



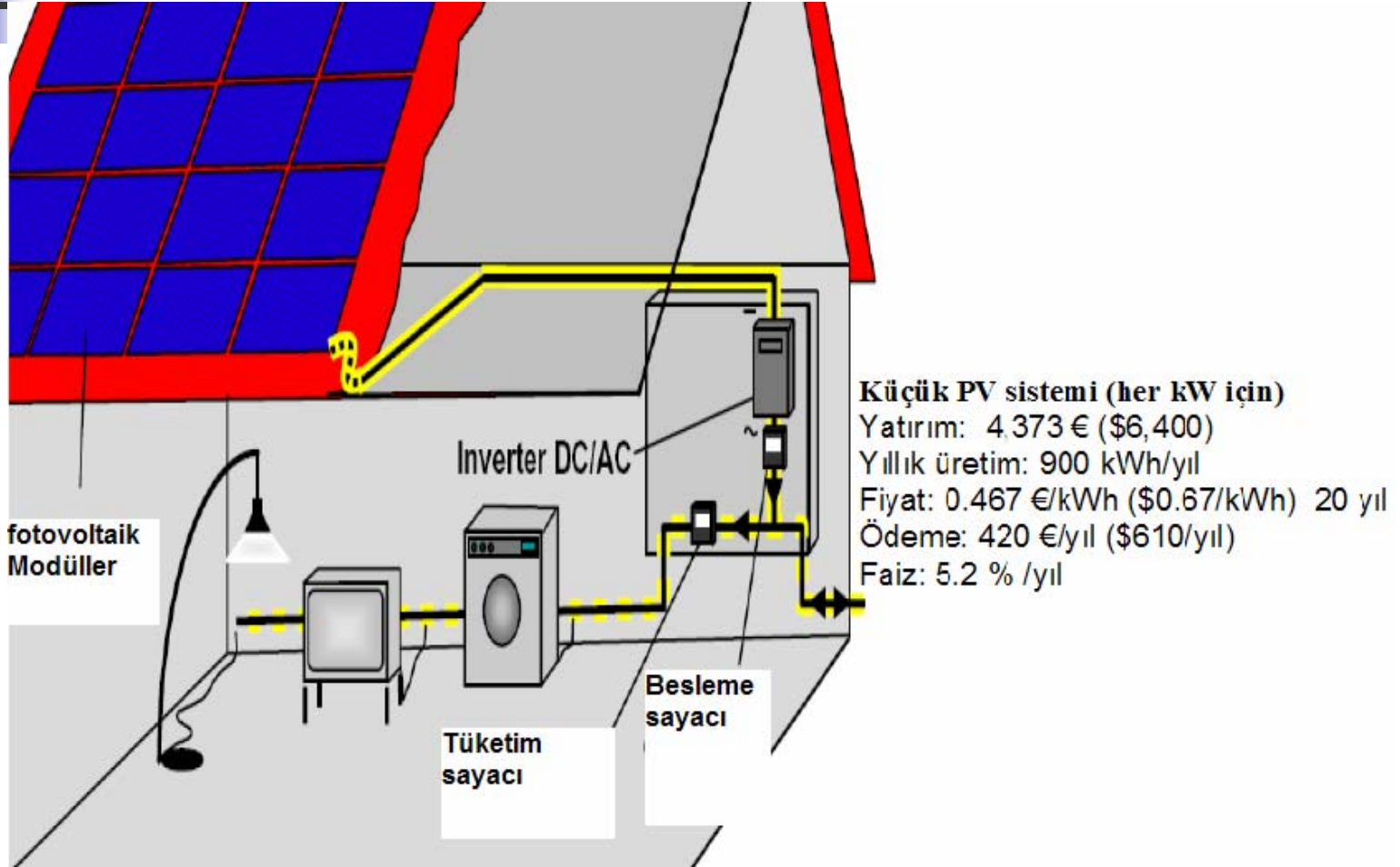
# GÜNEŞ PİLLERİ (FOTOVOLTAİK PİLLER)

## II. BÖLÜM

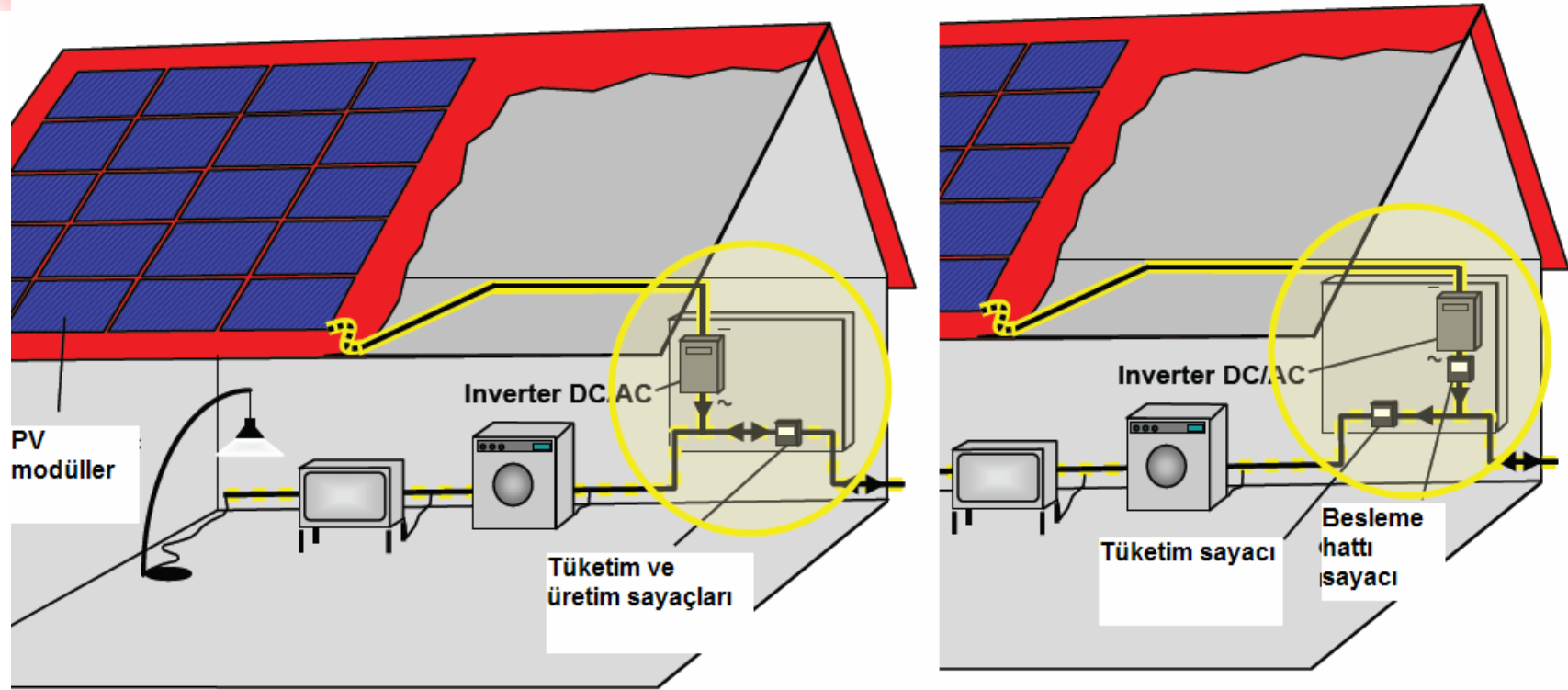


**Prof. Dr. Olcay KINCAY**  
**Y. Doç. Dr. Nur BEKİROĞLU**  
**Y. Doç. Dr. Zehra YUMURTACI**

# Elektrik Üretim Sistemleri



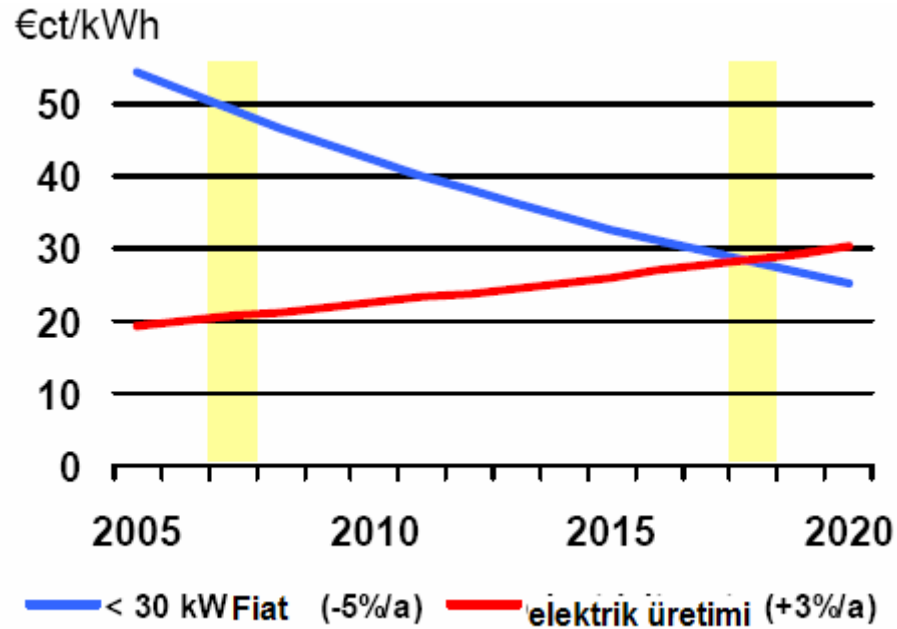
# Elektrik Üretim Sistemleri



A.B.D.: Üretilen elektrik önce tüketime sonra fazla miktar şebekeye verilir.

Almanya: Üretilen elektrik tamamen şebekeye verilir.

# Elektrik Üretim Sistemleri



Almanya'daki elektrik fiyat ve üretim değişimi;

- 30 kW düşük güçlerde elektrik fiyatı her yıl %5 azalacak,
- Elektrik üretimi yıllık % 3 artacak,
- Yirmi yıl boyunca sabit fiyat uygulanacak ve üretilen her kWh alınacaktır.

# Uygulamalar



Güneş pilleri içeren bir çatı ışıklığı uygulaması



Güneş pilleri içeren bir güneş kırıcı uygulaması

# Uygulamalar



Saçaklarda güneş pili uygulaması



Sağır yüzeylerde güneş pili uygulaması



Image: SMA



Image: Wagner & Co



Image: Frankensolar



Image: Solar-Fabrik

# Uygulama alanlarının yüzdelik dağılımı







# Maksimum Güç Noktası İzleyicisi (MPPT)

---

- MPPT cihazları; PV ve batarya arasına yerleştirilen, yüksek frekanslı DC-DC dönüştürücülerdir.
- PV çıkışından DC gerilim alarak AC'ye ve PV'den bataryaya giden akım ve gerilimi farklı DC gerilimlere çevirirler.
- Ancak MPPT devreler PV tarafından üretilen çıkış gücünün bir parçasını tüketirler.
- Bu MPPT işletme kaybı MPPT'nin dönüşüm verimi olarak gösterilir.
- En modern MPPT devrelerin verimi 92-97%'dir.

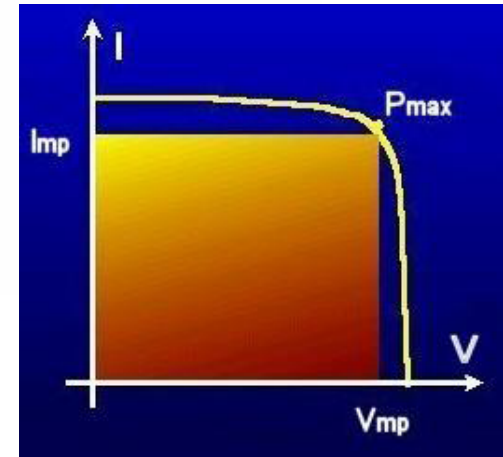
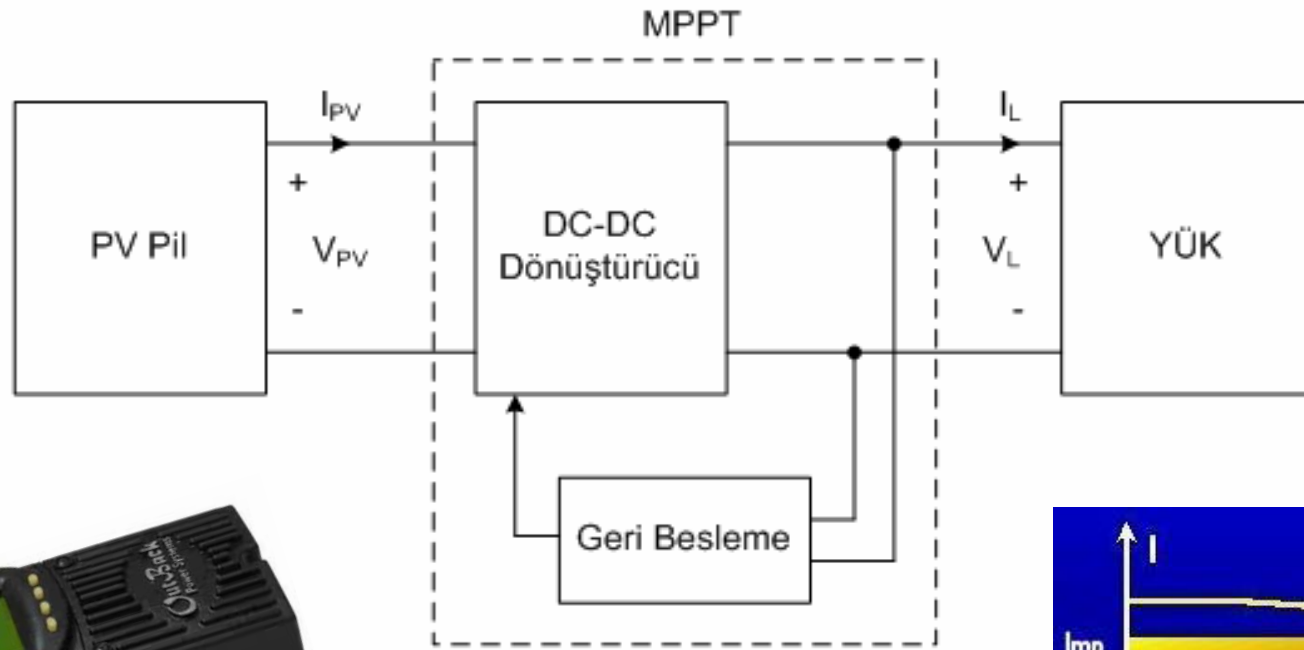


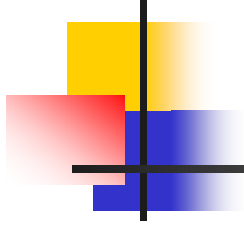
# Maksimum Güç Noktası İzleyicisi (MPPT)

---

- Bir DC-DC dönüştürücünün işlevi; PV kaynağının, yükün çalışma geriliminden bağımsız olarak maksimum güç geriliminde çalışmasını, dolayısıyla PV'den yüke maksimum güç transfer etmesini sağlamaktır.
- Geri besleme sistemi, sürekli olarak sistemi izleyerek, çıkış geriliminin giriş gerilimine oranını ayarlar ve böylece uygun çalışma ortamını sağlamış olur.

# Maksimum Güç Noktası İzleyicisi





# Güneş Pili Sistemlerinin Maliyeti

---

Güneş pili sistemlerinin enerji maliyetini üç önemli etken belirler. Bunlar:

- Pil verimi,
- Sistemin ilk yatırım maliyeti,
- Sistemin ömrüdür.



# Verim

---

- Pil veriminin maliyet üzerinde doğrudan bir etkisi vardır.
- Bu verimin artırılmasıyla güneş pili sistemlerinin maliyeti azalacaktır.
- Daha gelişmiş teknolojiler kullanılarak gelecekte pil verimlerinin 24%'ler mertebesine çıkarılacağı umulmaktadır.



## Sistemin ilk Yatırım Maliyeti

---

- Güneş pili sistemlerinin işletme ve bakım maliyetleri çok az olduğu için toplam sistem maliyetinin büyük bir kısmını ilk yatırım maliyeti oluşturur.
- Üretim teknolojisinin geliştirilmesi yüksek verimli pillerin yapılması, modül tasarım ve yapım tekniklerinin geliştirilmesi ile ilk yatırım maliyeti azalacaktır.



## Sistemin ilk Yatırım Maliyeti ...

---

- Güneş pili sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri arasında arazi, tesisat, montaj, inverter ve diğer güç cihazları gibi destek elemanlarının maliyeti yer alır.
- Destek sistemlerinin maliyeti bir güneş pili sistemini maliyetinin yaklaşık yarısını oluşturduğu için, bu tür maliyetleri azaltmak en az modül maliyetini azaltmak kadar önem taşır.

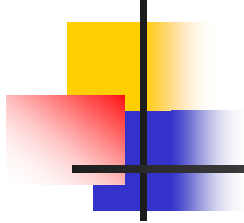


## Modül Ömrü

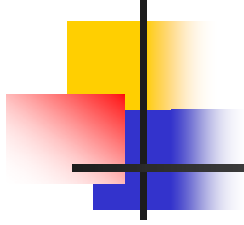
---

- Silisyum kristal piller için bu etken fazla önem taşımaz. Çünkü bu pillerde hedeflenmiş olan 30 yıllık ömre ulaşılmıştır.
- Amorf silisyum ve diğer güneş pili türlerinde zamanla güç çıkışı bozularak azaldığı için ömür daha önemlidir.

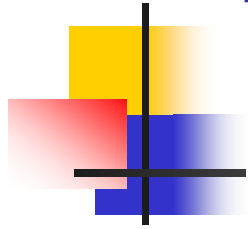




- Bir güneş pili sisteminin ürettiği enerjinin maliyeti, depolama yapılmadığı zaman 0.3-0.4 \$/kWh arasındadır.
- Bu maliyetle güneş pili sistemleri, enterkonnekte şebekenin olmadığı veya ulaşımın zor ve pahalı olduğu bölgelerde diğer alternatif enerji kaynakları ile yarışabilir düzeydedir.



- 5-6 yıl içerisinde teknolojik gelişmelerin sonucunda bu yöntemle üretilen elektrik üretim bedellerinde 40-50% arasında bir azalma beklenmektedir.
- 2020 yıllarında güneş pillerinden elde edilen elektriğin maliyetinin pik yükün maliyetine eşit olması tahmin edilmektedir.



# Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ
	(Kcal/cm <sup>2</sup> -ay)	(kWh/m <sup>2</sup> -ay)	(Saat/ay)
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm <sup>2</sup> -gün	3,6 kWh/m <sup>2</sup> -gün	7,2 saat/gün

**Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü**

# Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli

BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)	ORTALAMA GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/gün)
G.DOĞU ANADOLU	1460	2993	8.2
AKDENİZ	1390	2956	8.1
DOĞU ANADOLU	1365	2664	7.3
İÇ ANADOLU	1314	2628	7.2
EGE	1304	2738	7.5
MARMARA	1168	2409	6.6
KARADENİZ	1120	1971	5.4

# Güneş Enerjisinden Isı Üretimi

Yıl	Güneş Enerjisinden Isı Üretimi (bin TEP )
1998	210
1999	236
2000	262
2001	290
2004	375
2007	420



## Ekonomideki Yeri

---

- 2007 yılında su ısıtmada güneş enerjisinden faydalanma: 420 000 TEP
- Potansiyel: 76 000 000 TEP

Oran: 0.55 %

1 TEP = 11630 kWh = 11.63 MWh



## Ekonomideki Yeri

---

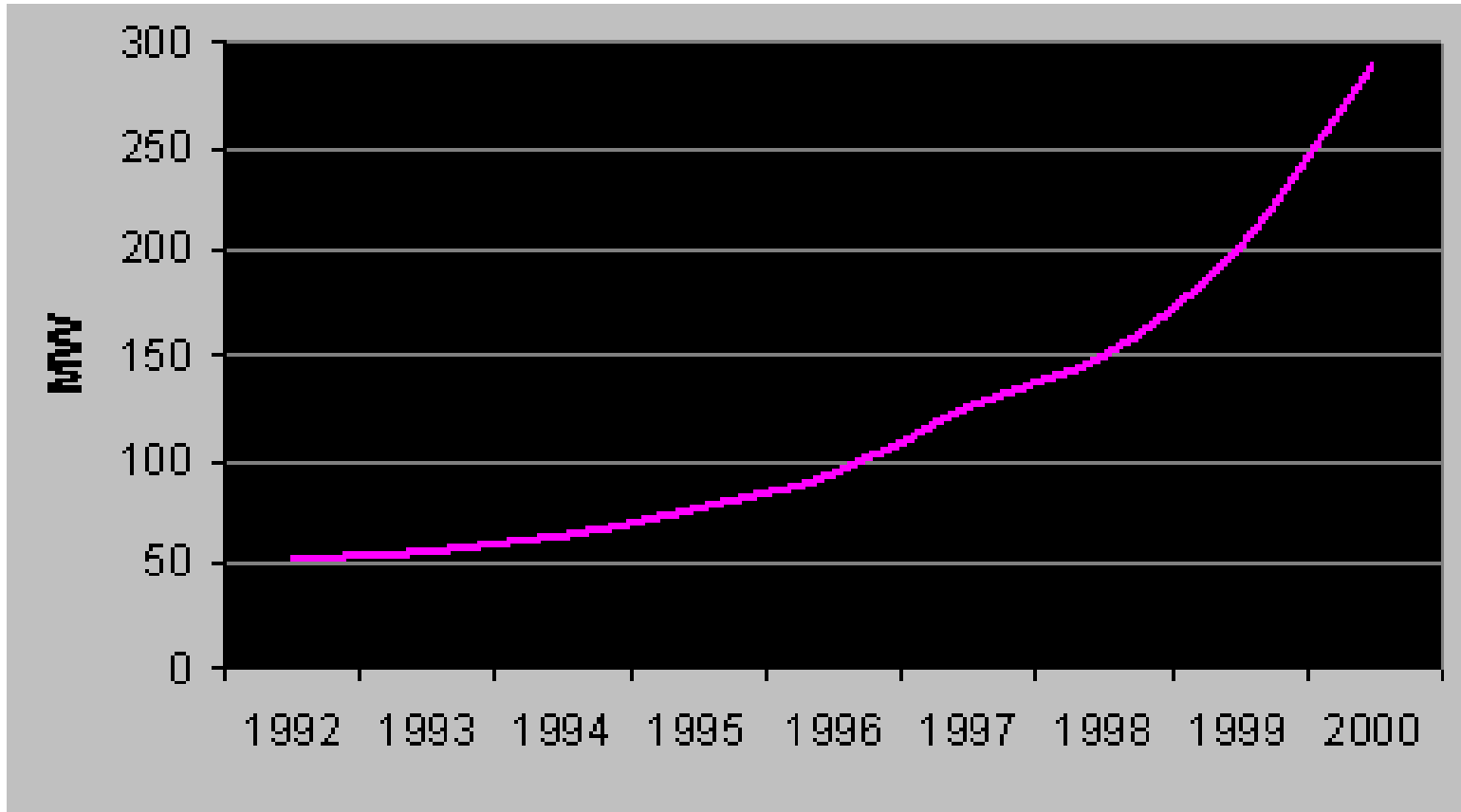
- Güneş Pilleri ile Enerji Üretimi  
1.5 MWp kapasite, günde 7.2 saat, 365 gün  
Yıllık üretim = 3942 MWh

Petrol dengi: 339 TEP

- Potansiyel: 76 000 000 TEP

Oran: Milyonda 4.46

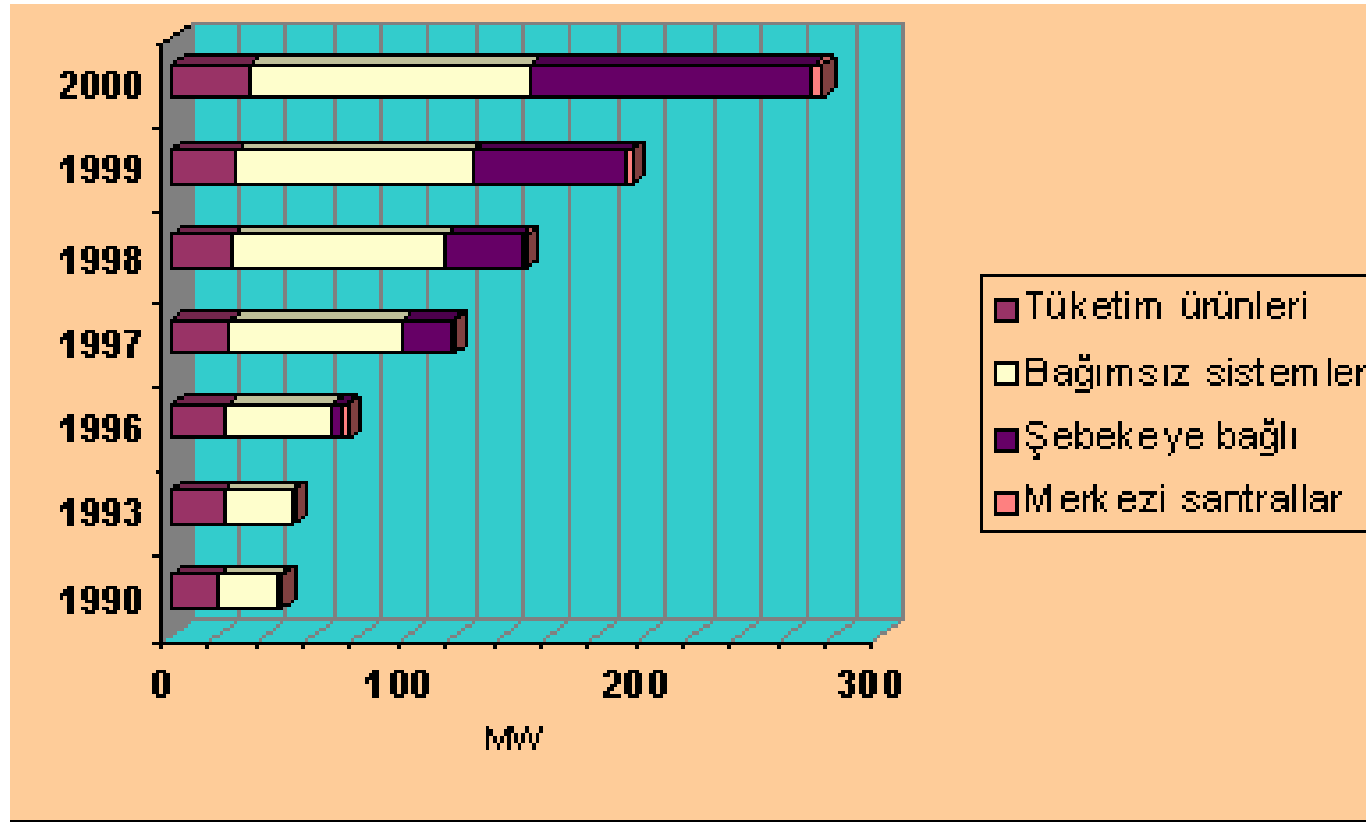
# Dünyada güneş pili kullanımı



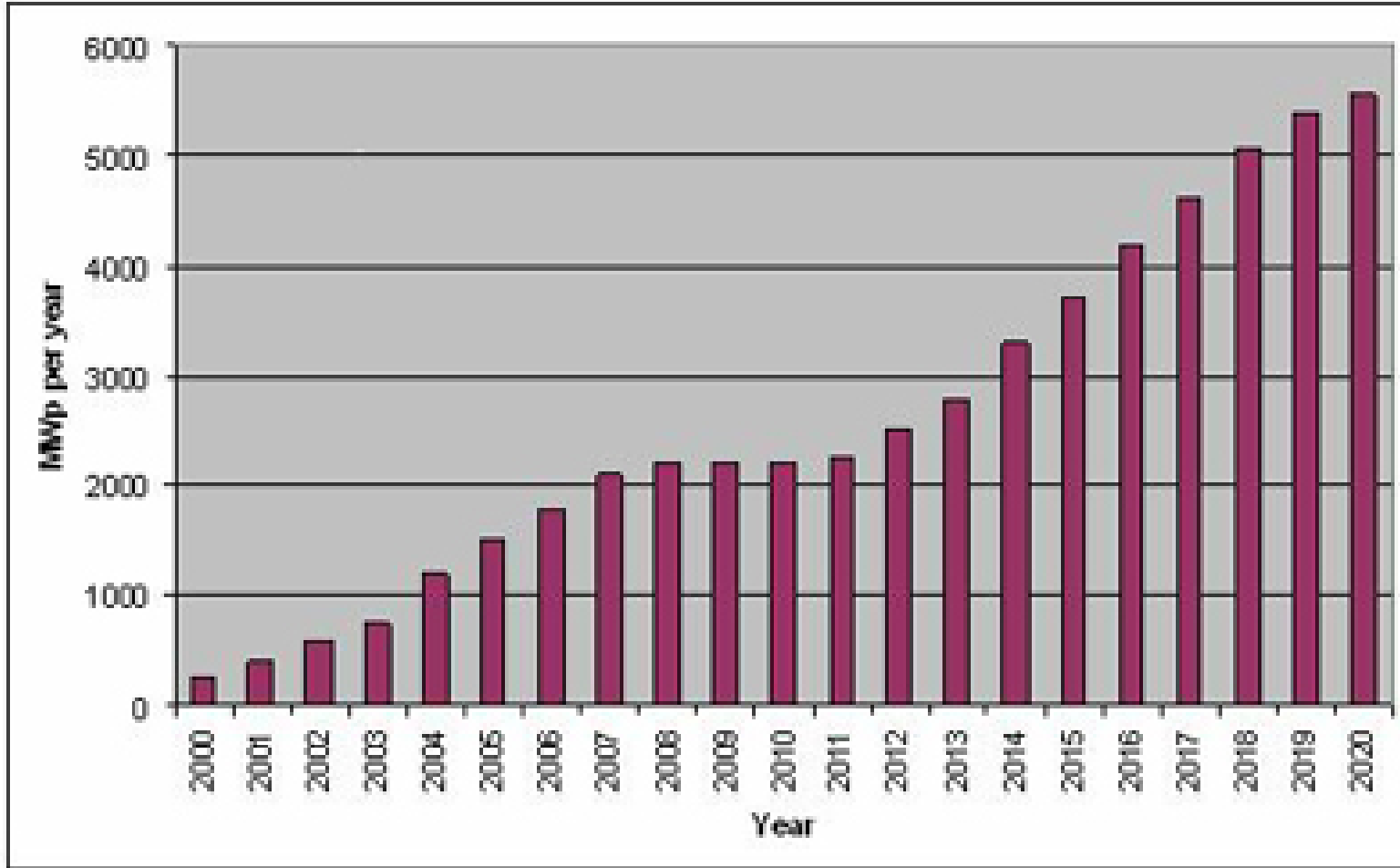
O. Kincay – N. Bekiroğlu - Z. Yumurtacı



# Dünyada Kurulu Güneş Pilinin Kullanım Alanlarına Göre Dağılımı



# 2020 Yılına Kadar Dünya Genelinde Güneş Pili Üretim Öngörülleri



O. Kincay – N. Bekiroğlu - Z. Yumurtacı



# Güneş pili teknolojilerinin önemi

---

- Fosil yakıtlar çevreyi kirleterek iklim değişikliğine neden olurken, güneş enerjisi; temiz, sessiz ve sonsuz bir enerji kaynağıdır.
- Türkiye enerji ihtiyacının 70%'ini ithal etmektedir.
- Güneş enerjisi bu ithalatı büyük oranda düşürecek potansiyele sahiptir.
- Enerji kaynaklarının bağımsızlığı ülkenin bağımsızlığı için çok önemlidir. Güneş enerjisi enerji bağımsızlığına katkı sağlayacaktır.



## Güneş pili teknolojilerinin önemi

---

Güneş enerjisi yönünden zengin olan ülkemizde bu yenilenebilir enerji kaynağının olabildiğince ekonomik ve yaygın bir şekilde kullanılmasının önünde dört ana engel bulunmaktadır. Bunlar;

- Fotovoltaik sistem verimlerinin düşük olması,
- Sıcak su panel boyutlarının büyük olması,
- Güneş enerjisinin en fazla olduğu yaz aylarında ısıtma yerine soğutmaya ihtiyaç duyulması,
- Güneş enerjisinin soğutmada kullanımının karmaşıklığı ve pahalılığıdır.



# Sonuçlar

---

- Ülkemizde güneş pilleri kullanmak suretiyle elektrik üretilmesi uygulamaları başlatılmalıdır.
- Üretilen enerjinin binalarda kullanılması ve fazlasının satılması teşvik edilmelidir.
- Güneş enerjili eko-mimari uygulamaları başlatılmalıdır. Güneş enerjisinden yararlanma konusunda teşvik edici politika oluşturulmalı, yatırım maliyetleri düşeceği tahmin edilen güneş pillerinin (PV) yerli üretimi için sektördeki gelişmeler izlenerek AR-GE çalışmalarına başlatılmalıdır.



# Sonuçlar

---

- Güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi teşvik edilmelidir.
- Öncelikle kamu binaları, tüm açık alanlar, parklar, caddeler ve sokaklar, güneş enerjisi ile aydınlatılması çalışmaları yapılmalıdır.
- Bunlara ilaveten; elektrik üretimi, ısıtma ve soğutma fonksiyonlarını aynı anda ve bir arada gerçekleştirebilecek bir entegre sistem geliştirilmelidir.



# Dünya'dan iki örnek

---



- İngiltere’de yapılan gökdelen için **güneş panelleri** tam 10 milyon dolara mal oldu. 100’lerce kW enerji üreten bu güneş panelleri kapalı, sisli havalarda bile enerji üretebilecek şekilde hesaplanarak tasarlanmıştır.

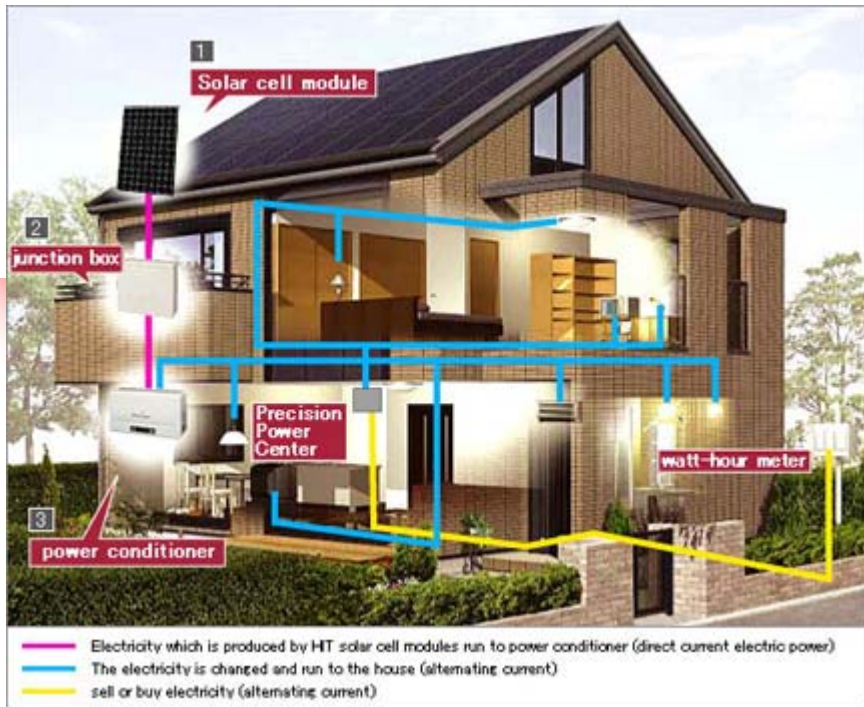


- Ayrıca binanın çatısında 24 adet güneş enerjisi ile elektrik üretecek rüzgar santrali’de mevcuttur.
- Üretilen enerji için 9 milyon fincan çay yapabilecek kadar enerji üretecek kapasitede diye yorumlar yapılmıştır.
- Binanın güneş enerjisi kullandığı için enerji üretiminde ve tüketiminde karbon salınımında çok yüksek oranda azalma göstermesidir.
- İlk yatırım maliyeti ile sistemin bakım ve işletmesi halen çok yüksektir. Özellikle sisteme bağlı akülerin bakımı yüksek maliyet getirebilir.





- Japonya'da inşa edilen bir gökdelen alışılmışın dışında bir teknoloji kullanıyor. Binanın tüm dış yüzeyinde bulunan camlar içlerine yerleştirilen güneş enerjisi hücreleri sayesinde tüm gün boyunca güneş enerjisinin elektriğe çevirerek depolanmasını sağlıyorlar.
- Depolanan bu enerji geceleri tüm binanın 4.6 saat boyunca aydınlatılması için yeterli oluyor.



# Kaynaklar



- Yoshihiro, Nakato. *Photoelectrochemical Cells*. Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering Online.
- Songür, E., 'Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretimi', MMO sunumu, 2008.
- Min, J.& friends, 'Solar Energy a Zero Emission Energy Source', 2008.
- [www.pvsystems.com](http://www.pvsystems.com)
- [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)
- [www.blueskyenergyinc.com](http://www.blueskyenergyinc.com)
- [www.eie.energy.gov.tr](http://www.eie.energy.gov.tr)
- [www.eere.energy.gov](http://www.eere.energy.gov)
- [www.genisbilgi.blogspot.com](http://www.genisbilgi.blogspot.com)
- [www.intersciencewiley.com:83/eeee/30/3030/W.3030](http://www.intersciencewiley.com:83/eeee/30/3030/W.3030)