sermin ONAYGİL

Aydınlatma Türk Milli Komitesi Başkanı

İTÜ – Enerji Enstitüsü, Enerji Planlaması ve Yönetimi A.B.D. Başkanı



ISO – AGİD Genişletilmiş Sektör Toplantısı
16 Aralık 2012



Sunum İçeriği

16/12/2013 ISO - AGİD Genişletilmiş Sektör Toplantısı

- Enerji Verimliliği (EV) Çalışmalarında Aydınlatmanın Yeri
- Enerji Verimliliği & LED Teknolojisi
- EV Kapsamında LED'li Yol Aydınlatmaları
- Yenilebilir Enerji & Aydınlatma Sistemleri
- PV – LED Aydınlatma Sistemleri
- Değerlendirme ve Sonuç



Enerji Verimliliği Çalışmalarında Aydınlatma Tesisatları

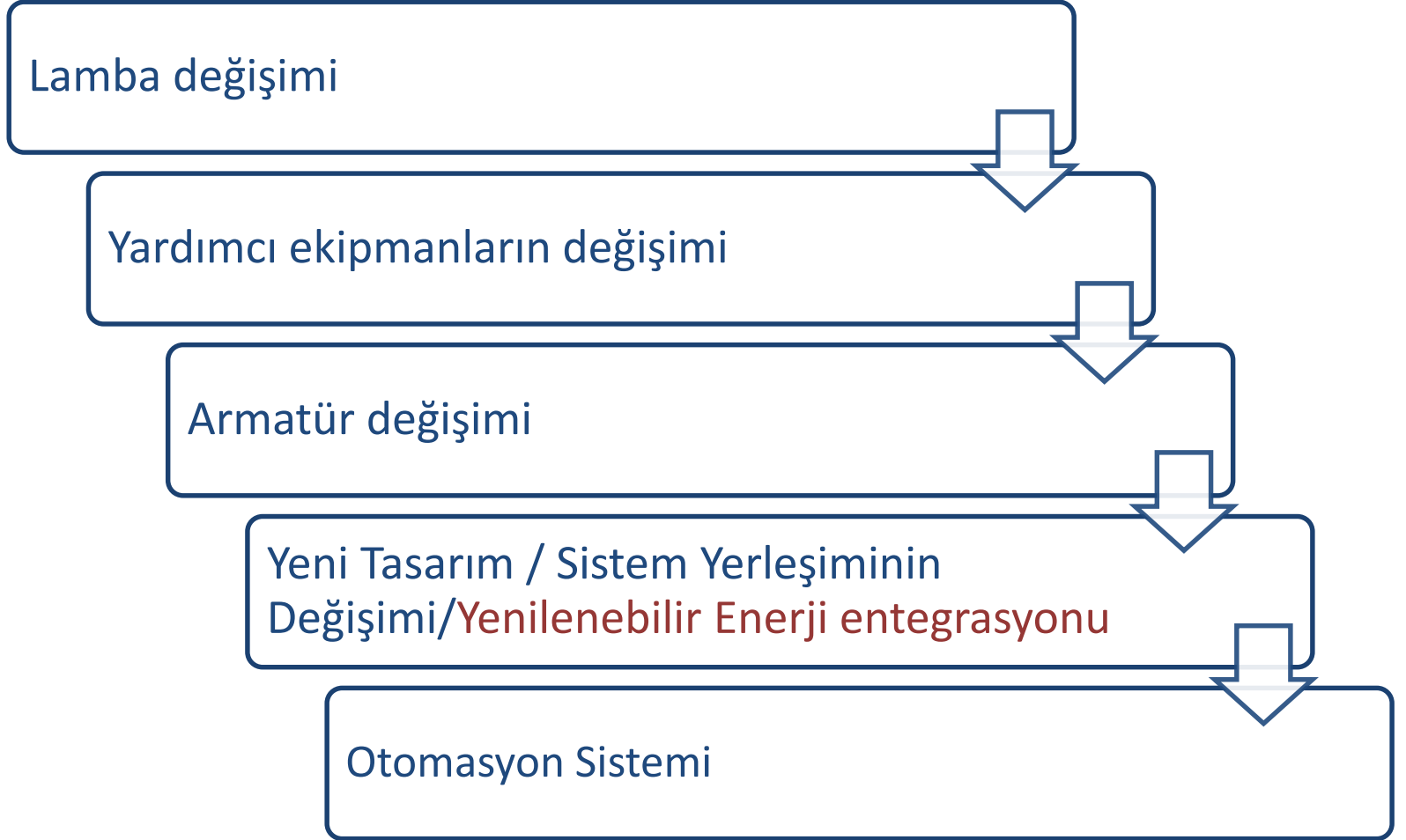
- Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de özellikle 2007 yılından beri yoğun bir şekilde sürdürülmekte olan “enerji verimliliği” çalışmalarında, temininde büyük güçlükler yaşanan elektrik enerjisini tüketen sistemlerden biri olan “aydınlatma tesisatları” mevcut tesisatların yetersizliği, teknolojideki yenilikler ve kısa geri ödeme süreleri nedeniyle üzerinde en çok konuşulan ve uygulama yapılan konulardan biri haline gelmiştir.





Aydınlatmada Verimlilik

16/12/2013 ISO - AGİD Genişletilmiş Sektör Toplantısı



Enerji Verimliliği = ? LED Teknolojisi

- LED teknolojisinin kullanıldığı aydınlatma sistemleri, enerji verimliliği çalışmalarında adeta tek bir çözüm olarak tanıtılmakta ve aydınlatma gerçekleştirilecek ortamların koşulları, LED dışında kullanılacak ışık kaynaklarının özellikleri dikkate alınmadan, genel bir ifade ile % 80'lere varan enerji tasarrufu sağlanacağı ileri sürülmektedir.



LED Üreticileri



Yetersiz Bilgi

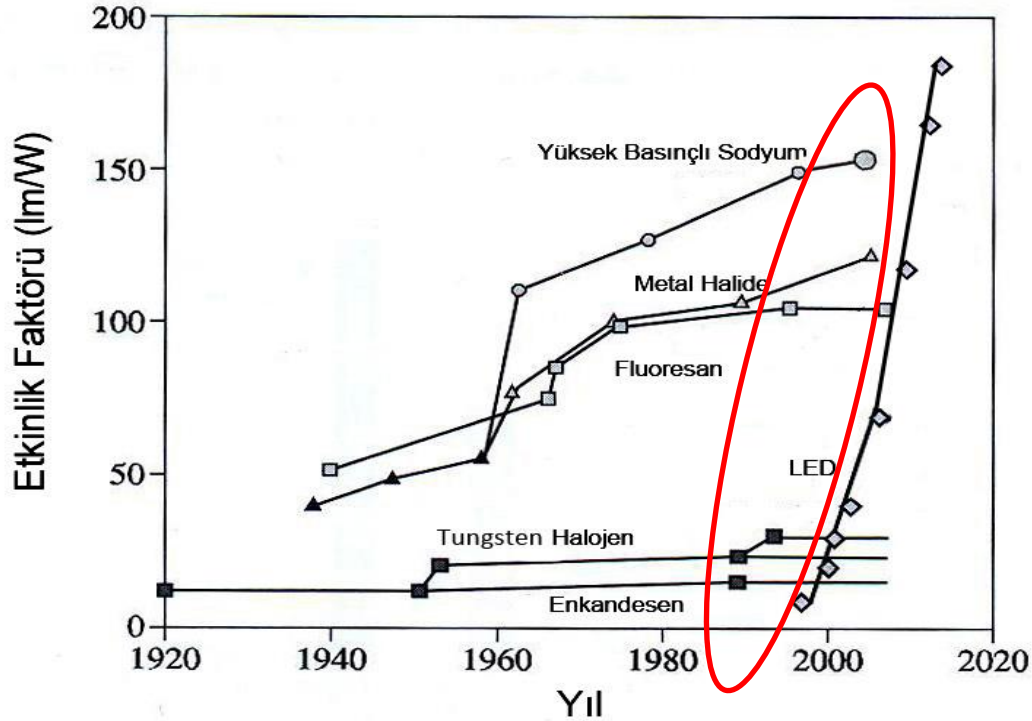


Aydınlatma Uzmanları

Mevcut problemler hala çözüm bekliyor!

İlk Koşul

- LED'lerin, mevcut iç/dış aydınlatma armatürlerinin yerini alabilmeleri için, öncelikle aydınlatma standartlarında belirtilen aydınlık düzeyi ve parlıltı, düzgünlük ve kamaşma sınırlandırılması gibi minimum aydınlatma gereksinimlerini yerine getirmeleri gerekmektedir.



Enerji Verimliliği Çalışmalarında Yol Aydınlatması

- Enerji verimliliği kapsamında yoğun olarak yürütülen çalışmalar arasında, kolay uygulanabilir ve izlenebilir olduğu için yol ve sokak aydınlatmalarında yeni teknoloji LED'li armatürlerin kullanılması konusu sürekli gündemdedir.
- Bu uygulamalar, büyük enerji tasarruflarının sağlanabileceği iddia edilerek, hükümetlerin enerji verimliliği stratejileri içinde de yer almaktadır.

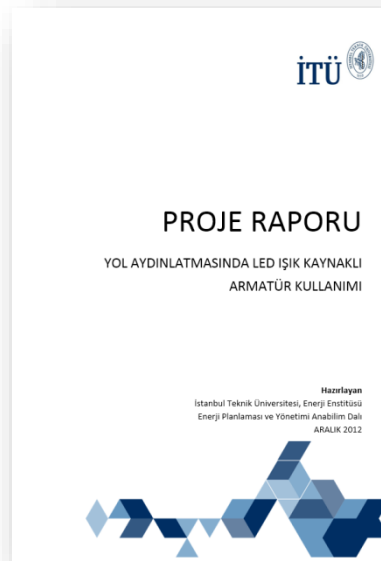


İTÜ TEDAŞ Raporu ve

Aralık 2012 – «Yol Aydınlatmasında LED Işık Kaynaklı Armatür Kullanımı»

- LED bazlı armatürlerin yol aydınlatmalarında kullanılmalarında mevcut teknoloji ile sağlanabilecek gerçek enerji tasarruf oranları,
- LED teknolojisinin üstünlük ve sorunlarının analizi,
- Dünyadaki LED'li yol aydınlatması uygulamaları, projeleri, demo çalışmaları

hakkında özet bilgilerin yer aldığı RAPOR, "İTÜ Enerji Enstitüsü Enerji Planlaması ve Yönetimi Anabilim Dalı" tarafından hazırlanmıştır.



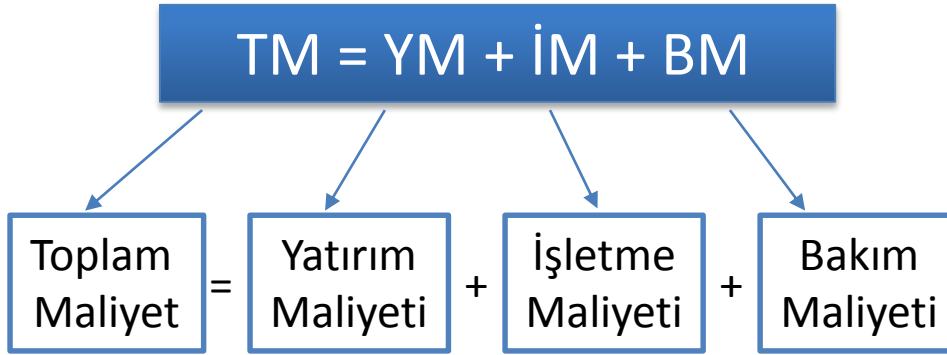


Enerji Tasarruf Oranları (YBSBL'li – LED'li)

| Aydınlatma Sınıfı | Lamba Tipi | Armatür Kodu | Güç [W] | Armatür Etkinlik Faktörü [lm/W] | Direkler Arası Açıklık [m] | Arm. Sayısı [# /km] | Kurulu Güç [kW/km] | Tasarruf Oranı |
|-------------------|------------|--------------|---------|---------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|----------------|
| M1 (2x5 şerit) | YBSBL | YAB1102-5 | 432 | 106 | 88 | 45.5 | 19.64 | %13 |
| | LED | YAB102-2 | 256.4 | 93 | 59 | 67.8 | 17.08 | |
| M1 (2x3 şerit) | YBSBL | YAB1204-1 | 276 | 101 | 75 | 53.3 | 14.72 | %19 |
| | LED | YAB103-1 | 206 | 100 | 69 | 58.0 | 11.89 | |
| M2 | YBSBL | YAB202-32 | 170 | 91 | 55 | 36.7 | 6.18 | %20 |
| | LED | YAB202-233 | 129 | 110 | 52 | 38.5 | 4.96 | |
| M3 | YBSBL | YAB302-13 | 115 | 77 | 40 | 25.0 | 2.88 | %37 |
| | LED | YAB303-164 | 62 | 122 | 34 | 29.4 | 1.82 | |
| M4 | YBSBL | YAB403-1 | 83 | 65 | 37 | 27.0 | 2.24 | %49 |
| | LED | YAB403-221 | 39 | 136 | 34 | 29.4 | 1.15 | |
| M5 | YBSBL | YAB504-11 | 61 | 63 | 34 | 29.4 | 1.79 | %58 |
| | LED | YAB503-157 | 31 | 137 | 41 | 24.4 | 0.76 | |

LED'li tesisatların M5 yol aydınlatma sınıfı hariç, diğer tüm aydınlatma sınıflarında YBSBL'li tesisatlara göre direkler arası açıklıklarının daha kısa olması gerektiği görülmektedir. Bu da daha fazla direk, armatür, kablo, bakım çalışması gibi gereklerle tesisatların tesis ve bakım masraflarını, dolayısıyla toplam maliyetlerini arttıracaktır.

Maliyet Hesabı



$$YM = ds.(df+dmf) + n.(af+amf) + ls.(lf+lmf) + lku.(lkf+lkmf) + sku.(skf+skmf)$$

| | |
|------|----------------------------|
| ds | direk sayısı |
| df | direk fiyatı (TL) |
| dmf | direk montaj fiyatı (TL) |
| n | armatür sayısı |
| af | armatür fiyatı(TL) |
| amf | armatür montaj fiyatı (TL) |
| ls | lamba sayısı |
| lf | lamba fiyatı (TL) |
| lmf | lamba montaj fiyatı (TL) |
| lku | linye uzunluğu (m) |
| lkf | linye kablosu fiyatı (TL) |
| lkmf | linye montaj fiyatı (TL/m) |
| sku | sorti uzunluğu (m) |
| skf | sorti kablo fiyatı (TL/m) |
| skmf | sorti montaj fiyatı (TL/m) |

$$İM = n.P_i.ef.10^{-3}.365.t_i$$

| | |
|-------|--------------------------------|
| P_i | armatür gücü (W) |
| ef | elektrik birim fiyatı (TL/kWh) |
| t_i | günlük kullanım süresi (saat) |

$$BM = ls.(lf+lmf) + [(ps.pf+yf).n / bas.t_ç]$$

| | |
|-------|---|
| ps | personel sayısı |
| pf | personel günlük yövniyesi (TL/kişi) |
| yf | günlük kullanılan yakıt fiyatı (TL/gün) |
| bas | saatte bakımı yapılan armatür sayısı |
| $t_ç$ | günlük çalışma saati (h) |

TEDAŞ Teknik Şartname Çalışmaları

- TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.) Ar-Ge Planlama ve Dış İlişkiler Daire Başkanlığı, "LED'li (Işık Yayan Diyot'lu) Yol Aydınlatma Armatürleri Teknik Şartnamesi", TEDAŞ-ARGEP/2010-057.A, Eylül 2010, Temmuz 2011, **Revize Aralık 2013**



LED'lerin Üstünlükleri

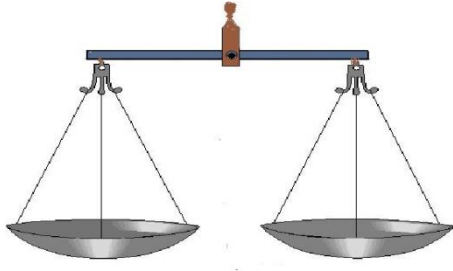
- Enerji verimliliği (lm/W)
- Uzun ömür (100 000 saat? , 30 000 saat?)
- Renk kalitesi (CCT, CRI)
- Mezopik görme koşulları
- **Kontrol sistemleri ile uyum**
- Küçük boyut – doğrultusal ışık ile ışık dağılımının kontrolü
- **Çevre dostu**
- Mekanik dayanıklılık ve bakım gerektirmemesi



LED'lerin Sakıncaları

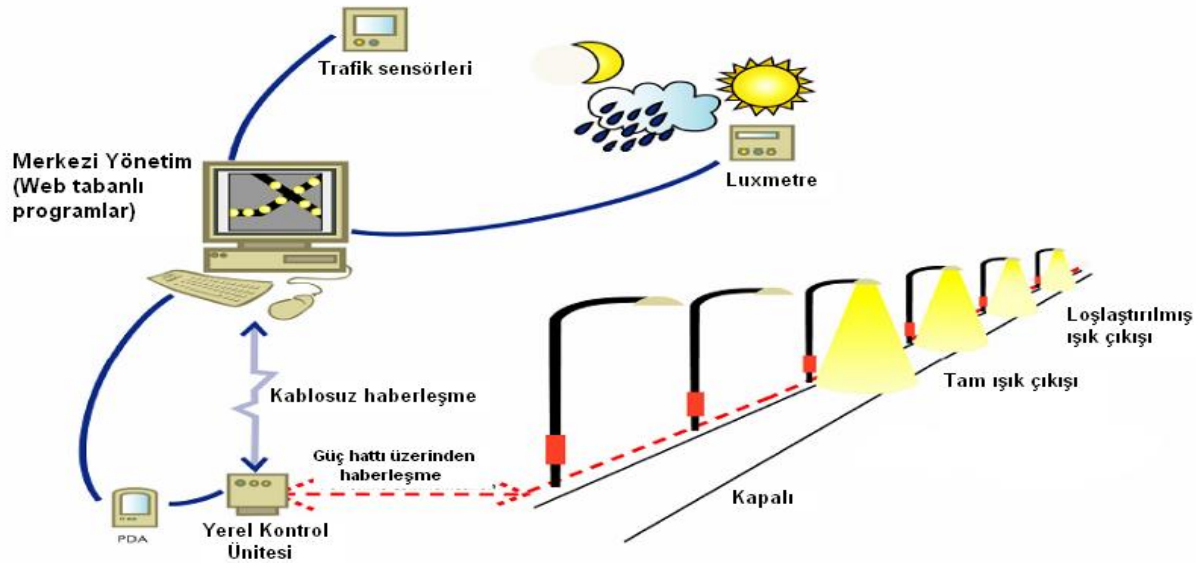
16/12/2013 ISO - AGİD Genişletilmiş Sektör Toplantısı

- Kamaşma
- Isı dönüşüm oranı (%20 Işık, %80 Isı)
- Armatür ağırlığı (soğutma ihtiyacı)
- Beyaz ışık üretimi
- Tesis maliyeti
- Tasarım ve üretim deneyimsizliği
- Ölçüm yöntemi ve standart eksikliği



LED ve Aydınlatmanın Kontrolü

- LED'li aydınlatma armatürlerinin en önemli üstünlüğü olarak, gelişmiş kontrol sistemleri ile ek ünitelere ihtiyaç duyulmadan verimli bir şekilde çalışabilmeleri gösterilmektedir.



Yenilenebilir Enerji ve Aydınlatma Sistemleri



Yenilebilir Enerji Kullanımındaki sorunlar:

- Sürekli olmamaları,
- Depolanma zorlukları ve maliyetleri,
- Tesis maliyetlerinin yüksekliği.

Yenilenebilir Enerji sistemleri ile entegre olacak Aydınlatma tesisatlarının en verimli sistemler olması gerekmektedir.



Yenilenebilir Enerji ve Aydınlatma Sistemleri

- Rüzgar hızı noktasal olarak çok hızlı değiştiği için, sistem güvenilirliği açısından rüzgar türbinlerinin kullanımı daha risklidir. Bu sistemler hareketli oldukları için titreşim sorunlarına da neden olabilmekte ve daha sık bakım ihtiyacı doğmaktadır.
- Potansiyeli enlem ve boylam değerlerine bağlı olarak belirlenebilen Güneş Enerjisinden üretilecek elektriğin önceden doğru bir şekilde tahmini daha kolaydır. PV sistemler hareketsiz oldukları için daha az bakıma ihtiyaç duyulmaktadır.
- Karla kaplı gün sayısının çok fazla olduğu yerlerde sistem boyutlandırmasında çok büyük güçlü PV kapasitesine ya da depolama sistemine ihtiyaç duyulabilmekte ve sistem kurulum maliyeti çok yüksek olabilmektedir.



Yenilenebilir Enerji ve Aydınlatma Sistemleri

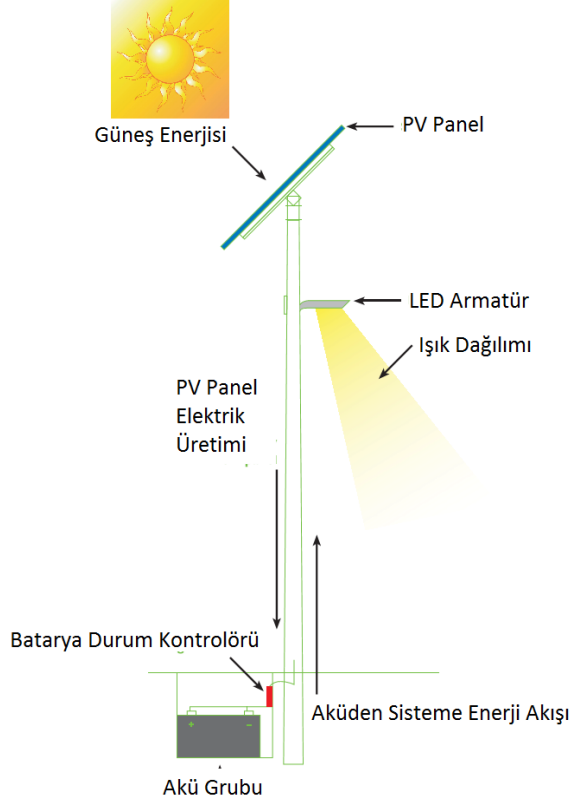
Hibrit (melez) Enerji sistemleri

- Hibrit aydınlatma sistemlerinde ana bileşen olarak PV paneller seçilmeli ve sistem buna göre boyutlandırılmalıdır. Çok kritik durumlar için sisteme küçük güçlü bir rüzgar türbini eklenebilir.
- Dış aydınlatmada kullanılan PV LED sistemlerinde, aydınlatma talebi ile sistem enerji üretimi farklı zamanlarda gerçekleştiğinden, “depolama ünitesi”ne ihtiyaç vardır.



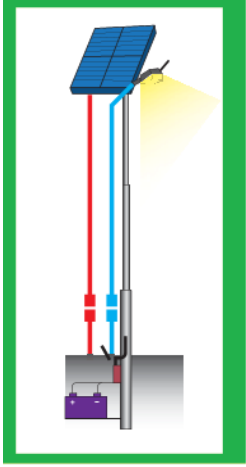
PV - LED Aydınlatma Sistemi

16/12/2013 ISO - AGİD Genişletilmiş Sektör Toplantısı

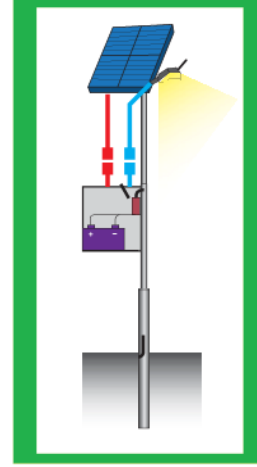
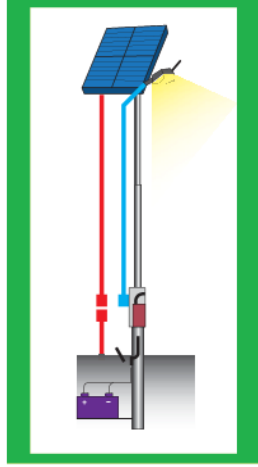


Sistemlerin optimizasyonu yapılırken panel eğim açısı, yönü ve gücü, depolama ünitesinin gücü ve sayısı, sistemin sürekli beslenme durumuna yada farklı dimleme taleplerine göre bütün bir yıl için yapılmalıdır.

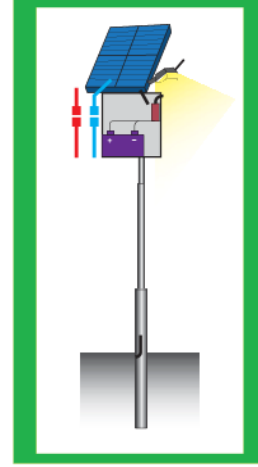
PV - LED Aydınlatma Sisteminde Aküler



Akü Yeraltında












Akü Direkte



- Sistem boyutlandırmasında maliyeti etkileyen en önemli parametrelerden biri akülerin fiyatıdır.
- Akülerin ömrü sıcaklık değişimine bağlı olduğu için konumu önemlidir.
- Akülerin direklerde olması daha uygundur.

PV - LED Aydınlatma Sistemi Uygulamaları

16/12/2013 ISO - AGİD Geniştirilmiş Sektör Toplantısı

| | | |
|--|---|--|
|  |  |  |
| Pakistan | Çin | Brezilya |
|  |  |  |
| Vietnam | Romanya | Tayland |
|  |  |  |
| Polonya | Meksika | Suudi Arabistan |



PV - LED Aydınlatma Sistemi Uygulamaları

16/12/2013 ISO - AGİD Genişletilmiş Sektör Toplantısı

| Günlük Çalışma Süresi | Kazablanka | Cezayir | Mısır | Nijerya | Güney Afrika | Kenya | Ruanda | Uganta | Akü Enerjisi | Armatür |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | (Wh) | 57 W |
| 6 Saat | 160 | 180 | 160 | 260 | 180 | 160 | 180 | 160 | 1800 | Işık Akısı |
| 8 Saat | 260 | 260 | 260 | 320 | 260 | 260 | 260 | 260 | 2400 | 6000 lm |
| 12 Saat | 280 | 360 | 570 | 400 | 330 | 560 | 320 | 570 | 3600 | |

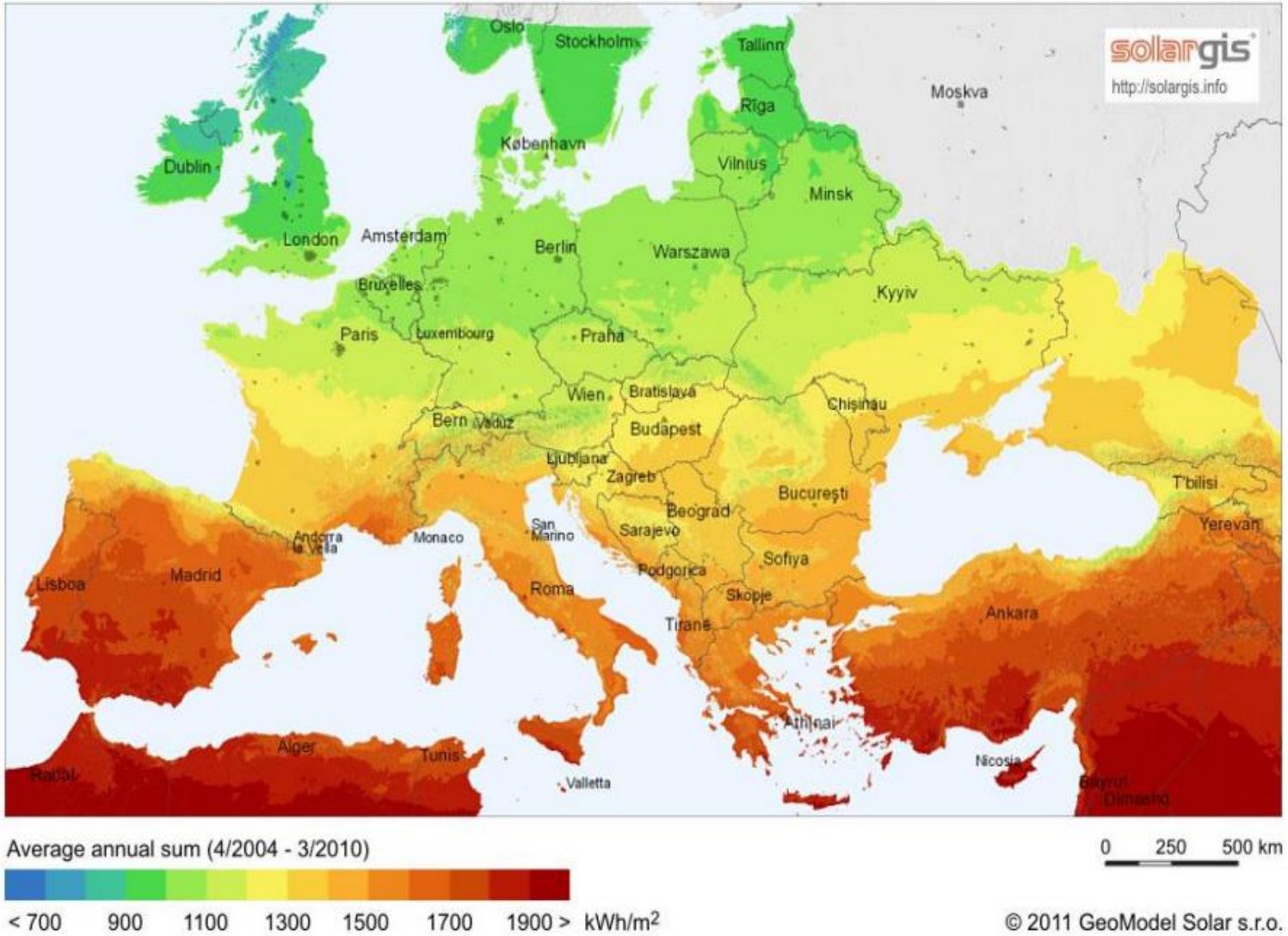
| Günlük Çalışma Süresi | Kazablanka | Cezayir | Mısır | Nijerya | Güney Afrika | Kenya | Ruanda | Uganta | Akü Enerjisi | Armatür |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | (Wh) | 43 W |
| 6 Saat | 110 | 130 | 110 | 160 | 130 | 100 | 130 | 110 | 1200 | Işık Akısı |
| 8 Saat | 160 | 180 | 160 | 220 | 180 | 140 | 160 | 160 | 1800 | 4500 lm |
| 12 Saat | 260 | 330 | 260 | 330 | 280 | 220 | 260 | 260 | 2400 | |

| Günlük Çalışma Süresi | Kazablanka | Cezayir | Mısır | Nijerya | Güney Afrika | Kenya | Ruanda | Uganta | Akü Enerjisi | Armatür |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | (Wh) | 29 W |
| 6 Saat | 90 | 100 | 90 | 260 | 100 | 80 | 90 | 90 | 780 | Işık Akısı |
| 8 Saat | 220 | 140 | 220 | 180 | 260 | 220 | 130 | 220 | 1200 | 3000 lm |
| 12 Saat | 180 | 200 | 180 | 260 | 200 | 160 | 180 | 180 | 1800 | |

| Günlük Çalışma Süresi | Tayland | Vietnam | Filipinler | Endonezya | Pakistan | Y. Zellanda | Malezya | Singapur | Çin | Armatür |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|
| ---- | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | PV Panel (W) | --- |
| ---- | 110 | 110 | 140 | 220 | 110 | 260 | 130 | 130 | 140-330 | --- |

AB Güneş Enerjisi Haritası

16/12/2013 ISO - AGİD Genişletilmiş Sektör Toplantısı



Türkiye için PV - LED Yol Aydınlatması Sistem Optimizasyonu

| İl | Yol Aydınlatma Sınıfı | LED Armatür Gücü (W) | PV Panel Gücü (W) | Akü sayısı | Elektrik Birim Maliyeti (TL/kWh) |
|----------|-----------------------------------|----------------------|-------------------|------------|----------------------------------|
| İstanbul | M3 ($L_0=1,5\text{cd/m}^2$) | 80 | 580 | 7 | 1,491 |
| Antalya | M3 ($L_0=1,5\text{cd/m}^2$) | 80 | 480 | 3 | 0,874 |
| İzmir | M4 ($L_0=1,0\text{cd/m}^2$) | 56 | 240 | 4 | 0,598 |
| İzmir | M5 ($L_0=0,75\text{cd/m}^2$) | 41 | 180 | 3 | 0,612 |

- *Elektrik enerjisinin şebekeden bağımsız tamamen fotovoltaik sistemler ile sağlanması durumu*
- *Şebeke elektrik enerjisi birim maliyeti : 0,3 TL/kWh*

Değerlendirme

- Ülkemizde şebekeden satın alınan elektrik enerjisinin birim maliyetinin 0,3 TL/kWh olduğu göz önüne alındığında, şu andaki mevcut en verimli LED teknolojisinin kullanıldığı standartlara uygun aydınlatılmış yollarda bile, henüz PV enerji sistemleri kullanılmasının maliyet-etkin bir çözüm olamadığı görülmektedir.



- Önümüzdeki yıllarda fotovoltaik panellerin fiyatlarının düşmesi verimliliklerinin yükselmesi, **LED aydınlatma sistemlerinin etkinlik faktörlerinin artması**, hükümet politikalarında karbon vergisi gibi kavramların yer alması gibi gelişmelerle, PV-LED sistemlerle teknik yönden olduğu gibi ekonomik açıdan da uygulanabilir çözümlere ulaşılması beklenmektedir.

Değerlendirme

Elektrik Enerjisinin mevcut olmadığı durumlar

16/12/2013 ISO - AGİD Genişletilmiş Sektör Toplantısı



Sonuç

- Yenilenebilir Enerji sistemleri ile entegre olacak Aydınlatma tesisatlarının en verimli sistemler olması gerekmektedir.
- LED'lerle verimli aydınlatma sistemlerinin oluşturulabilmesi iyi armatür tasarımını, kontrol sistemlerinin kullanımını gerektirmektedir.
- LED'li aydınlatma sistemlerinin standartlarca verilen "aydınlatma gereksinimlerini" sağlamaları ilk koşul olmalıdır.
- Süreklilik, öngörü, kararlılık değerlendirmesi sonucunda aydınlatma sistemleri ile en iyi entegre olabilecek Yenilenebilir Enerji sistemi Güneş olmaktadır.
- Sistem optimizasyonları sürekli besleme yada farklı dimleme taleplerine göre yapılabilir.
- Yatırım aşamasında tesis, enerji, bakım maliyetlerini içeren uzun süreli maliyet analizlerinin yapılması gereklidir.



Sonuç

- Yenilenebilir enerji ile entegre Aydınlatma sistemlerinin yaygınlaşabilmesi için:
 - Yenilenebilir enerji tesis maliyetlerinin düşmesi,
 - LED aydınlatma sistemlerinin verimlerinin yükselmesi,
 - Karbon piyasasının yürürlüğe girmesi,
 - Teşviklerin (yüksek fiyatlı alım garantisi gibi) geliştirilmesi

GEREKMEKTEDİR.



Im/W



İTÜ



ilginize teşekkür ederim

•



ATMK
AYDINLATMA TÜRK MİLLİ KOMİTESİ

Aydınlatma Türk Milli Komitesi
İstanbul Teknik Üniversitesi
Enerji Enstitüsü
Ayazağa Kampüsü
34469, Maslak - İstanbul
tel: 0 212 285 60 50
faks: 0 212 285 60 51
E-posta: atmk@itu.edu.tr

Sermin ONAYGİL