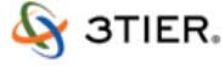




RAPORUN
HAZIRLANMASINDA
İŞBİRLİĞİ YAPILAN
KURULUŞLAR:



RAPOR

TR

2012

Güneş Atlası: Doğaya Uyumlu Güneş Enerjisi-Yönetici Özeti

%100 Yenilenebilir Enerjiye Doğru

GÜNEŞ ATLASI: YÖNETİCİ ÖZETİ

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretebilmek için belirli büyüklükte bir alana ihtiyaç var. Ancak ihtiyaç duyulan alan tam olarak ne büyüklükte?

Güneş Atlası, yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan güneş enerjisi için yedi farklı coğrafyada (Endonezya, Fas, Güney Afrika, Hindistan, Madagaskar, Meksika, Türkiye) bu soruya yanıt arıyor.

WWF, 2010 yılında yayınladığı “Enerji Raporu”nda¹ 2050 yılında küresel ölçekte tüm enerji ihtiyacının yenilenebilir kaynaklarla karşılanabileceğini ortaya koydu. Söz konusu hedefin gerçekleşmesi için rüzgâr, güneş, jeotermal gibi farklı yenilenebilir enerji kaynaklarının dengeli paylara sahip olacağı nihai bir paylaşım gerekmektedir. Güneş Atlası, PV olarak kısaltılan fotovoltaik güneş enerjisi sistemleriyle elektrik üretilmesine odaklanmaktadır. Günümüzde PV sistemleri ile küresel elektrik talebinin sadece %0,1’i karşılanmaktadır.

Buna rağmen, PV sisteminden elektrik üretimindeki artış 2000 yılından bu yana yıllık %40’ı aşan oranlarda gerçekleşmiştir.

Sağlam temellere oturmuş, ticari olarak ulaşılabilir ve güvenilir hale gelmiş olan PV teknolojisinin önümüzdeki dönemde dünyanın neredeyse her bölgesinde uzun dönemli gelişme potansiyeli bulunmaktadır.

bölgesindeki elektrik talebi göz önüne alınmış, söz konusu talebin PV ile karşılanması için gerekli olan alan (toprak ya da çatı alanı) hesaplanmıştır. Örneklerde güneşlenme süreleri, demografik farklılıklar ve elektrik tüketimindeki değişiklikler göz önüne alındığında, bölgenin toplam alanının %1’inden azının 2050 yılındaki elektrik ihtiyacının tümünün karşılanması için yeterli olacağı sonucu ortaya çıkmıştır.

2050 yılında elektrik ihtiyacının tümünü güneşten sağlamayacağız. %100 güneş enerjisi senaryosu ile gösterilmek istenen, ihtiyatlı hesaplamalar ve tahminler ışığında bile güneş enerjisi için gerekecek olan azami alanın (toprak ya da çatı alanı) görece düşük olduğudur. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin küresel ölçekte gerçekçi bir değerlendirilmesi yapıldığında, PV sistemlerinin büyük olasılıkla burada ortaya konulandan çok daha az bir alan kaplayacağı ortaya çıkacaktır. Güvenilirliği yüksek çeşitli senaryolara göre 2050 yılında toplam elektrik

enerjisinin %30’unu PV teknolojisi ile güneşten üretmek mümkün. Şebekelerin entegrasyonu, enerjiyi depolama ve dengeleme gibi konular yenilenebilir enerji kaynaklarının başarıyla kullanımı için üzerine çalışılması gereken konulardır. Güneş Atlası’nın kapsamının dışında olan bu konulara WWF’in “Enerji Raporu’nda” etraflıca değinilmiştir.

Güneş Atlası, iyi planlandığında PV teknolojilerinin doğa koruma öncelikleriyle çelişmediğini ortaya koymaktadır. Makro düzeyde incelendiğinde alan kullanımında güneş enerjisinin, insan kullanımı ya da doğa koruma arasında kalmaması gerekmektedir. Aksine, küresel iklim değişikliğinin insan ve çevreye olan etkisi arttıkça, sürdürülebilirlik yaklaşımı ve doğru yerlerde hayata geçirilen yenilenebilir enerji üretim tesislerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Doğa koruma ve yenilenebilir enerjinin birbirine paralel olarak yürütülmesi ve geliştirilmesi mümkündür.

PV sistemlerinin uygulanmasının doğa koruma hedefleriyle çeliştiği üzerine yerel düzeyde çeşitli kaygılar doğmuştur. Söz konusu kaygıların ciddiyle ele alınması gerekmektedir. Öte yandan, konu üzerine araştırmalar, sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde gerekli sorumluluk anlayışıyla kurulduğunda, toprak ya da çatı üzeri güneş panellerinin kayda değer ekonomik ve çevresel yararlar getirdiğini ortaya koymuştur.

Güneş enerjisi malzemesi üreticileri, proje geliştirenler, karar vericiler ve diğer ilgi gruplarının çok taraflı girişim kapsamında bir araya gelmesi ve arazi kullanımı ile halkın projelere katılımı konularında küresel ölçekte uygulanacak sektörel düzenlemeleri gerçekleştirmesi gerekmektedir. Güneş Atlası'nda ele alınan her bölge çok önemli güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Kaynağın varlığı, kullanımı ve gerekli piyasanın oluşması için yeterli değildir. Politikalar, bir ülkenin enerji arzını belirleyen en önemli unsurdur. Aşılması gereken önemli engellere rağmen iyimser olmak için pek çok neden bulunmaktadır.



2050 Yılında %100 Yenilenebilir Enerji: GELECEĞİMİZ YENİLENEBİLİR

WWF ÇALIŞMALARINI
2050 YILINDA
ENERJİNİN %100'ÜNÜ
YENİLENEBİLİR
KAYNAKLARDAN
ELDE EDEN BİR
DÜNYA VİZYONU
ÇERÇEVESİNDE
GERÇEKLEŞTİRİYOR.

WWF, Enerji
Raporu :2050'de
%100 Yenilenebilir
Enerji

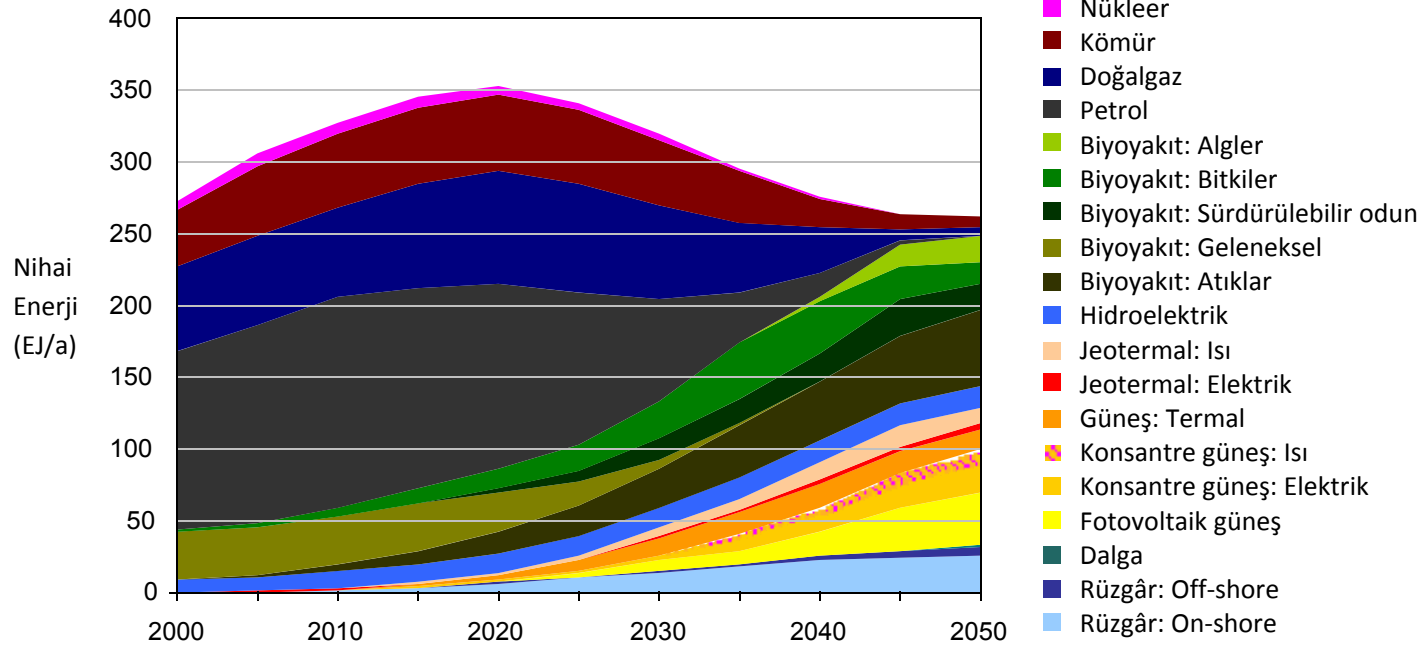
Günümüzde enerji üretme ve kullanma biçimimiz sürdürülebilir değildir. Kullandığımız ana fosil yakıt kaynakları – kömür, petrol, doğal gaz- sonsuz doğal kaynaklar değildir. Bunun ötesinde, küresel iklim değişikliğinin en büyük etkenleridir. Yeryüzündeki tüm fosil yakıtı yakma yarışı, doğal çevre ve insanoğlu için felaketle sonuçlanacak bir yarıştır. Nükleer enerji doğa ve insanlığa dair kendine özgü sorunlar barındırırken, tüm maliyetler göz önüne alındığında diğer alternatiflere göre çok pahalı bir yatırım olduğu göze çarpmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerde yakıt için kullanılan odunun neredeyse tükenmesi sonucunda bölgesel ve yerel kuraklık ile çölleşme görülmekte, odunun kullanımındaki yüksek verimsizlik kapalı mekânlarda hava kirliliğine ve her yıl milyonlarca insanın hayatını kaybetmesine yol açmaktadır. Tam anlamıyla sürdürülebilir enerji arzı, çevre felaketini durdurmak ve herkes için enerjiye erişimi sağlamak için önümüzdeki tek yoldur. WWF, çalışmalarını 2050 yılında enerjinin %100'ünü yenilenebilir kaynaklardan elde eden bir dünya vizyonu çerçevesinde gerçekleştirmektedir. Dünyada bu doğrultuda gelişmeler hâlihazırda

mevcuttur. 2010 yılı rakamlarına göre küresel nihai enerji tüketiminin %16,7'si yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Rüzgâr ve güneş gibi modern temiz elektrik kaynaklarının kullanımı dikkate değer oranlarda artmaktadır. Şu anda küresel elektrik talebinin sadece %0,1'ini karşılarsa da, PV sistemleri 2006-2011 yılları arasında yılda ortalama %58'lik bir büyüme göstermiş, bu anlamda diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına liderlik etmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının uzun yıllardır sübvansede edilmekte olan fosil yakıtlar ve nükleer enerji ile başa baş rekabet etmeye başladığı günümüzde heyecan verici bir dönüşüme tanıklık ediyoruz. Dünyanın dört bir yanındaki insanlar temiz ve sürdürülebilir bir enerji geleceğinin önemini kavrayarak temiz teknolojinin maliyeti her geçen gün düşüyor, karar vericiler ise enerji piyasalarını yeniden yapılandırmaya çalışıyor.

Güneş Atlası, WWF tarafından 2010 yılında yayımlanan Enerji Raporu'nun ortaya koyduğu temel üzerine inşa edilmiştir. Enerji Raporu, 2050 yılında küresel ölçekte tüm enerji talebinin yenilenebilir enerjiden karşılanması çağrısını yapmaktadır. Söz konusu raporla beraber yayımlanan ve Ecofys tarafından hazırlanan enerji senaryosu, bu hedefe ulaşmak için izlenebilecek yollardan birisini ortaya koymaktadır. Buna göre, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi ile günümüzde hâlihazırda kullanımda olan teknolojiler ile küresel çaptaki enerji ihtiyacını karşılamak ve düşük karbonlu bir gelecek yaratmak mümkündür.



ŞEKİL 1: KÜRESEL ENERJİ ARZI

Ecofys'in projeksiyonuna göre 2050 yılında küresel enerji ihtiyacının tümü yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanabilir. Senaryoda, nüfus artışından daha kuvvetli seyreden enerji verimliliği önlemleriyle toplam enerji tüketiminin 2005 rakamlarına göre %15 oranında azalması öngörülmüştür.

GÜNEŞ ATLASI: TÜRKİYE

Türkiye'nin yüzölçümünün binde 2,5'inde güneş enerjisinden fotovoltaik sistemlerle elektrik üretilmesiyle, 2050 yılında Türkiye'nin elektrik talebinin tümü karşılanabilir.

Toplam nüfusun 2011 yılı rakamlarına göre 74.7 milyon olduğu Türkiye'de nüfusun %77'si şehirlerde ikamet ediyor. 2009 yılına göre %9'luk bir artış sonucunda kişi başına düşen GSMH 2010 yılında 10.067 ABD Doları olarak gerçekleştiⁱⁱ. Türkiye'deki nüfusun neredeyse tümünün elektrik enerjisine erişimi bulunuyor. Ancak, kayıp-kaçak oranı halen %15'ler civarında seyretmekte.

Son yıllarda enerji talebinde görülen hızlı büyümenin orta-uzun vadede devam edeceği tahmin ediliyorⁱⁱⁱ. Hükümet, ülkedeki ekonomik büyüme hızının devamı için enerji arzındaki darboğazları aşmaya çalışırken, enerji pazarını yabancı sermayeye açıyor.

Enerji stratejisinin ana bileşenlerinden birisi, bir yandan enerji üretim kapasitesini artırırken diğer yandan ithal enerji kaynaklarına olan bağımlılığı

Türkiye'nin yüzölçümünün on binde 25'inde güneş enerjisinden fotovoltaik sistemlerle elektrik üretilmesiyle, 2050 yılında Türkiye'nin elektrik talebinin tamamı karşılanabilir.

azaltmak olarak ortaya çıkıyor. Hâlihazırda, Türkiye'nin birincil enerji talebinin %71'i ithal kaynaklarla karşılanıyor.

Güneş enerjisiyle su ısıtma konusunda Çin'den sonra en yüksek kurulu güce sahip olan ülke Türkiye, küresel bir lider olarak öne çıksa da, elektrik sektörü büyük oranda fosil yakıtlara bağımlı. Özellikle, elektrik sektörünün enerji talebi son yıllarda kayda değer artış gösteriyor.

Avrupa, Asya ve Afrika'nın buluştuğu noktada yer alan Türkiye, üç biyo-coğrafi bölgenin parçasıdır. İçinde bulunduğu coğrafyada bulunan birbirinden farklı ekosistemler ve topografik, jeolojik, jeomorfolojik, toprak çeşitliliği sayesinde Türkiye 132 memeli, 456 kuş, 10.000 bitki, 125 sürüngen ve çiftyaşamlı, 364 kelebek ve 405 balık türüne ev sahipliği yapıyor.

Türkiye'de çevre korumanın inişli çıkışlı bir gidişat izlediği söylenebilir. Mevzuat ve uygulamalar arasında bir türlü kapanmayan uçurum ile doğa koruma mevzuatına ilişkin gündemde yaşanan olumsuz değişiklikler, ülkenin doğa koruma konusunda ilerlemediğini gösteriyor.

Sera gazı emisyonları üzerindeki artış, kömür madenciliği, nükleer santraller, iyi planlanmamış hidroelektrik projeleri vb. unsurlar ile mevcut enerji politikası ve uygulamalarının çevre üzerindeki baskıyı artırdığı ortaya çıkıyor.

Elektrik Sektörü

2000-2009 yılları arasında Türkiye'de elektrik talebi %55,3 oranında artış gösterdi. Aynı dönemde elektrik talebindeki artış OECD ülkelerinde %6,9 olurken dünya ortalaması %22 olarak gerçekleşti^{iv}. Bu talebi karşılamak için yıllık elektrik enerjisi üretimi 211.000 GW saate yükselirken, son 25 yılda elektrik üretimi dört kat artmış oldu. Hızlı talep artışı karşılama amacıyla Türkiye termik güç santralleri üzerine yoğunlaştı. Bunun sonucunda da doğalgaz elektrik üretimindeki ana kaynak haline geldi.

Türkiye'nin fosil yakıtlara bağımlılığı ithal enerji kullanımını dramatik bir şekilde artırmıştır.



© Gökhan Tan

Elektrik üretiminde kullanılan doğalgazın neredeyse tümü, kömürün ise üçte biri ithal edilmektedir^{vi}. Söz konusu bağımlılığın enerji güvenliği ve mali yapı üzerindeki olası etkileriyle mücadele için enerji verimliliğini artırmak, enerji kaynaklarını çeşitlendirmek ve sera gazı emisyonlarını düşürmek üzere hükümet tarafından çeşitli önlemler ortaya konmuştur.

2009 yılında yayımlanan “Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi” ile 2023 yılında doğalgazın elektrik üretimindeki payının azaltılması, nükleer ve yenilenebilir enerji kurulu gücünün artırılması hedefleri konulmuştur^{vii}. 2023 yılında elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının %30 olması hedefi bu strateji dâhilindedir.

Yenilenebilir Enerji Kanunu’nun kabulü ile beraber Türkiye’de rüzgârdan elektrik enerjisi üretiminde kayda değer bir artış meydana gelmiştir. 2002 yılında neredeyse sıfır olan rüzgar enerjisi kurulu gücü 2011 yılında 1,799 MW’a ulaşmıştır. Aynı dönemde jeotermal kurulu gücü de 20 MW’dan 94,2 MW’a çıkmıştır.

Güneş Enerjisi

Şu anda Türkiye’de güneş enerjisinden elektrik üretilmesi konusunda küçük bir piyasadan söz edilmektedir. Söz konusu piyasa, ticari şirketler (AVM’ler, hastaneler, fabrikalar, vb.) ve ev sahipleri kendi elektriklerini üretilen elektrik harcamalarını azaltmak için kendi güneş panellerini kullanmaya başlayınca oluşmaya başlamıştır. 2010 yılı itibariyle güneş enerjisinden elektrik üretiminde 1 MW’lık bir kurulu güç söz konusudur.



© Sedat Kalem / WWF-Türkiye

Elektrik Sektör Profili (2011)	
Kurulu Güç	52.458 MW
Toplam Elektrik Enerjisi Üretimi	211.000 GWs
Konutlarda Elektrik Fiyatı	0,258 TL/kWs \$US0,14/kWs
Kişi başına düşen elektrik tüketimi	2.791 kWs
Uluslararası Enerji Ajansı’na üye ülkelerde kişi başına düşen elektrik tüketimi (2009)	9.200 kWs
Elektrik Üretim Kaynaklarına Göre Dağılımı (2010)	
Doğalgaz	% 43,8
Kömür	% 26,6
Hidroelektrik	% 24
Rüzgâr, jeotermal ve diğer yenilenebilir	% 2,5
Diğer	% 3,1

Yenilenebilir Enerji Türü	Kurulu Güç (2011)
Hidroelektrik	17.036 MW
Rüzgar	1.799 MW
Jeotermal	94 MW
Güneş PV	1 MW

Güneş enerjisi, henüz tali bir elektrik enerjisi kaynağı olarak görülmektedir. 2010 yılı sonunda yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kanunu destekleme mekanizması ile güneş enerjisinden elektrik üretilmesi de destek kapsamına girmiştir. Mevzuattaki bu değişiklik hem olumlu hem de olumsuz tepkilerle karşılanmıştır. Yenilenebilir enerjiye verilen desteklerin 10 yıl ile sınırlı kalması sonucunda, projelerin finansmanı için finans piyasalarının beklentileri tam olarak giderilememiştir. Buna ek olarak, güneşten üretilen elektrik enerjisinin dağıtım şebekesine entegre olması için daha açık düzenlemelere olan ihtiyaç da karşılanamamıştır.

Türkiye’de güneş enerjisi sektöründeki potansiyel yatırımcılar, 2009’da başlayan Avrupa Kıtası senkron bölgesi ile Türkiye elektrik sisteminin bağlantısının kurulması çalışmaları sonucunda Türkiye’nin Avrupa Elektrik Piyasası’na muhtemel katılımını önemli bir fırsat olarak görmekteyiz. Türkiye’nin, “Desertec^{viii}” ve “Mediterranean Solar Plan^{ix} – Akdeniz Güneş Planı” gibi sınır ötesi yenilenebilir enerji projelerinde de, gerek güç sağlayıcısı gerekse Orta Doğu ve Avrupa

arasında köprü rollerini üstlenmesi beklenmektedir.

Türkiye’nin güney bölgesinin önemli bir kısmında yıllık güneşlenme değeri 5 kWh/m²/gün iken Karadeniz’e yakınlığı nedeniyle İstanbul’da güneşlenme değeri 4.1 kWh/m²/gün’dür. Ege ve Akdeniz’de güneş enerjisinden elektrik üreten projelerin yaygınlaşması, nüfus yoğunluğu yüksek alanlar ile büyük PV tesislerinin birbirleriyle eşleştirilmesi için en iyi fırsatı sunmaktadır.

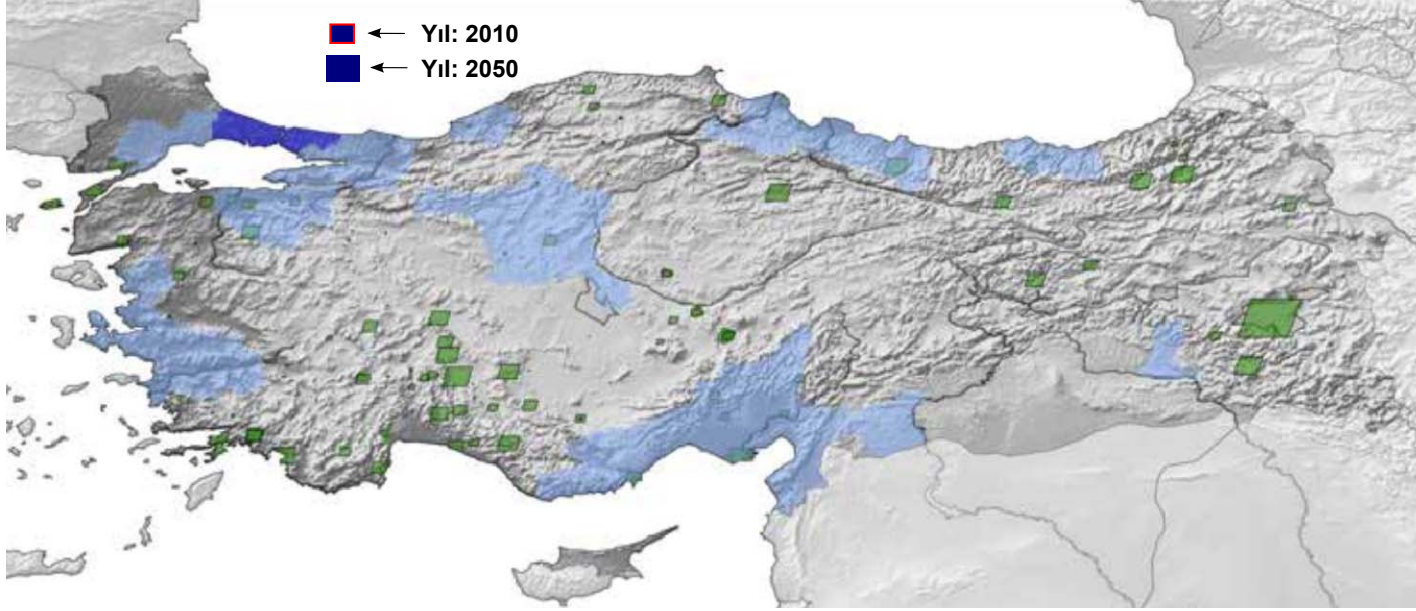
Güneş Atlası, toplam 790 km²’lik bir alana yayılacak güneş panelleriyle Türkiye’nin şu andaki elektrik ihtiyacının tamamını karşılamamın mümkün olduğunu ortaya koymuştur. Nüfus ve kişi başına düşen elektrik tüketiminin artacağını göz önüne alındığında, 2050 yılında Türkiye’nin elektrik ihtiyacının tamamını karşılamak için 1.600 km²’lik bir alanı güneş panelleriyle kaplamak gerekmektedir. Söz konusu fikir tek bir bölgede uygulanacak olursa, 40 km x 40

km’lik kare şeklinde bir alan, başka bir deyişle 2 Atatürk Barajı büyüklüğünde bir alan yeterli olmaktadır.

Güneş Atlası, 2010 yılına ait elektrik tüketim rakamları ve 2050 tahminleri doğrultusunda söz konusu yıllardaki elektrik talebinin tamamını karşılamak için güneş panelleriyle kaplanması gerekli olacak alan üzerine fikir veriyor. 2010 yılı için gerekli olan alan kırmızı, 2050 için gerekli olan alan ise mavi kutuyla gösteriliyor. Güneş enerjisi teknolojilerine dair en ılımlı tahminler çerçevesinde bile, Türkiye’nin toplam alanının on binde 25’inden daha dar bir alanın (%0,21) güneş panelleriyle kaplanması ile Türkiye’nin 2050 yılındaki elektrik talebinin tamamı güneşten sağlanabilir.

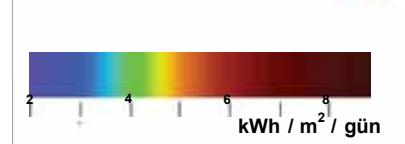
Güneş panellerinden %100 elektrik üretimi için gerekli olan alan

NÜFUS YOĞUNLUĞU

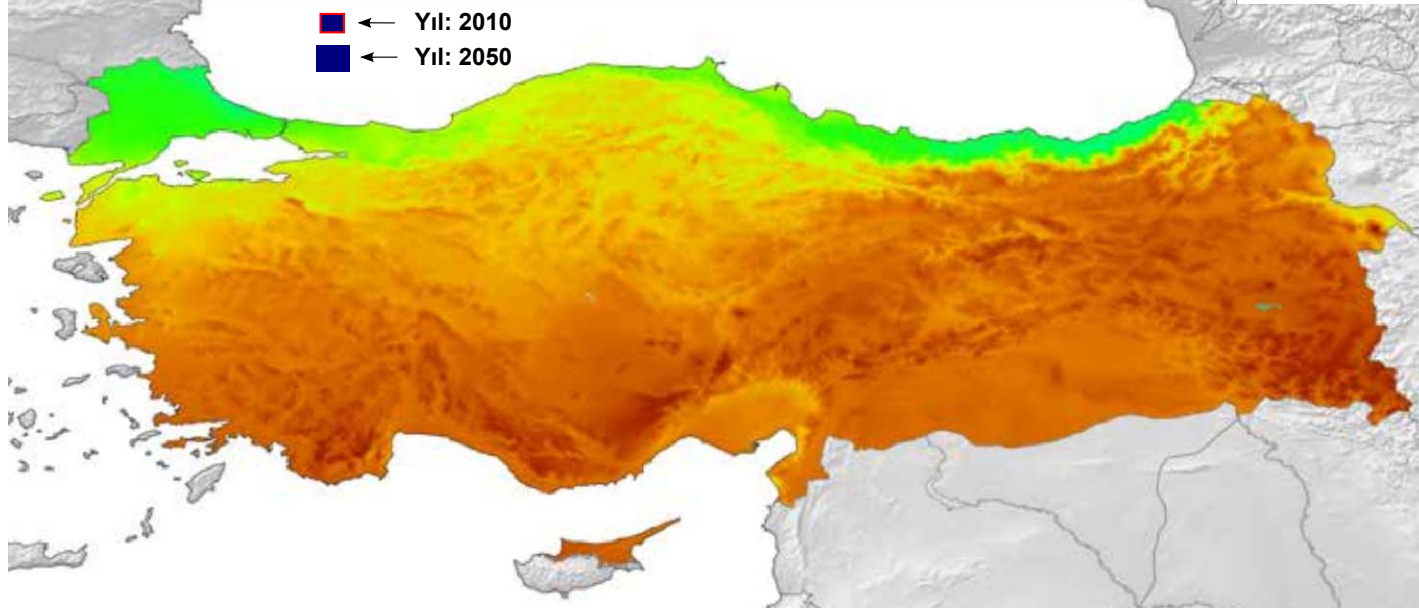


- Korunan Alanlar
- Nüfus Yoğunluğu > 100/km²
- Nüfus Yoğunluğu > 1000/km²

Bu harita küresel biyoçeşitlilik verilerine göre hazırlanmıştır. Türkiye'nin biyoçeşitliliği konusunda daha fazla bilgiye Orman ve Su İşleri Bakanlığı'ndan ulaşılabilir: <http://geodata.ormansu.gov.tr/3d/indexv5.aspx>



Güneş panellerinden %100 elektrik üretimi için gerekli olan alan



TÜRKİYE

NOTLAR ve KAYNAKÇA

ⁱ Enerji Raporu'nda, 2050 yılında küresel enerji talebinin enerji verimliliği önlemleriyle 2005 yılına göre %15 oranında azaltılabileceği, geri kalan talebin ise neredeyse tümünün yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılanabileceği öngörülmektedir.

http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/climate_carbon_energy/energy_solutions/renewable_energy/sustainable_energy_report/

ⁱⁱ TÜİK, "The Gross Domestic Product II. Quarter: April, May, June/2010", Press Release Number 8586, September 12, 2011,

www.turkstat.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=8586

ⁱⁱⁱ OECD/International Energy Agency (IEA), 2010, "Energy Policies of IEA Countries–

Turkey 2009 Review," <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2009/turkey2009.pdf>

^{iv} Kotkas, Hasan, "Turkish Energy Market – What to expect in the near future", Energy

Market Regulatory Authority, October 18, 2010, www.the-atc.org/events/c10/presentations/A2-Hasan-Koktas.pdf

^v Enerdata, 2011, "Trends in global energy efficiency – Turkey,"

[www.05.abb.com/global/scot/scot316.nsf/veritydisplay/bcfe8957cb2c8b2ac12578640051cf04/\\$file/turkey.pdf](http://www.05.abb.com/global/scot/scot316.nsf/veritydisplay/bcfe8957cb2c8b2ac12578640051cf04/$file/turkey.pdf)

^{vi} Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na göre Türkiye 2009 yılında kullandığı doğalgazın %97,3'ü ile kömürün 1/3'ünü ithal etti. Enerjide dışa bağımlılığın ise %73,1 olduğu belirtilmiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2009, "Stratejik Plan (2010-2014),"

http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar_EN/ETKB_2010_2014_Stratejik_Planı_EN.pdf

^{vii} Devlet Planlama Teşkilatı, 21 Mayıs 2009, "Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi"

^{viii} DESERTEC Vakfı tarafından ortaya konulmuş olan DESERTEC kavramı ile Kuzey Afrika, Orta Doğu ve Avrupa'da güneş ve rüzgar enerjisi ile elektrik üretilmesi ve üretilen gücün tüketim merkezlerine dağıtımının desteklenmesini hedeflemektedir. Proje ile 2050 yılında Avrupa'nın toplam enerjisinin %15'nin karşılanması umulmaktadır. 400 milyar avro tutarındaki proje Deutsche Bank, Siemens gibi kuruluşlar tarafından da desteklenmektedir. Daha fazla bilgi için; www.desertec.org

^{ix} Akdeniz Güneş Planı (The Mediterranean Solar Plan) ile 2020 yılında 15 kömür santralinin kurulu gücüne denk gelecek 20 GW'lık yenilenebilir enerji kapasitesi kurulması hedeflenmektedir. Projenin ilerleyişi son yıllarda yavaşlama trendi içerisindedir. <http://www.mede.be/en/themes/euro-mediterranean-cooperation/mediterranean-solar-plan-msp/>