

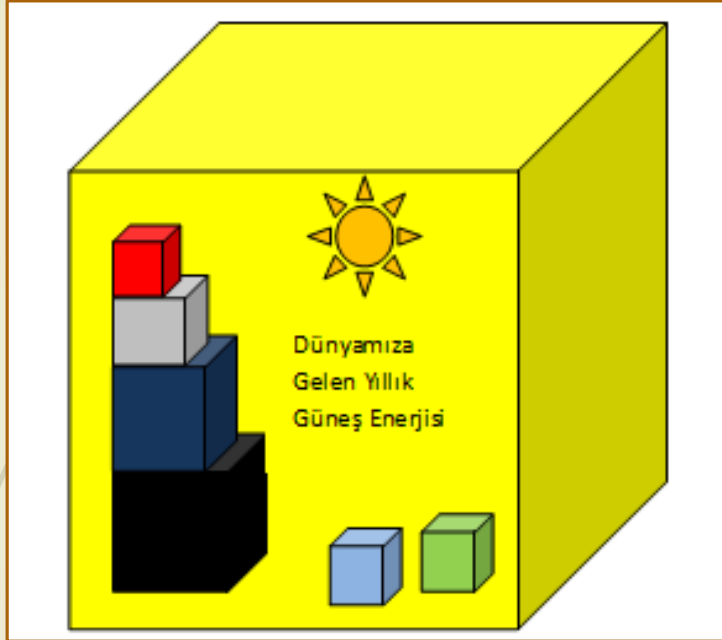
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE TEKNOLOJİLERİ Dersi 4

- 4. GÜNEŞ ENERJİSİ
- 4.1 Güneş Enerjisi Dönüşümleri
- 4.2 Dünyada Güneş Enerjisi
- 4.3 Türkiye’de Güneş Enerjisi
- 4.4 Güneş Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Etkileri
- 4.5 Güneş Enerjisinden Yararlanma Teknolojileri
- 4.5.1 Güneş enerjisi ısı teknolojileri ve uygulamaları

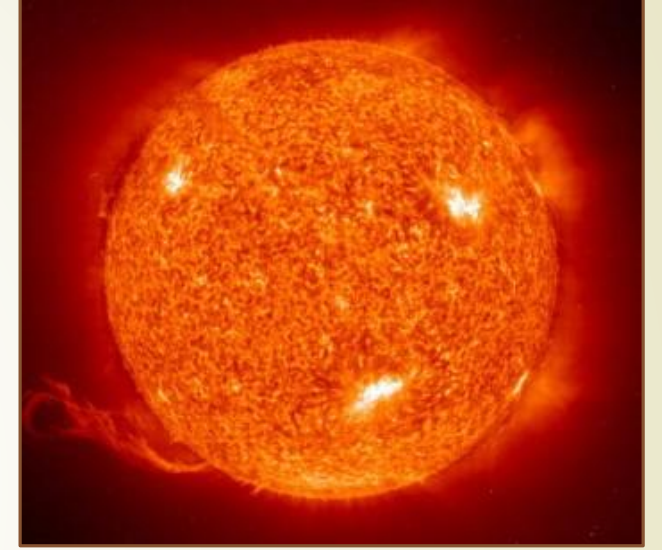
Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU
E-mail: onurbas@agri.ankara.edu.tr
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü
2017

- **Güneş** sistemi içerisinde yer alan güneş hem dünya için vazgeçilmez bir yaşam kaynağı hem de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde **temel bir enerji kaynağıdır**. Genel olarak bakıldığında enerji kaynakları içerisinde güneş birincil enerji kaynağıdır (Acaroğlu, 2003b). Konvansiyonel enerji kaynaklarının neredeyse hepsi güneş kökenli enerji kaynaklarıdır (Çelik, 2012).
- Güneş bir gaz kütlesi olup ısı ve ışık yayar. Sıcaklığı oldukça yüksektir. Güneş yaklaşık olarak dünyamızdan **150 milyon kilometre uzaklıktadır** (Öztürk, 2008a). Yaklaşık olarak 4 600 000 000 yıl önce ışımaya başlamıştır (Akgün, 2006). Güneş galakside bir yıldız olup hidrojen ve helyum gazlarından oluşur, çapı 1.39×10^9 m, kütlesi 5.97×10^{24} kg civarındadır. Yüzey sıcaklığı yaklaşık olarak 6000 °K'dir (Yerebakan, 2010; Muhtaroglu, 2012).
- Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde meydana gelen hidrojeni helyuma gazına dönüştürücü **füzyon reaksiyonu** sonucunda ortaya çıkan bir enerji türüdür. Güneş yüzeyinde 564.10^6 t H atomu 560.10^6 t He atomlarına dönüşmektedir. Bu dönüşüm sırasındaki fark; uzaya ısı ve ışık enerjisi şeklinde yayılmaktadır. Bu enerjinin büyüklüğü 386.000.000 EJ (1 exajoule = 10^{18} J) kadardır. **Dünyaya bu enerjiden milyarda biri ulaşmaktadır** (Yerebakan, 2010).
- Yeryüzüne gelen güneş enerjisi, yıl içerisinde ve gün boyunca değişiklik göstermektedir. Dünyanın farklı bölgelerine düşen güneş enerjisi, dünyanın hem kendi çevresinde hem de güneşin çevresinde dönmesi nedeniyle farklılık göstermektedir (Muhtaroglu, 2012).
- Güneş enerjisinin büyüklüğü; atmosferin dışında yaklaşık 1370 W/m^2 şiddetinde olup dünya atmosferinde 0– 1100 W/m^2 arasında değişmektedir (Ulaş, 2010).

- Dünyadaki güneş enerjisi potansiyelinin diğer enerji türlerine göre büyüklüğü Şekil 4.1' de açıkça görülmektedir.



- Dünyadaki Uranyum Rezervi
- Dünyadaki Gaz Rezervi
- Dünyadaki Petrol Rezervi
- Dünyadaki Kömür Rezervi
- Dünyadaki Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli
- Dünyadaki Güneş Enerjisi Potansiyeli
- Dünya Çapındaki Yıllık Enerji Tüketimi



temel bir enerji kaynağı

150 milyon kilometre uzaklıkta

Dünyaya bu enerjiden milyarda biri ulaşmakta

Güneş füzyon → ısı ışıma → yeryüzü → ısı enerjisi → elektrik enerjisi

Şekil 4.1 Dünya'daki kullanılabilir güneş enerjisinin büyüklüğü (Korkmaz, 2010)

4.1 Güneş Enerjisi Dönüşümleri

4

Dünyaya gelen güneş enerjisinin %30 kadarı yansıyor ya da saçılarak geri dönmekte, %20 kadarı ise atmosfer ve bulutlarda tutulmaktadır. Geriye kalan %50'lik kısım yeryüzünde soğurur (Güçlü, 2009). **Yeryüzüne ulaşan güneş enerjisi doğal ve doğal olmayan dönüşümlere uğrar** (Muhtaroglu, 2012):

➤ Doğal dönüşümler;

- **Toprak ve suyun ısınması,**
- **Fotosentez,**
- **Su döngüsü,**
- **Rüzgar ve dalga oluşumu,**
- **Doğal yangınlar** olarak sıralanır.
- Suların buharlaşması sonucu dünyadaki su döngüsü sağlanır, bu olay tüm canlılar için çok önemlidir. Bitkiler ise güneş enerjisini kullanarak fotosentez yaparlar. Güneş enerjisinin atmosferde farklı dağılması sonucunda oluşan sıcaklık farklılıkları, basınç farklılıklarına yol açar. Bu da rüzgarı oluşturur. Deniz dalgaları ve okyanus akıntıları da rüzgarın etkisiyle meydana gelir.

Doğal olmayan dönüşümler;

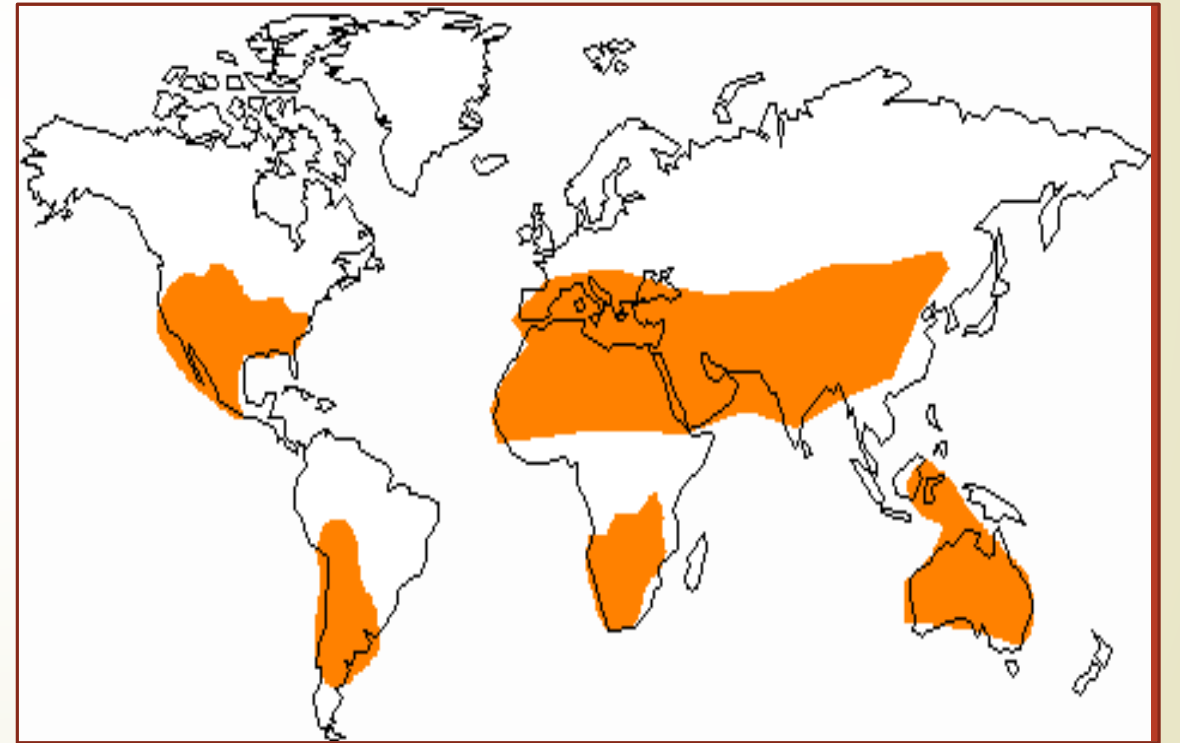
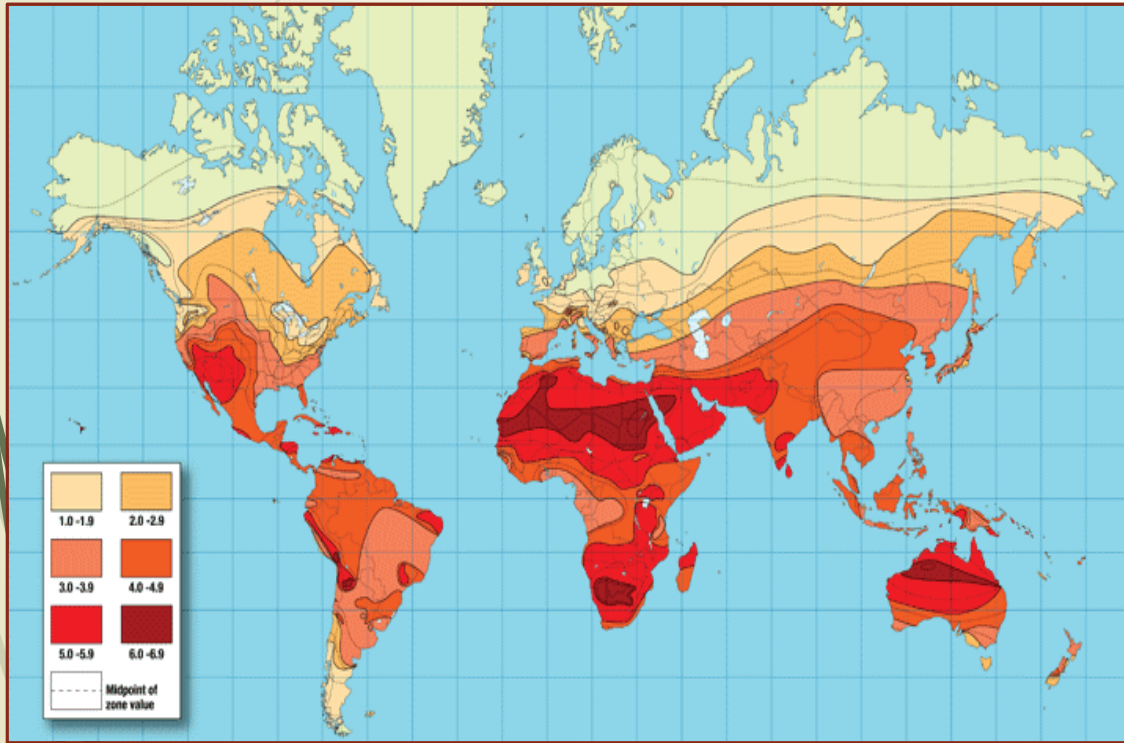
- Güneş ışınlarının **ısıya dönüştürülmesi** (kolektör),
- Güneş ışınlarının **elektriğe dönüştürülmesi** (fotovoltaik piller),
- **Hidrolik enerjiden elektrik** elde edilmesi (barajlar),
- **Rüzgar enerjisinden elektrik** elde edilmesi (türbinler),
- **Biyokütle enerjisi** (ısı, gaz ve sıvı yakıtlar),
- **Fosil yakıt** (elektrik ve ısı),
- **Güneş mimarlığı** uygulamaları şeklinde çeşitlenir.

Yapay dönüşümler insanoğlu tarafından geliştirilmektedir.

4.2 Dünyada Güneş Enerjisi

5 Yeryüzünde ekvatorun kuzeyinde ve güneyinde 35 derecelik enlemler arasındaki bölge “Dünya Güneş Kuşağı” olarak adlandırılmaktadır. Bu bölge güneş enerjisi açısından en elverişli bölgedir. Bu bölge yıllık 2000-3500 saatlik güneşlenme süresine sahiptir ve günlük güneş potansiyeli 3.5-7 kWh/m² olmaktadır (Anonim 2012b).

- Şekil 4.2’de fazla ışınım alan ve güneş kuşağı olarak adlandırılan bölge görülmektedir. Bu bölgede İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, İsrail, Suriye, Mısır, Suudi Arabistan, Libya, Cezayir, Fas, İran, Pakistan, Çin, Japonya, Amerika, Meksika, Güney Afrika ve Avustralya bulunmaktadır (Altuntop ve Erdemir, 2012).

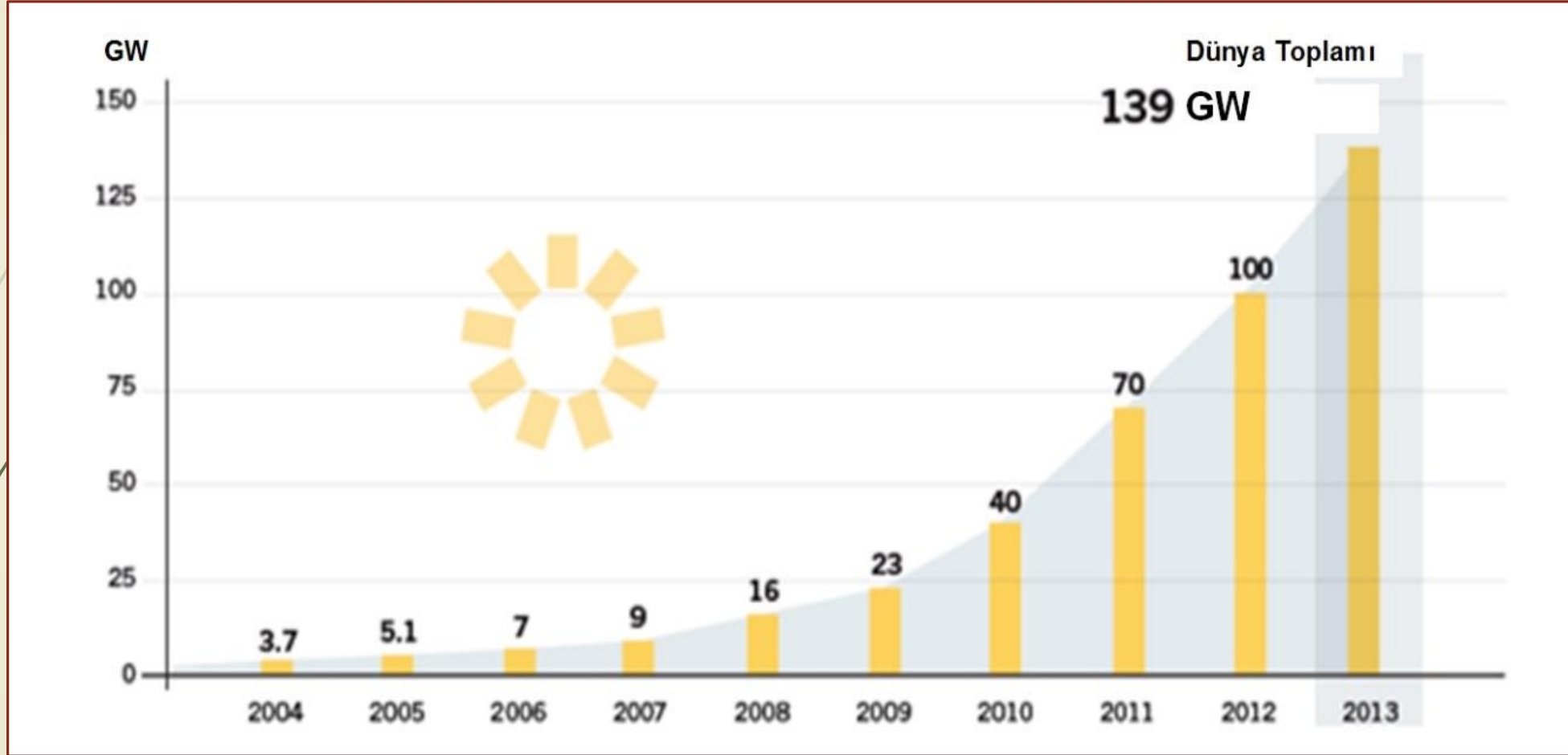


Şekil 4.2 Dünya güneş kuşağı (Altuntop ve Erdemir, 2012) ve güneş enerjisi potansiyel atlası (Sarıkaya, 2010)

- Çok eski tarihlerden bu yana güneş enerjisinden yararlanabilmek amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. İlk olarak M.Ö. 400 yıllarında Sokrat tarafından evlerin güneş enerjisinden daha fazla yararlanabilmesi için çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla evlerin güney tarafında daha çok pencere yerleştirilmesi ve kuzey taraflarının da rüzgardan korunması gerektiği belirtilmiştir. Yine M.Ö. 250'de güneş ışınları konkav aynalarla toplanarak 30-40 metre uzaklıktaki Sirakuza'yı kuşatan Roma gemilerini yaktığı mitolojik kaynaklarda belirtilmektedir. 17. Yüzyılda Galile tarafından merceğin keşfedilmesiyle güneş enerjisiyle ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. 1725'de su pompası güneş enerjisi ile çalıştırılmış, 1860'da güneş ışınları parabolik aynalarla toplanarak buhar makinesinin işletilmesi konusunda çalışmalar yapılmıştır.
- Güneş enerjisi kullanımının yaygınlaşması 1950'li yıllardan itibaren başlamıştır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Japonya'da 1950-1955 yıllarında on binlerce su ısıtıcısı kullanılmıştır. Aynı yıllarda ABD'de Bell Telefon Laboratuvarları tarafından, güneş radyasyonunu doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaik pil üretimi gerçekleştirilmiştir. Avrupa'da özellikle Akdeniz kuşağında yer alan Fransa ve İtalya'da güneşli su ısıtıcıları kullanılmaya başlanmıştır. Fransa'da 1 MW gücünde bir güneş fırını da yapılmıştır. Güneş enerji teknolojisinin, ilk yatırım maliyetlerinin yüksekliği, bu yıllarda ucuz olan petrol ve doğal gaz karşısında rekabet gücünü sınırlamıştır (Akova, 2008; Adıyaman, 2012).

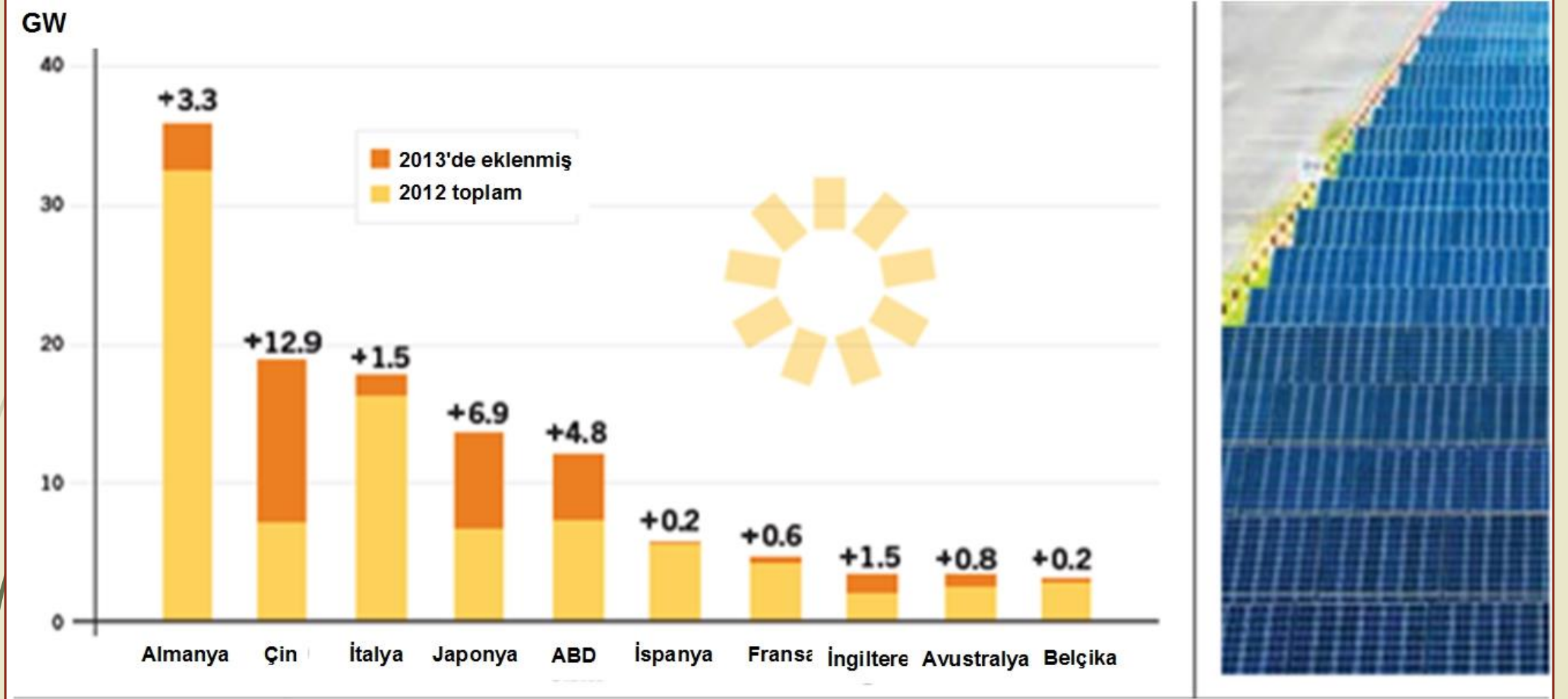
- 70'li yıllarda ortaya çıkan petrol kriziyle yenilenebilir kaynak kullanımının tekrar gündeme gelmesini sağlamıştır. Teknolojinin hızla yükselmesiyle; güneş teknolojisinde maliyetlerde düşme ve verim artışı sağlanmıştır. Çevre sorunlarını da artmasıyla birlikte güneş teknolojileri daha da önem kazanmaya başlamıştır.
- **Endüstriyel anlamda ilk tesis 1984'de Los Angeles'de** kurulmuştur. **354 MW'lık bu tesis parabol aynalardan** oluşmaktadır. 90'lı yıllarda Kaliforniya'da 10 MW, Ürdün'de 30 MW'lık iki ayrı güneş kulesi çalıştırılmaya başlanmıştır. 2000'li yıllarda ise; güneş teknolojileri ile ilgili çalışmalara daha da ivmelenererek artmıştır. Bu yıllarda özellikle güneş pilleri ile elektrik üretimi konusunda büyük gelişmeler görülmüştür (Anonim 2009b).

- Şekil 4.3'de 2004 ile 2013 yılları arasında dünyadaki **toplam fotovoltaik kapasite** durumu gösterilmiştir. 2004 yılında 3.7 GW olan dünya fotovoltaik kapasitesi 2013 yılı sonunda 139 GW'a yükselmiştir.



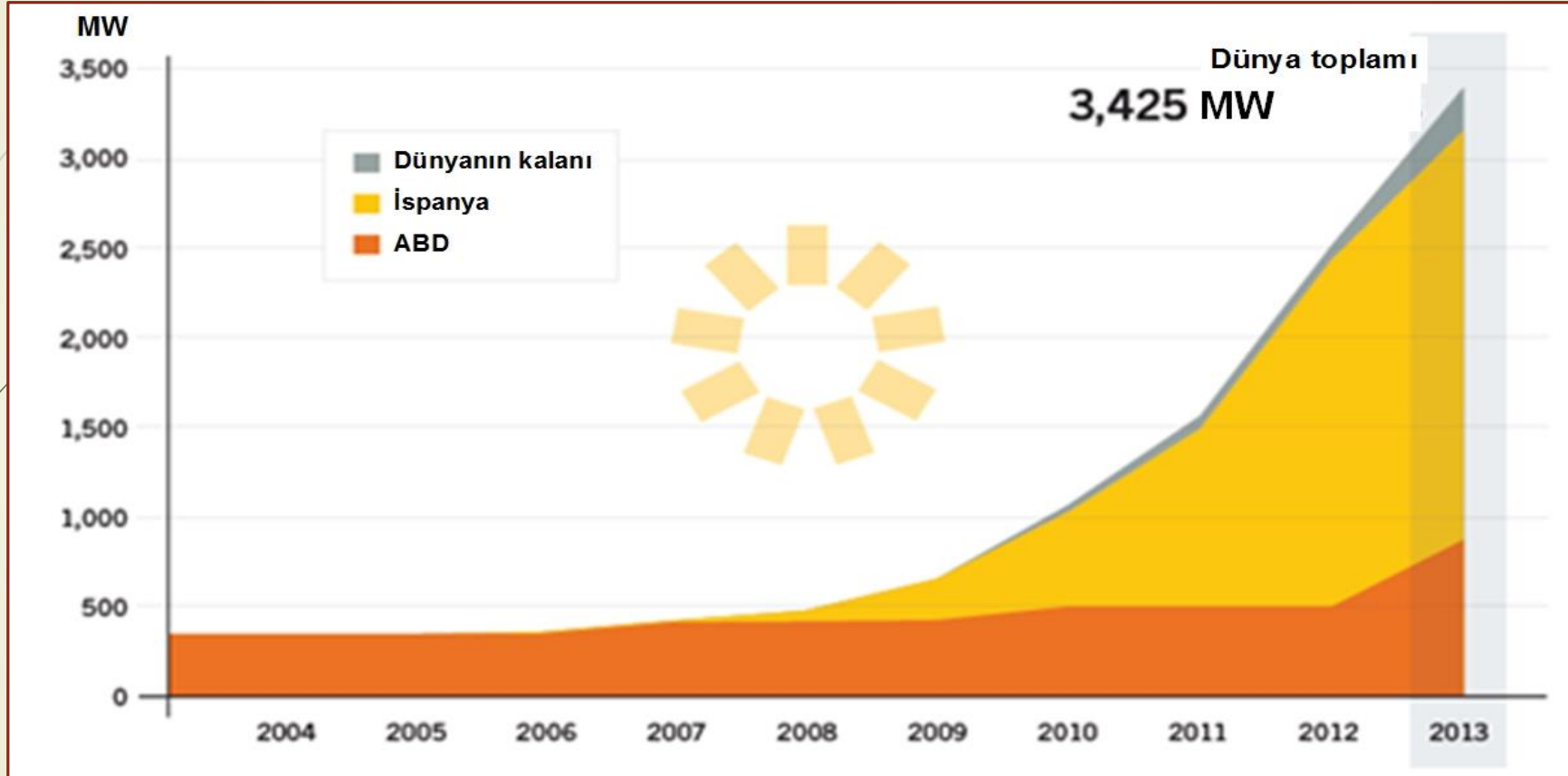
Şekil 4.3 Dünya güneş fotovoltaik kapasitesi (Anonymous, 2014b)

- 2013 yılı itibariyle **güneş PV kapasitesi en yüksek olan ülkeler** Şekil 4.4'de görülmektedir. Şekilde 2012 PV kapasiteleri ve 2013'de yapılan ilave kapasite değerleri yer almaktadır. En büyük PV kapasitesine sahip olan ülkeler sırasıyla Almanya, Çin, İtalya, Japonya ve ABD'dir.



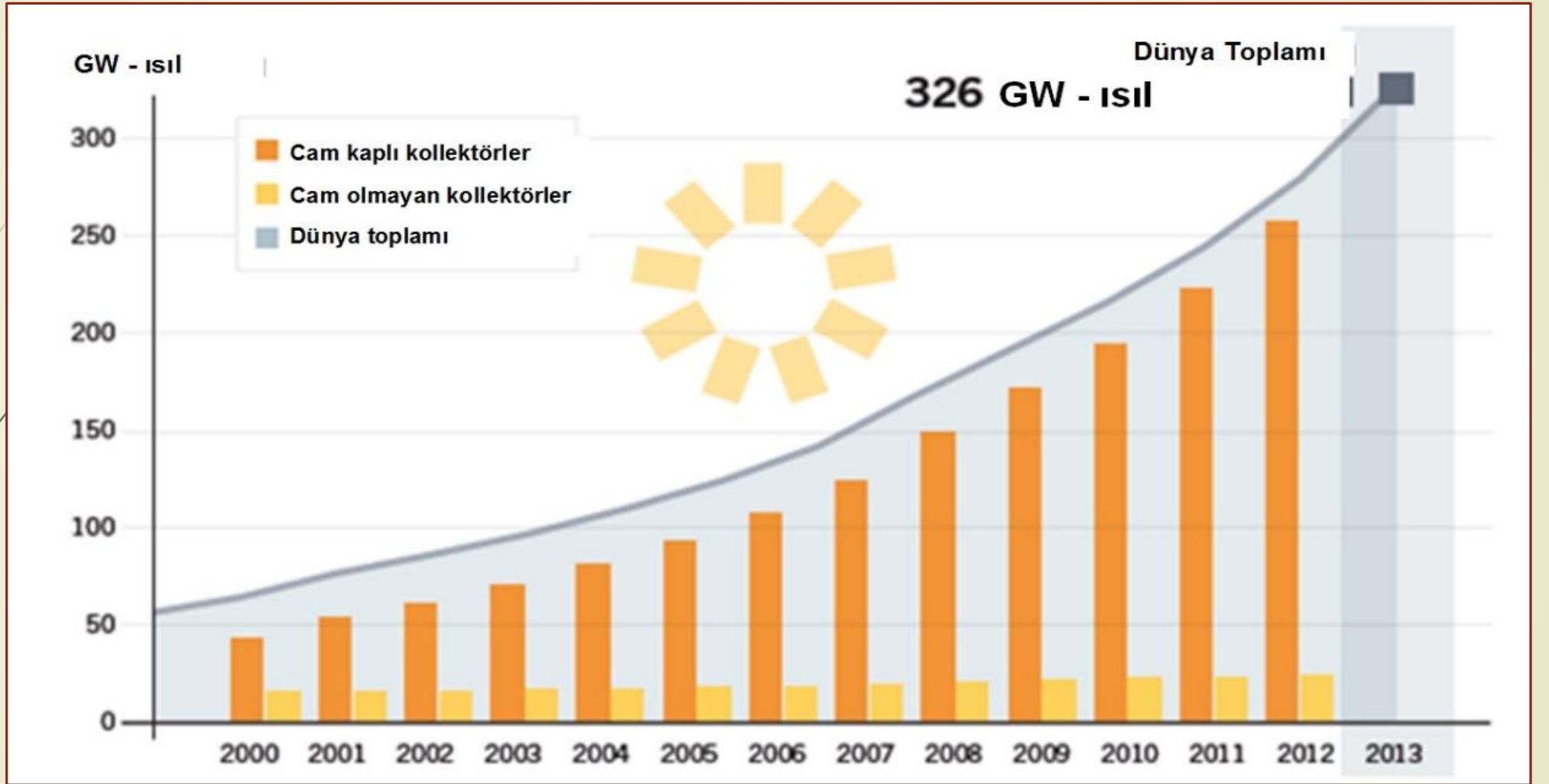
Şekil 4.4 Solar PV kapasitesi en yüksek olan ülkeler (Anonymous, 2014b)

- Dünya **yoğunlaştırılmış termal güneş enerjisi (CST- Concentrated Solar Thermal Power)** kapasitesinin yıllara göre değişimi Şekil 4.5'de verilmiştir. 2004 yılında yaklaşık 300 MW olan CST kapasitesi 2013 yılında 3425 MW'a ulaşmıştır. Bu alanda en yüksek kapasiteye sahip olan ülkeler İspanya ve ABD'dir.



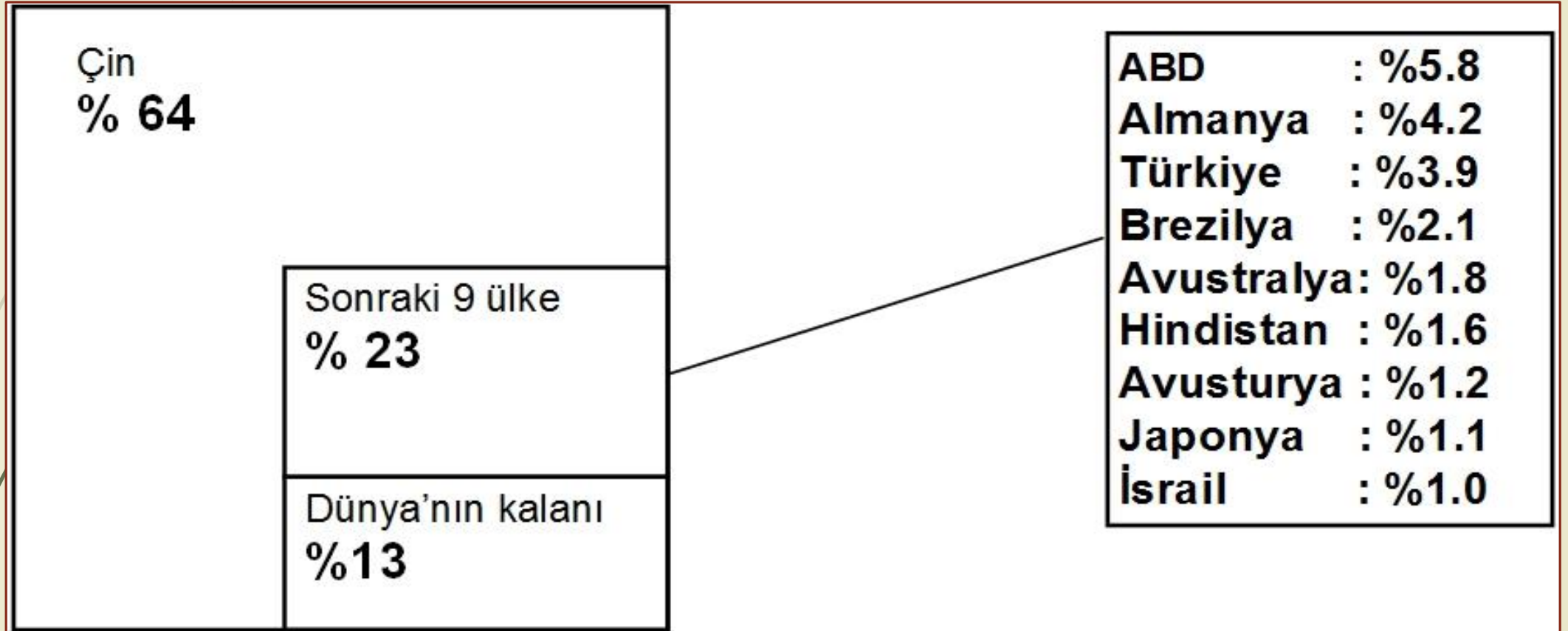
Şekil 4.5 Dünya yoğunlaştırılmış termal güneş enerjisi kapasitesinin yıllara göre değişimi (Anonymous, 2014b)

- Şekil 4.6'da dünya **güneş su ısıtma kolektörleri kapasitesi** görülmektedir. 2000 yılında 50 GW_t olan kolektör kapasitesi 2013 yılında 326 GW_t'e yükselmiştir.



Şekil 4.6 Dünyada güneşten su ısıtılan termal kolektör kapasitesinin yıllara göre değişimi (Anonymous, 2014b)

- 2012 yılı itibariyle Dünyada **güneşten su ısıtılan termal kolektör kapasitesinin** %64'ü Çin'e aittir (şekil 4.7). Bu ülkeyi %23 pay ile ABD, Almanya, Türkiye, Brezilya, Avustralya, Hindistan, Avusturya, Japonya ve İsrail takip etmektedir.



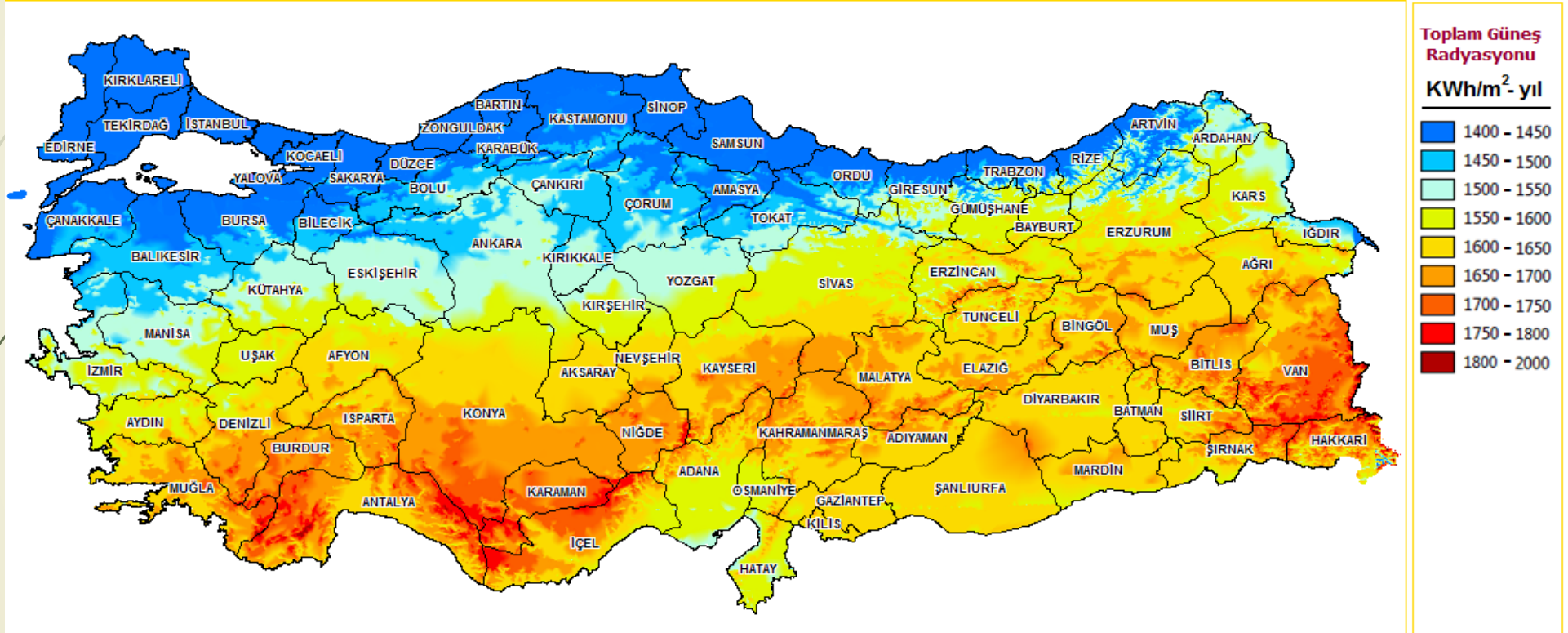
Şekil 4.7 Dünyada Güneşten su ısıtılan termal kolektör kapasitesinin ülkelere göre dağılımı (Anonymous, 2014b)

4.3 Türkiye'de Güneş Enerjisi

- Türkiye, dünya güneş kuşağında yer alan ülkelerden biridir. Tüm yüzeye düşen güneş enerjisi 975×10^{12} kWh/yıl'dır. Bu değer 376 TW ($1 \text{ TW} = 10^6 \text{ MW}$)'lık enerjiye eşdeğerdir. Ülkemizin yıllık güneşlenme süresi bölgelere göre 3016-1966 h arasında değişmekle birlikte ortalama 2640 h'dir. Yıllık ortalama ışınım şiddeti $3.7 \text{ kWh/m}^2.\text{gün}$ – $1.5 \text{ kWh/m}^2.\text{gün}$ 'dür. Bölgelere göre yıllık ortalama ise; $4.0 \text{ kWh/m}^2.\text{gün}$ ile $2.9 \text{ kWh/m}^2.\text{gün}$ arasında değişmektedir (Anonim 2009b).

- Türkiye'nin mevcut güneş enerjisi potansiyelini detaylıca gösteren **Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası** GEPA Türkiye Elektrik Etüt İdaresi tarafından hazırlanmıştır. **GEPA** ile il, ilçe bazında güneş global radyasyon değerlerine ve güneşlenme sürelerine ait verilere kolaylıkla erişilebilmektedir.

Şekil 4.8'de verilen haritada sarı renkle boyanan bölgeler santral kurulumu için uygun yerlerdir. Koyu ve açık kırmızı bölgeler en uygun yerlerdir. GEPA verilerine göre Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli açısından en zengin bölgeleri Akdeniz Bölgesi ve Van Gölü çevresidir. Karadeniz ve Marmara Bölgeleri bu potansiyelin en az olduğu yerlerdir (Sarıkaya, 2010).



Şekil 4.8 Türkiye güneş enerjisi potansiyel atlası (GEPA) (<http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>)

- Türkiye'de bulunan Güneş Enerji Santrallerinin toplam kurulu gücü 313 MW ve kurulu güce oranı %0.43'dür. Şubat 2016 itibariyle 313 adet aktif güneş santrali bulunmaktadır. En büyük santral 18 MW gücündeki Konya Karatay Kızören Güneş Enerji Santralidir (<http://www.enerjiatlası.com/gunes/>).

Güneş Enerji Santralleri Profili

Aktif Santral Sayısı :	447
Kurulu Güç :	588 MWe
Kurulu Güce Oranı :	% 0,76
Yıllık Elektrik Üretimi :	~ 866 GWh
Üretimin Tüketime Oranı :	% 0,33
Lisans Durumu :	lisanslı, 447 lisanssız
Şebeke Bağlantısı :	445 var, 2 yok

ekim 2016

S.	Santral Adı	İl	Firma
1)	Konya Karatay Kızören GES	Konya	Tekno Enerji
2)	Derinkuyu Güneş Enerjisi Santrali	Nevşehir	
3)	Makascı Mühendislik GES	Konya	Makascı Mühendislik
4)	Astor Enerji Bozova GES	Şanlıurfa	Astor Enerji
5)	Kayseri Çiftlik Güneş Enerjisi Santrali	Kayseri	Bayraktar İnşaat
6)	Entar Enerji Güneş Enerjisi Santrali	Kayseri	Entar Enerji
7)	Yarışlı Güneş Enerji Santrali	Burdur	Zen Enerji
8)	Sunergie Güneş Enerji Santrali	Konya	
9)	Ventis Solar Park	Kayseri	Citus Power
10)	Aksaray İncesu Köyü Güneş Enerji Santrali	Aksaray	

4.4 Güneş Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Etkileri

16

- Güneş enerjisi, son derece **çevre dostu yenilenebilir enerji** kaynaklarından birisidir. En önemli çevre sorunlarından biri olan küresel ısınmanın, sebeplerinden olan CO2 salınımı güneş enerji santrallerinde oluşmamaktadır. Güneş enerjisi kullanımı, diğer fosil yakıtların özellikle sera etkisi yaratıcı gaz emisyonlarının ve diğer kimyasal atıkların önüne geçerek çevrenin korunmasına yardımcı olmaktadır. Güneş enerji teknolojileri geleneksel enerji kaynakları ile kıyaslandıklarında çevresel avantajlara sahiptir. Bu avantajlar (Adıyaman, 2012);
- **Tesisin çalıştırılması esnasında atık bulunmamaktadır.**
- **Teknolojiye ait sera gazı emisyonlarının değeri düşüktür.**
- **Çevreye zararlı emisyonlar bulunmamaktadır.**
- **Elektrik iletim ve dağıtım hatlarında azalma sağlanmaktadır.**
-
- Bunun yanında önemli ölçüde istihdama katkıda bulunarak sosyal ve ekonomik yönden kazanç sağlamaktadır.
- Güneş pillerinin en büyük avantajı; elektrik şebekesinin bulunmadığı yerlerde ekonomik olarak kullanılabilmesidir. Bu sistemlerde ilk yatırım masraflarından sonra işletim masrafı bulunmamaktadır. Konutların enerjisini kendi tesisleri ile karşılayabilmesi nedeniyle, iletim-dağıtım masrafları olmayacak ve iletim kayıpları da bulunmayacaktır (Ataman, 2007).

- ▶ Güneş enerjisi kullanımını gerekli kılan birçok sebep bulunmaktadır. Bunlardan bazıları (Adıyaman, 2012);
- ▶
- ▶ Dünyanın birçok yerinde bol miktarda bulunması,
- ▶ Dışa bağımlı olmaması,
- ▶ Güneş enerjisi sistemleri güvenilir olması, az veya hiç bakım gerektirmemesi,
- ▶ Tükenmeyen ve temiz bir enerji kaynağı olması,
- ▶ İlk yatırım maliyeti göz önüne alınmaz ise ucuz bir kaynak olması,
- ▶ Her tür krizlerin etkisinden uzak olması,
- ▶ Oldukça basit teknolojiyle bile yararlanılabilmesi,
- ▶ Enerjinin nakil problemi olmadığından ihtiyaç duyulan yerlerde kolayca elde edilmesi şeklinde sıralanabilir.

- Güneş enerjisi kullanımının birçok avantajlı yönü olmasına karşı bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Kullanımı sıvı ve gaz yakıtlara göre kolay değildir. Örneğin; otomobillerde kullanılan güneş pillerinin oluşturduğu güç fosil yakıt kullanılan araçlara oranla çok düşük durumdadır. Güneşin olmadığı durumlarda güneş enerjisi ile çalışan araçların çalışmaması da diğer bir sorundur. Güneş enerjisinden yararlanmanın önündeki engellerden biri de güneş enerjisinin yayınlık olmasıdır. Bu enerjinin toplanması için geniş yüzeylere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca gece ve bulutlu günlerde bu kaynaktan enerji üretmek mümkün olmadığından kesintili bir enerji kaynağı olmaktadır. Bu durum elde edilen güneş enerjisinin depo edilmesi zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Akümülatörler ile bu sorun çözülmeye çalışılmaktadır fakat akümülatör maliyetlerinin yüksekliği enerji maliyetini artırdığından bu konuda fazla ilerleme kaydedilememiştir (Akova, 2008).
-
- **Genel olarak güneş enerjisi kullanımında karşılaşılan olumsuzluklar şu şekildedir (Ataman, 2007; Adıyaman, 2012):**
- **İlk yatırım masrafları yüksektir.**
- **Gün boyunca ışık oranına göre ve hava şartlarına bağlı olarak enerji miktarında değişiklikler olabilmektedir.**
- **Güneş santralleri görüntü kirliliği oluşturabilmekte, çevrim verimlerinin düşüklüğü nedeniyle büyük alan gerektirmektedirler.**
- **Şebekeye bağlantılı değilse, gece elektrik kullanımı için enerji depolanmalıdır.**
- **Güneş pilleri yapımı için kullanılan materyallerin toksik etkisi olabilir.**
-
- Güneş termik santrallerine ait odaklı kolektör tarlaları veya heliostat tarlalarında aşırı radyasyon yoğunlaşması ve ışık kirliliği bu sistemlerin önemli çevre sorunlarından biridir (Akova, 2008). Ayrıca güneş fotovoltaik sistemlerinden elektrik üretiminin kw saat başına CO₂ emisyonu miktarı 100-200 gram olarak gerçekleşmektedir. İçerisinde küçük miktarlarda toksik maddeler barındıran fotovoltaik panellerinde bulunan kimyasalların çevreye yayılması sonucunda küçük de olsa yaygın riski vardır. PV panellerin enerji üretmesi sırasında herhangi bir gürültü kirliliği oluşmazken, PV panellerin üretimi sırasında gürültü kirliliği meydana gelebilmektedir (Çiçek, 2012).
- Güneş pillerinin imalatı çevre kirleticidir ve her yirmi yılda bir değiştirilmesi gereken panellerin metal destekleri için binlerce ton çelik ve sentetik malzeme kullanılmasını gerektirir (Comby, 2006; Çiçek, 2012).

4.5 Güneş Enerjisinden Yararlanma Teknolojileri

19

Güneş enerjisinden yararlanma teknolojilerini, **güneşten ısı enerjisi elde edilmesi** ve **direk elektrik enerjisi elde edilmesi** olmak üzere iki ayrı grupta incelemek gereklidir (Şekil 4.9). Fakat son zamanlarda iki sistemin karışımından oluşan yoğunlaştırılmış fotovoltaik uygulamaları da bulunmaktadır.

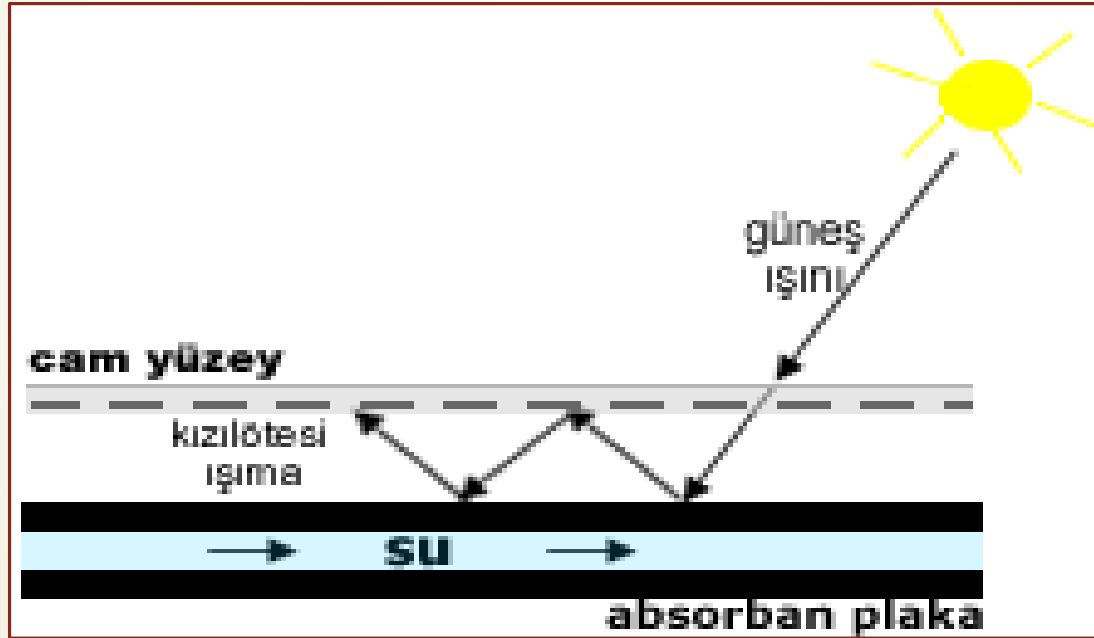


Şekil 4.9 Güneş enerjisinden elektrik üretimi için kullanılan sistemler ve sınıflandırılmaları (Anonim 2012b)

4.5.1 Güneş enerjisi ısı teknolojileri ve uygulamaları

20

- Isı teknolojilerinde su ısıtarak güneş enerjisinden yararlanılmaktadır (Şekil 4.10). Isıtılan su, sıcak su gereksinimini sağlayacağı gibi, elektrik enerjisi eldesinde de kullanılmaktadır. Isıl uygulamaların en yaygın şekli, evlerde sıcak su eldesi için kullanılan kolektörlerdir.



Şekil 4.10 Güneş enerjisinin ısıtma etkisinin şematik gösterimi (Anonim 2012b)

- **Isıl dönüşüm sistemleri** sıcaklık uygulamaları bakımından aşağıdaki gibi gruplandırılabilir (Anonim 2012b):
-
- **Düşük Sıcaklıktaki Isıl Uygulamalar:** Bu uygulamalarda **100°C'den düşük sıcaklık** dereceleri kullanılmaktadır. Örnek olarak; **düzlemsel güneş kolektörleri**yle sıcak su eldesi, güneş havuzlarıyla ısı eldesi ve depolanması ve su arıtma tesisleri, evlerin ısıtılması, tarımsal ürünlerin kurutulması, sera yetiştiriciliği, yemek pişirmede kullanılan güneş ocakları verilebilir.
- **Orta Sıcaklıktaki Isıl Uygulamalar:** Bu grupta **100-350°C** arasındaki ısı uygulamaları yer almaktadır. **Vakum tüplü güneş kolektörleri**yle sıcaklık yada soğukluk eldesi örnek olarak verilebilir.
- **Yüksek Sıcaklıktaki Isıl Uygulamalar:** Bu uygulamalarda **350°C'den yüksek** sıcaklıklarda çalışılmaktadır. Örnek olarak **güneş kuleleri ve güneş fırınları** ile elektrik enerjisi eldesi ve madenlerin eritilmesi verilebilir.

- ▶ Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisi de solar-yoğunlaştırmalı sistemlerdir. Bu sistemler içerisinde de parabolik, kule ya da çanak sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır.
- ▶
- ▶ Güneş kolektörlerinin, özellikle ekvatora yakın konumda bulunan ülkeler başta olmak üzere birçok ülkede kullanım alanı bulunmaktadır. ABD, Japonya, Fransa, İtalya, Yunanistan, İsrail gibi ülkelerde bu sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Güneşli günlerin çok az olduğu İsveç gibi bir ülkede bile -4°C ' de, güneş kolektörlerinde 70°C ' de sıcak su elde edilebilmektedir (Akova, 2008).
- ▶
- ▶ Güneş ocakları, çanak şeklindeki yapılarda güneş ışınlarının toplanarak elde edilen ısıdan yararlanmak üzere oluşturulmuş araçlardır. Bu ocaklarda yemekler pişirilebilmekte, su ısıtılabilir. Güneş ocakları yaygın olarak Pakistan, Hindistan, Çin ve Kenya'da yemek pişirmede yararlanılmaktadır (Akova, 2008; Adıyaman, 2012).

► Güneş kolektörleri

► **Toplaç** olarak da adlandırılan kolektörler yapı özelliklerine göre üç grupta toplanmaktadır:

- - **Düz yüzeyli (düzlemsel) güneş kolektörleri,**
- - **Vakum borulu (tüplü) güneş kolektörleri ve**
- - **Camsız güneş kolektörleridir** (Şekil 4.11) (Altuntop ve Erdemir, 2013).

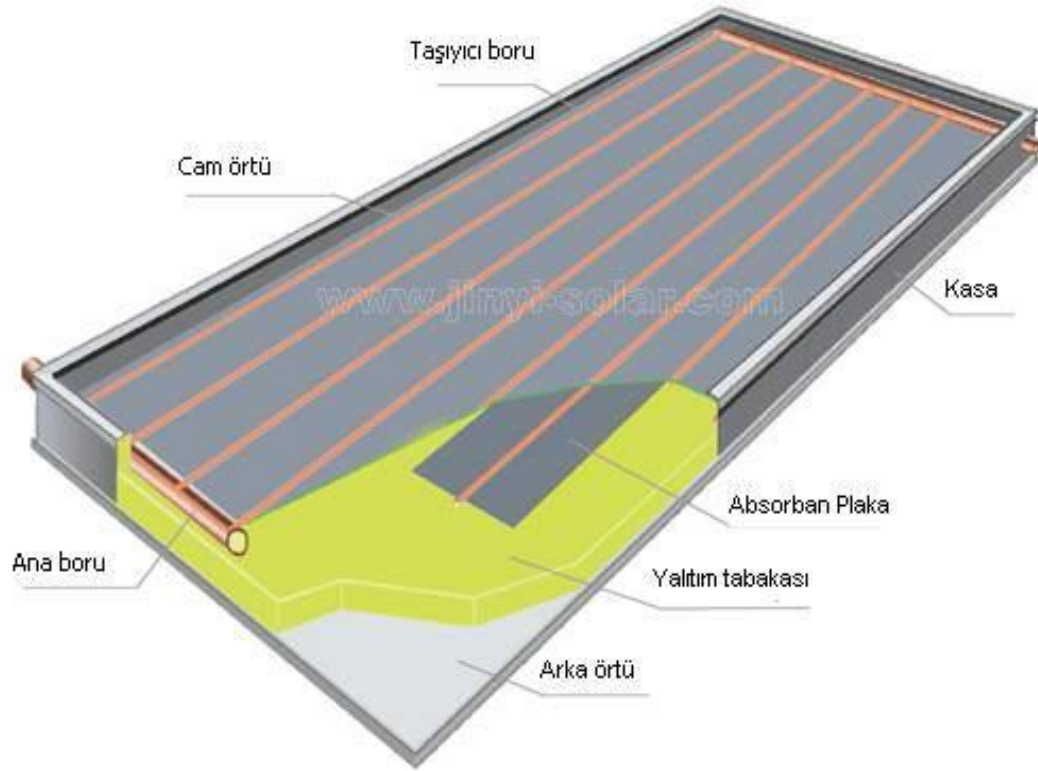


Şekil 4.11 Güneş kolektörü tipleri, a. Düzlemsel güneş kolektörleri, b. Vakum tüplü güneş kolektörleri, c. Camsız güneş kolektörleri (Altuntop ve Erdemir, 2013)

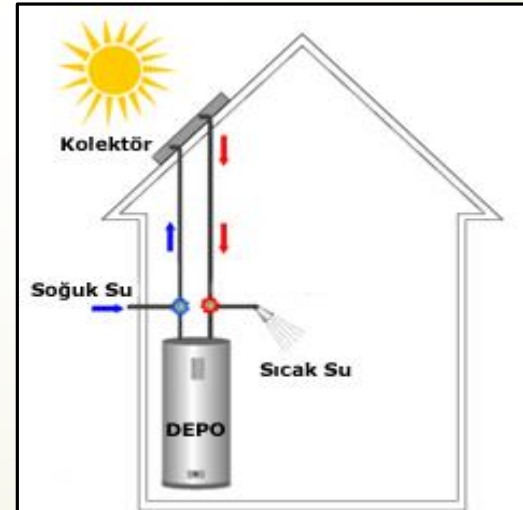
Güneş kolektörleri suyun dolaşımına göre; **doğal yada pompayla dolaşım**lı ve açık yada kapalı sistemli olarak imal edilmektedirler.

► Düzlemsel Kolektörler:

- Düzlemsel kolektörler güneş enerjisini toplayarak bir akışkana ısı olarak aktarır. Akışkan su, hava ya da farklı bir sıvı olabilir. Havalı kolektörler sıvı kolektörlere göre daha fazla ısı kaybederler, bu sebeple havalı kolektörler konutların ve ticari binaların ısıtılması ve kurutma işlemlerinde kullanılırken, sıvı kolektörleri büyük binaların ısıtılmasında, endüstriyel ısıtma işlemlerinde ve binaların soğutulmasında kullanılır (Öztürk, 2008b; Muhtaroğlu, 2012).
- Kolektörler; güneş ışınlarını absorbe eden soğurucu tabaka ve üst kısımda sera etkisi



kapalı sistemlerdir. Su, absorban tabaka arasında kanal den içeri giren güneş ışınları siyah yüzey tarafından kızılaltı ışınlar olarak dışarıya gönderilmekte, fakat cam ın sistemi ısıtımaktadır. Kolektör sisteminin çalışmaktadır (Anonim 2012b).



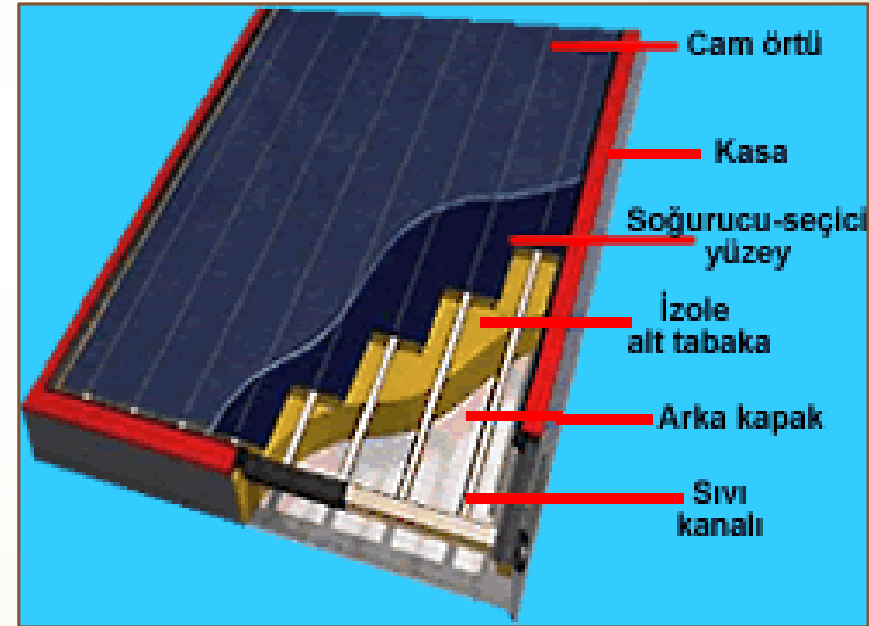
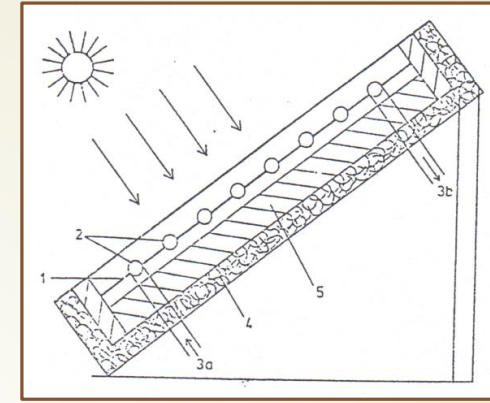
Sekil 4.12 Düz güneş kolektörleri (<http://oguzbayazit.com.tr/tr-tr/blog.aspx?BlogID=2>, <https://muhendisturkiye.wordpress.com/2010/03/16/>)

Düz yüzeyli kolektörler

Uygulamada birçok kullanım alanı bulunan düz yüzeyli bir kolektörün yapısı üç kısımda incelenebilir. Bunlar;

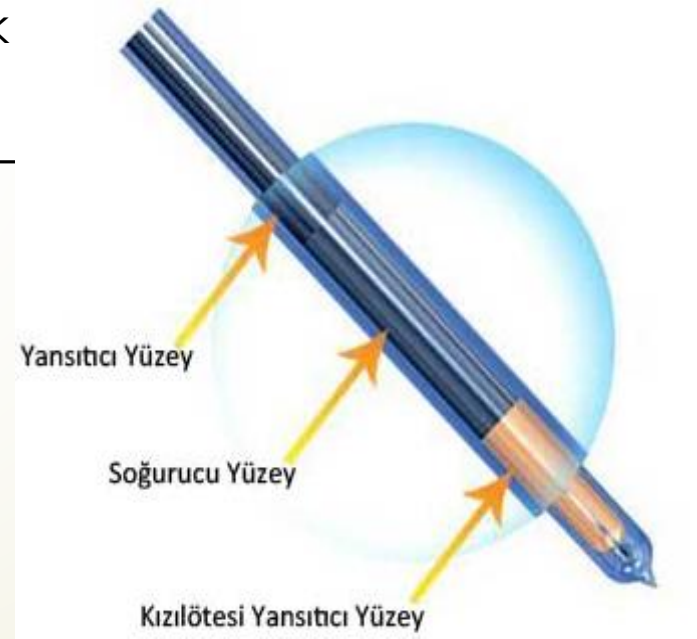
1. soğurma (absorpsiyon) yeteneği yüksek olan bir **soğurucu plaka**,
2. soğurucu plakanın önüne yerleştirilmiş **cam ya da plastik örtü**,
3. madeni ya da emprenye edilmiş ahşaptan veya plastikten yapılmış **kolektör kasası**

Düz yüzeyli kolektörün en önemli yapı organı, soğurucu plakadır. Bu plaka, kolektör kasasının içinde bulunur. Kasanın soğurucu ile temas eden yüzeyine izolasyon maddesi konulur. Kasa üzerine de cam ya da saydam örtü yerleştirilir.



► Vakum Borulu (Vakumlu) Kolektörler:

- Vakum borulu toplaçlarda vakumlu cam borular kullanılır, ayrıca metal veya cam yansıtıcılar da kullanılabilir. Böylece soğurucu yüzeye gelen enerji artırılmış olur. Vakum boru kolektörlerinde iç içe geçmiş iki boru vardır. Bu borular arasındaki hava alınarak vakum ortamı yaratılır ve ısı kayıpları engellenir. Özel bir yüzeye kaplanır ve böylece güneş ışınları soğurulur, ısıya dönüşür. Borular yuvarlak olduğu için güneş ışınları yüzeye her zaman dik gelir, bu sebeple enerji üretimi düz kolektörlere göre daha fazladır (Şekil 4.13).
- Düzlemsel kolektörlere göre çıkış sıcaklıkları daha yüksek olduğu için düzlemsel kolektörlerin kullanıldığı her yerde kullanılabilir. Ayrıca; yiyecek dondurma, bina soğutma, konutların zeminine uygulanarak gibi amaçlarla da kullanılır (Muhtaroglu, 2012).



Şekil 4.13 Vakum borulu kolektör (<http://www.gunessistemleri.com/vakum-tuplu.php>)

➤ Camsız güneş kolektörleri:

- Camsız güneş hava kolektörü üzerinde cam ve benzeri örtü bulunmayan metal emici yüzeyden oluşan güneş hava ısıtma sistemidir. **SolarWall** olarak adlandırılan bu sistemin dünyada en yaygın olarak kullanılanı “Hava Sızdırmalı Güneş Kolektörü” uygulamasıdır (Şekil 4.14). Genel olarak ticari binalarda, sanayide, hayvancılık ve tarım sektöründe ve endüstriyel proseslerde ihtiyaç duyulan dış havanın ısıtılmasında kullanılmaktadır. Hava sızdırmalı güneş kolektörleri, kış aylarında düşük güneş geliş açısını yakalamak ve kar yüzeyinden yansıyan ışıklardan da faydalanmak için binaların dış cephe duvarlarına monte edilmektedir (Mançuhan, 2013).

