

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ve ULAŞIM SİSTEMLERİNDE KULLANIM UYGULAMASI

¹Mehmet Caner ÇAKAR ²Ümmühan BAŞARAN FİLİK ³Mehmet KURBAN

^{1,2,3}Anadolu Üniversitesi İki Eylül Kampüsü
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
26555, ESKİŞEHİR

¹e-posta: mccakar@anadolu.edu.tr ²e-posta: ubasaran@anadolu.edu.tr
³e-posta: mkurban@anadolu.edu.tr

ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynakları bilindiği gibi, sürekliliği itibarıyla sürdürülebilir olmalarının yanında dünyanın her ülkesinde var olabilme özelliği ile büyük önem taşımaktadır. Fosil yakıtları esas alan enerji kullanımı; yakıt konusunda dışa bağımlılık, yüksek ithalat giderleri ve çevre sorunları gibi önemli olumsuzlukların yanında, dünya fosil yakıt rezervlerinin giderek azalması bakımından yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmaktadır. Diğer taraftan yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye etkileri, yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevreye olan etkilerinden daha azdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, mevcut ekonomik ve teknik sorunların çözülmesi halinde 21. yüzyılda en önemli enerji kaynağı olacağı kabul edilmektedir. Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği ve potansiyeli bakımından zengin bir ülkedir. Bu çalışmada başlıca yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi verilerek, Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ele alınacaktır. Ayrıca güneş enerjisinin ulaşım sistemleri üzerinde Eskişehir ili kapsamasında uygulaması ele alınacaktır.

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Her geçen gün gelişen teknolojiye paralel olarak, ülkelerin de her geçen gün enerji gereksinimleri artmaktadır. Geçmiş yıllara bakıldığında her yıl ihtiyaç duyulan enerji miktarında artış görülmektedir ve şüphe yok ki bu artış gelecek yıllarda daha yüksek boyutlara ulaşacaktır. Bu sebeple gerek çevresel etkenler nedeniyle gerekse gerekli enerji miktarının sağlanmasında kullanılmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek gerekmektedir.

Dünyadaki toplam birincil enerji tüketiminin %90'ı fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Dünyadaki fosil yakıt rezervinin sınırlı ve bunların yakın gelecekte tükenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılmasını hızlandırmıştır. Enerji üretimi ve tüketimi sırasında yaşanan çevre sorunları, eski teknolojilerin terk edilmesinin temel nedenlerinden biridir. Kömür, petrol ve doğalgaz kuruldıkları bölgede yerel olarak tahribatları yanında küresel olarak tüm dünyayı tehdit eden etkileri de bulunmaktadır. Fosil yakıtlar yakıldığında atmosfere dağılan karbon dioksit, kükürt dioksit, azot oksit, toz ve kurum yakın çevreyi kirletip ölümlere yol açarken, karbon dioksit ve benzeri sera gazları küresel iklim değişikliğine yol açmakta ve tüm dünya ülkelerinde yaşamı tehdit etmektedir [1].

Türkiye'deki enerji profili gözden geçirildiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ve yeri açıkça görülmektedir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı oldukça düşük düzeydedir. Özellikle güneş ve rüzgâr enerjisinin kullanımı, Türkiye'nin enerji bütçesine

önemli katkılar sağlayacaktır. Enerji kaynakları gözden geçirildiğinde, fosil enerji kaynaklarının Türkiye'deki birincil enerji üretiminin hemen hemen yarısını oluşturmakta olduğu gözlemlenmektedir. 2007 yılı sonu itibarıyla Türkiye'nin toplam kurulu gücü 42400 MW tır. Bu kurulu güçle 197 milyar kWh lik bir enerji ürettik. Bu kurulu gücün dağılımına baktığımızda; bunun %30'u doğalgaz santrallerinden oluşmakta; %20 si kömür santrallerinden; %19 u petrol santrallerinden; %28 i hidroelektrik santrallerinden; %2 si küçük hidro yan mikro diye tanımladığımız akarsulardan elde edilen santrallerden elde ediliyor; %1 in altında da rüzgâr santralleri bulunmaktadır. Güneş enerjisi santrali ise sıfırdır. Türkiye kaynak tedarikinde %67 oranında dışa bağımlı durumdadır. Elektrik üretimi için doğalgaz, petrol ve kömür için ödenen para 33 milyar dolardır. Eğer bu para güneş santralleri yapımında kullanılsaydı elimizde 4000MW lık bir sistem olurdu ve bu sistem kurulu gücümüzün %10 una tekabül etmektedir. Dünyada güneş enerjisi kurulu gücü 9200 MW tır. 2010 yılında buna 5600 MW daha eklenecek ve 2011 yılında da 6900 MW daha eklenmesi planlanıyor. Güneş enerjisi sistemlerinde hiçbir sektörde olmayan bir gelişme söz konusu. Bu sektör %35-40 büyüyen bir Pazar haline geldi.

Güneş teknolojisinden bahsetmek gerekirse; bu alanda kullanılan birçok teknoloji türü olduğunu görebiliriz. 1. jenerasyon diye tanımlanan kristal silikon pilleri var. Bunlar da kendi içlerinde 2 ana gruba ayrılıyor. Mono ve poli, yani multi kristal. Bunların da verimleri yaklaşık olarak %15-17 arasında değişiyor. Şu anda maliyetleri biraz



yüksektir. Ama 2010-2011 yıllarında silikon kalınlığının 180-200 mikrondan 120 mikronlara düşürülmesi ile maliyetlerinin de 1/3 oranında azalması bekleniyor. Verimlerinin de %20-22 lere çıkarılması hedefleniyor. İkinci teknoloji ince film teknolojisi olarak karşımıza çıkıyor. İnce filmin dezavantajı verimlerinin %6 lar ile %12 ler arasında olması. Ancak maliyetleri ise kristal silikon pillere oranla daha uygun.

Türkiye enerjinin üretildiği yerden tüketileceği yere kadar taşınması sırasında hat kayıpları yüzünden yaşadığı kayıp 2 milyar dolar civarında. eğer enerji tüketileceği yerde üretilebilirse bu hat kayıpları en aza indirilebilir. Bu nedenle güneş enerjili sistemlerin kullanıcılar tarafından yerinde üretilmesi, hat kayıplarını en aza indirmemize olanak sağlayacaktır.

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları açıklanıp, güneş enerjisinin kullanım alanları ve ulaştırmada uygulanabilirliği açıklanacaktır.

2.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Yenilenebilir enerji; adında anlaşılacağı gibi, kendini tekrar eden, yani yenilenen dünya var olduğu sürece bitmeyecek enerji anlamına gelmektedir. Bu kaynaklar arasında güneş ve rüzgâr enerjisi, su gücünden elde edilen hidro güç ve biyoyakıtları sayabiliriz. Bu enerji kaynakları kendilerini sürekli yeniledikleri için bitme tehlikeleri olmadığı gibi, fosil yakıtlar gibi çevreye de zarar vermiyorlar. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları direkt olarak kullanabiliyor ya da enerjinin başka bir formuna da dönüştürülebilir.

Rüzgar enerjisi: Rüzgâr enerjisi binlerce yıldan beri tahlil öğütme, su pompalamak amacıyla ve diğer mekanik enerji uygulamalarında kullanılmaktadır. Küresel olarak günümüzde 1 milyondan fazla yel değirmeni bulunmaktadır ve bunlar genel olarak su pompalamak amaçlı yapılmıştır. Rüzgâr bu amaçlara yönelik kullanılmaya devam edecektir ve yanı zamanda rüzgâr enerjisi geleneksel elektrik üretim formlarının sebep olduğu kirlenme problemi oluşturmadan küçümsenmeyecek miktarda elektrik enerjisi üretebilecek bir araç olarak da kullanılacaktır.

Rüzgârdan elektrik enerjisi üretme çabaları 19. yüzyılın sonlarında başlamıştır. Rüzgârın bir enerji kaynağı olarak kullanımı kütle halindeki hareketli havanın içerisindeki gücün şaft enerjisine dönmesi ile gerçekleştirilir. Değişim süreci, şaft üzerinde bir kuvvet yaratmak için havanın aerodinamik direncini kullanmaktadır. Bunun sonucunda da daha sonra elektrik enerjisine çevrilen mekanik enerji oluşmaktadır.

Rüzgâr tribünleri ne kadar verimli olursa kWh başına maliyet o kadar düşük olur. Verimlilik:

- Bölgenin rüzgar durumuna,
- Bölgenin büyüklüğüne,

- Rüzgâr tribünlerinin hazır bulunmasına,
- Rüzgâr tribünlerinin düzenlenme biçimine bağlıdır.

Rüzgârın arada bir kesilme ihtimali bulunmaktadır ve rüzgârın esme durumu coğrafya ve topografyadan oldukça fazla etkilenmektedir. Bir anlık rüzgâr hızı ile mevcut enerji arasında zıt bir ilişki bulunmaktadır. Ancak, enerji türbinlerinden çıkan enerji miktarı, saniyede 7-10 metre civarında olan yıllık ortalama rüzgar hızı (AMWS) ile paralel olarak artmamaktadır. Ortalama rüzgâr hızı arttıkça, türbindeki kontrol sistemi enerji üretimini kısıtladığı için rüzgârdaki enerjinin büyük bir kısmı dağılmaktadır. Tipik olarak, saniyede AMWS si 8 metre olan bir sitede, aynı türbinlerle AMWS si saniyede 6 metre olan bir siteden %80 oranında daha fazla enerji üretmesi beklenir. Bu durumda yatırım masrafları yakın ölçülerde ise yüksek üretim genel maliyeti düşük seviyelerde tutacaktır.

Rüzgâr türbinleri, değişik miktarlarda enerji üretecek şekilde geliştirilmektedir. geniş çaplı bir elektrik enerjisi üretimi, ortalama 20 adet rüzgâr türbini gerektirmektedir. Bunlarında ekonomik kullanımı açısından gruplandırılması ve de işletimi kolaylaştırması gerekmektedir. Geniş rüzgâr çiftlikleri daha ekonomiktir. Türbinler performanslarını kabul edilebilir bir seviyeye indirecek olan etkileşimin sonuçlarını düşürmek için genelde 5 ila 10 silindir çapı aralıklarıyla yerleştirilirler. Türbinler ömürleri 25 yıl sürecek şekilde tasarlanmıştır, ancak modern türbinlerin işletim becerisi 15 yıl ile sınırlıdır. Modern türbinlerin kullanışlığı %97 ile %99 arasında değişmektedir.

Rüzgâr enerjisinin başlıca avantajları şunlardır:

- Kararlı, güvenilir, sürekli bir kaynaktır.
- Dışa bağımlı değildir.
- Gelişen teknoloji ile birlikte birim maliyetleri düşmektedir.

Rüzgâr enerjisinin başlıca dezavantajları şunlardır:

- Türbin için geniş alanlar gereklidir. Tek bir türbin için 700-1000 m²/MW. Rüzgar tarlalarının birim güç başına toplam gereksinimi ise 150-200 katı kadardır.
- Görsel ve estetik olarak olumsuzdur. Gürültülüdürler ve kuş ölümlerine neden olur, radyo ve TV alıcılarında parazitlenme yaparlar.

Jeotermal enerji: Jeotermal enerji yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yer üstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir. Yarıca herhangi bir akışkan içermemesine rağmen, yerin derinliklerdeki "sıcak kuru kayalar" da jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir[2]. Bazı teknik yöntemlerle ısısından yararlanılan Bu ısı ya kuyular açılarak ya da yüzeye yakın yerlerdeki su kaynakları

ya da kayalardan elde edilmektedir. Dünyada tüketilen enerjinin sadece %0,4 ü bu yolla elde ediliyor. Jeotermal enerji kaynakları ile elde edilen enerji miktarı oldukça az olsa da gelecekte yeni yöntemlerle bu kaynaktan daha fazla verim alınması planlanıyor.

Jeotermal enerjinin başlıca avantajları şunlardır:

- Çevre dostudur. Suyun ısıtılması ya da buharlaştırılması için fosil enerjiye ihtiyaç duymaz.
- Doğal kaynaklar kullanılır, dışa bağımlı değildir.

Jeotermal enerjinin başlıca dezavantajları şunlardır:

- Yapılarında bulunan hidrojen sülfür ve karbondioksit gibi gazların açığa çıkması nedeniyle re enjeksiyon gereklidir.

Güneş enerjisi: Güneş, dünyamıza ve diğer gezegenlere enerji veren sonsuz denebilecek bir güce sahip tek enerji kaynağıdır. Kömür, petrol, su potansiyeli, biyokütle, rüzgâr gibi diğer enerjiler, güneş ışınlarının maddeler üzerindeki fiziksel etkisinden oluşmaktadır. Termonükleer bir reaktör olan güneşte, her saniyede 564 milyon ton hidrojen füzyon sonucu 560 milyon ton helyuma dönüşmekte ve kaybolan 4 milyon ton kütle karşılığı 386.000.000 EJ (eksa joule) enerji açığa çıkmaktadır. Güneş, daha milyarlarca yıl ışınmasını sürdüreceğinden dünya için sonsuz bir kaynaktır. Güneşten gelen güç, 11 TW olan dünya toplam enerji talebinin 16000 katından çoktur. Yer yüzeyine gelen güneş ışığından ısı ve elektrik üreten güneş enerjisi teknolojileri; tasarım, uygulama alanı, teknoloji düzeyi vb. bakımından büyük çeşitlilik göstermekle birlikte güneş enerjisi uygulamaları esas olarak termal sistemler ve fotovoltaik sistemler olarak iki gruba ayrılabilir.

Termal güneş enerjisi sistemleri, düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık uygulamaları olmak üzere ikiye ayrılabilir. Düşük sıcaklık uygulamalarının en yaygını düzlemsel kolektörlerdir. Düzlemsel güneş kolektörleri, güneş enerjisini ısı enerjisi olarak bir akışkana aktaran aygıtlardır. Basitliği ve ucuzluğu nedeniyle en yaygın kullanılan güneş enerjisi uygulamasıdır. Evlere, yüzme havuzlarına ve sanayi tesislerine sıcak su sağlamak için kullanılırlar. Daha yüksek sıcaklıklar verebilen vakumlu kolektörlerde ise absorban yüzey cam boru içerisine alınmış ve cam boru ısı kayıplarını azaltmak için vakumlanmıştır. Çıktıları daha yüksek sıcaklıkta olduğu için, düzlemsel kolektörlerin kullanıldığı yerlerde ve ayrıca güneşli soğutma sistemlerinde kullanılabilirler. Bu grupta yer alan diğer sistemler; güneş havuzları, su damıtma sistemleri, güneş mimarisi, seralar, ürün kurutma sistemleri ve güneş ocaklarıdır. Yüksek sıcaklık uygulamaları ise yoğunlaştırma yapan termal sistemlerdir. Yoğunlaştırıcı sistemler direkt güneş ışınımından yararlanarak yüksek sıcaklıkta buhar üretirler ve

elektrik üretiminde kullanılırlar. Yoğunlaştırıcı termal sistemlerin en yaygını parabolik oluk kolektörlerdir. Kesiti parabolik olan kolektörlerin iç kısmındaki yansıtıcı yüzeyler, güneş ışınlarını, odakta yer alan siyah bir absorban boruya odaklarlar. Absorban boruda dolaştırılan sıvıda toplanan ısı ile elde edilen buharla elektrik üretilir. Diğer bir tür yoğunlaştırıcı sistem olan parabolik çanak sistemler, iki eksende güneşi takip ederek, güneş ışınlarını odaklama bölgesine yoğunlaştırırlar. Merkezi alıcı sistemlerde ise; tek tek odaklama yapan ve heliostat adı verilen aynalardan oluşan bir alan, güneş ışınlarını, bir kule üzerine monte edilmiş ısı eşanjörüne yansıtarak yoğunlaştırma yaparlar.

Fotovoltaik sistemlerin temelini, yüzeyine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine çevirme özelliğine sahip güneş pili denen yarıiletken maddeler oluşturur. Güneş pilleri, birbirlerine seri ya da paralel olarak bağlanmış ve bir yüzey üzerine monte edilmiş olarak kullanıma sunulurlar. Güneş pili modülü ya da fotovoltaik (PV) modül denilen bu yapılar fotovoltaik sistemlerin (güneş pili sistemlerinin) temel elemanlarıdır. Fotovoltaik sistemler elektrik enerjisinin gerekli olduğu her uygulamada kullanılabilirler. Uygulamaya bağlı olarak sistemde akümülatörler, invertörler, denetim cihazları ve çeşitli elektronik destek birimleri kullanılır. Bu sistemler ya bağımsız (stand-alone) olarak özellikle yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yerlerde kullanılırlar; ya da şebeke bağlantılı olarak çalıştırılırlar. Fotovoltaik sistemler haberleşme aktarıcı istasyonlar, aydınlatma, sinyalizasyon ve alarm sistemleri, deniz fenerleri, petrol boru hatlarının katodik koruması, ilaç ve aşuların soğutulması, ilaç ve aşuların soğutulması, hidrojen üretimi, bahçe aydınlatma setleri, kırsal yörelerde su pompalamada kullanılmakla birlikte son yıllarda şebekeye bağlı uygulamaların kullanımı da hızla yaygınlaşmaktadır.

Güneş enerjisinin başlıca avantajları şunlardır:

- Doğrudan güneş enerjisini kullanır.
- Doğal ısıtma ve soğutma sistemleri kullanarak binaların gereksiz ve aşırı ticari tüketimlerini önler.
- Çevre değerlerini korur, çevreye verilen zararı en aza indirir.
- Doğal ve sağlıklı zararsız malzemeler kullanılır.
- Ekonomiktir.
- Dışa bağımlı değildir.

Güneş enerjisinin başlıca dezavantajları şunlardır:

- Işınım talebi gereksinimine göre enerji depolama ihtiyacı.
- Mevsimlere göre güneş ışığı alma sürelerinin değişimi.
- İlk anda yatırım masraflarının yüksek olması.
- İsteğe bağlı olarak kontrol edilemez oluşu.



3. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye'deki enerji profili gözden geçirildiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının yeri ve önemi açıkça görülmektedir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı oldukça düşük düzeydedir (%1 ve altında) ve bu enerji türleri ile yeterince ilgilenilmemektedir. Özellikle, güneş ve rüzgâr enerjisinin kullanımı, Türkiye'nin enerji bütçesine ciddi katkılar sağlayacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından doğru ve sağlıklı bir biçimde yararlanılması için gereken strateji, plan ve politikaların önemi giderek artmakta ve önemli boyutlara ulaşmaktadır [3]. Türkiye'de tüketilen birincil enerjinin % 39'u petrol, % 27'si kömür, % 21'i doğal gaz ve %13'ü büyük oranda hidroelektrik ve diğer yenilenebilir kaynaklardan karşılanmaktadır. Ülkemizin önemli yenilenebilir kaynakları; rüzgar, güneş ve jeotermaldir. Güneş potansiyeli açısından coğrafi konumu nedeniyle şanslı ülkelerden sayılan ülkemizde Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün güneşlenme süresi ve ısınım şiddeti ölçümleri üzerinde EİE tarafından yapılan çalışmaya göre, Türkiye'nin yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat ve ortalama toplam ısınım şiddeti 1,311 kWh/saat/metre-kare-yıl olarak hesaplanmıştır. Enerji Bakanlığı verilerine göre; elektrik amaçlı kullanılacak güneş potansiyelimiz 8.8 milyon ton petrol eşdeğeri(mtp), ısınma amaçlı kullanılacak potansiyel ise 26.4 mtp'dir. Ülkemiz rüzgar potansiyeli açısından da şanslı ülkeler arasındadır. EİE'nin ölçüm istasyonlarından elde edilen ortalama rüzgar hızlarına göre potansiyelin yoğun olduğu Marmara, Ege, G.Doğu ve Doğu Akdeniz bölgelerinde gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Enerji Bakanlığı verilerine göre, elektrik üretimi amaçlı kullanılacak (görünür ve mümkün) toplam jeotermal potansiyelimiz 4,500 MW/yıl, termal amaçlı kullanılacak toplam potansiyelimiz ise 31,000 MW/yıldır.

Türkiye'de güneş enerjisi: EİE tarafından yapılan çalışmaya göre; Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam ısınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3.6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'de yılın on ayı boyunca teknik olarak ve ekonomik olarak toplam ülke yüzölçümünün % 63'ünde ve tüm yıl boyunca da %17'sinde yararlanılabilir. Tablo 1 de Türkiye'nin güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'nin aylara göre güneş enerjisi dağılımı[4]

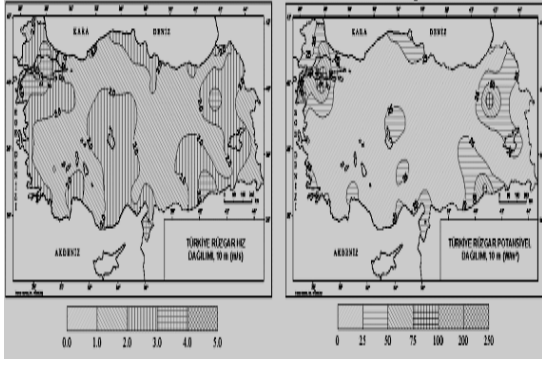
Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	Güneşlenme Süresi (saat/ay)
Ocak	4,45	51,75	103,0
Şubat	5,44	63,27	115,0
Mart	8,31	96,65	165,0
Nisan	10,51	122,23	197,0
Mayıs	13,23	153,86	273,0
Haziran	14,51	168,75	325,0
Temmuz	15,08	175,38	365,0
Ağustos	13,62	158,40	343,0
Eylül	10,60	123,28	280,0
Ekim	7,73	89,90	214,0
Kasım	5,23	60,82	157,0
Aralık	4,03	46,87	103,0
Toplam	112,74	1311,00	2640
Ortalama	308,0 cal/cm²-gün	3,6 kWh/m²-gün	7,2 saat/gün

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güneydoğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Tablo 2' de Türkiye güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 2. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı[5]

Bölge	Toplam ortalama güneş enerjisi	En çok güneş enerjisi (Haziran)	En Az güneş enerjisi (Aralık)	Ortalama güneşlenme süresi	En çok güneşlenme süresi (Haziran)	En az güneşlenme süresi (Aralık)
	kWh/m ² -yıl	kWh/m ²	kWh/m ²	saat/yıl	saat	saat
Güneydoğu Anadolu	1.460	1.980	729	2.993	407	126
Akdeniz	1.390	1.869	476	2.956	360	101
Doğu Anadolu	1.365	1.863	431	2.664	371	96
İç Anadolu	1.314	1.855	412	2.628	381	98
Ege	1.304	1.723	420	2.738	373	165
Marmara	1.168	1.529	345	2.409	351	87
Karadeniz	1.120	1.315	409	1.971	273	82

Türkiye'de rüzgâr enerjisi: Türkiye rüzgâr bakımından zengin yöreleri olan bir ülkedir. 10 m yükseklikteki yıllık ortalama rüzgâr hızı ve güç yoğunluğu açısından en yüksek değer 3.29 m/sn ve 51.91 W/m² ile Marmara Bölgesi 'nde saptanmıştır. En düşük değer ise, 2.12 m/sn hız ve 13.19 W/m² güç yoğunluğu ile Doğu Anadolu Bölgesi 'ndedir. Türkiye'nin %64.5 'inde rüzgâr enerjisi güç yoğunluğu 20 W/m² 'yi aşmazken, %16.11 'inde 30-40 W/m² arasında, %5.9 'unda 50 W/m² 'nin ve %0.08 'inde de 100 W/m² 'nin üzerindedir [6].



Şekil 1. Türkiye'nin rüzgar hızı ve rüzgar potansiyeli[7]

Türkiye'nin rüzgar potansiyeli tam olarak belirlenememiş olsa da, brüt potansiyelinin yılda 400 milyar kWh, teknik potansiyelinin ise 120 milyar kWh olduğu düşünülmektedir. Söz konusu teknik potansiyel yıllık elektrik üretiminin 1.2 katıdır. Ancak, Türkiye genelinde 10m yükseklikteki rüzgar yoğunluğunun alansal ve zamansal dağılımı ile teknolojik kısıtlamalar göz önünde tutulduğunda, güvenilir rüzgar enerjisi potansiyeli 12 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmaktadır [6].

Tablo3. Türkiye'de rüzgar enerjisi kullanımı ve geleceği ile ilgili tahmini değerler[8]

Yıllar	Kurulu rüzgar enerjisi gücü (MW)	Ortalama rüzgar elektriği üretimi (milyon kWh)	Türkiye elektrik enerjisi tüketimi (milyar kWh)	Tüm elektrik enerjisi tüketimindeki payı (%)
2000	300	675	135	0,5
2005	1359	3058	200	1,53
2010	2979	6703	290	2,31
2015	5142	11570	398	2,91
2020	7849	17660	547	3,23
2023	9733	21900	639	3,43
2025	11200	25200	710	3,55

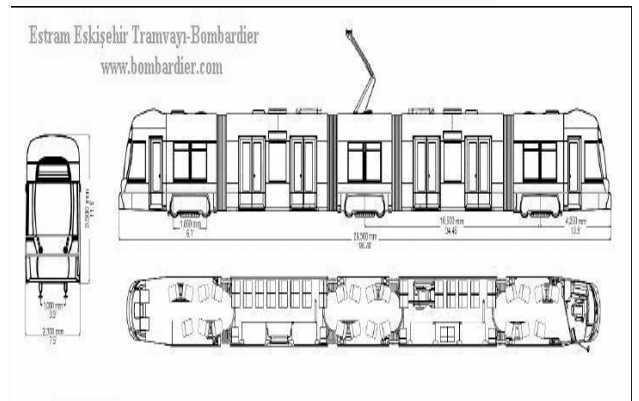
Türkiye'de jeotermal enerji: Ülkemiz jeolojik konumu ve buna bağlı olarak gelişen özellikleri nedeniyle, jeotermal etkinlik açısından büyük öneme sahiptir. MTA'nın yaptığı çalışmalara göre Türkiye'de sıcaklıkları 1000C'ye kadar ulaşan 600'den fazla termal kaynak tespit edilmiştir. Bu kaynaklar temel alınarak hesaplanan rezerv 2420 MW'dır. Yine MTA'nın hesaplamalarına göre ülkemizdeki olası potansiyel 31500 MW'dır. Türkiye jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında 41 ülke arasında 7. sırada bulunmaktadır. Tüm bu olgular göz önüne alındığında, oldukça yüksek jeotermal potansiyele sahip olan Türkiye'nin bu enerjiyi yeterince kullanmadığı ve bu enerjinin kullanımına dayalı bir politikasının olmadığı görülmektedir [9]. Simav, Kırşehir, Balçova ve Gönen gibi birçok yerleşim alanında merkezi sistemle ısıtma projelerinde

jeotermal enerjiden yararlanılmaktadır. Türkiye'de bulunan sahaların büyük bir çoğunluğunun düşük entalpili olmaları nedeniyle, jeotermal enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülebilmesi teknolojik ve ekonomik açıdan uygun olmayabilir. Türkiye'de jeotermal enerjiden yeterli düzeyde yararlanamamanın nedenleri teknik, finans ve yönetim sorunlarına bağlanabilir. Teknik sorunlar arasında kaynakların düşük entalpili olması, üretim sırasında rezervuarda, kuyu içinde ve yüzey donanımlarında kalsit çökmesi ve çevre sorunları yer almaktadır.

4. GÜNEŞ ENERJİSİ UYGULAMASI ESTRAM ESKİŞEHİR

Estram teknolojisi:

- Araç Enerji Temini: Havai hat DC 750 V
- Havai Hat Yüksekliği: 5,90 m
- Havai Hat Güvenlik Yüksekliği: 4,40 m
- Araç Adı: Flexity Outlook
- Uzunluk: 29,5 m
- Ağırlık(boş): 35.800 kg
- Genişlik: 2,3 m
- Araç Yüksekliği: 3,5 m
- Motor Gücü: 105 kw dört adet motor
- Aracın Maksimum Hızı: 70 km
- Tramvaydan Tramvaya Aktarma Noktası: Çarşı durağı
- Hat Uzunluğu: 15 727 m
- Günde Taşınan Yolcu: 110.000 kişi...Pass (2004)
251.000 kişi...Pass (2020) 2.3 km/kişi...km/pass



Şekil 2: Eskişehir'de kullanılan tramvayın yapısı[10]

Eskişehir'in güneş enerjisi potansiyelini belirlemek için önemli faktörlerden biride güneşlenme süreleri ve güneş ışınım şiddeti değerleridir. Eskişehir'in aylık ortalama güneşlenme süresine baktığımızda 5 ile 10. aylar arasında

güneşlenme sürelerinin uzun olduğu görülmektedir. Yine bu zaman aralığında ortalama güneşlenme süresine baktığımızda ortalama 12 saat güneşlenme süresi karşımıza çıkmaktadır. Yine Eskişehir 'in aylık güneş ışınım şiddetlerine baktığımızda 5 ile 10. aylar arasında en yüksek değerlerini yakaladığını görmekteyiz.

Eskişehir tramvay sistemine uygun olarak seçilmiş bir güneş enerji sistemi ile 105kW lık motor gücünü elde etmek oldukça zor olsa da, daha az güç isteyen klima ve ışıklandırma sistemlerinin güçlerinin elde edilmesinde güneş enerjisinde faydalanılabilir.

Estram güzargah haritasına baktığımızda hat üzerinde 27 adet tramvay durağı bulunmaktadır. Yine tramvay duraklarının üst kısımlarına uygun güneş panellerinin yerleştirilmesi ile duraklardaki ışıklandırmanın ve duraklarda bulunan otomatik kapıların elektrik güçleri sağlanabilir.



Şekil 3: Estram güzargah haritası

5. KAYNAKLAR

- [1]T.S. Uyar, Enerji Sorunu Nedir? Alternatif Enerji Çözümüdür. NEU-CEE 2001 Electrical, Electronic and Computer Engineering Symposium, 23-26, Lefkoşa TRNC,2001
- [2]Akkaya, A.V., Akkayakola, E., Dağtaş, A. , "Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel açıdan değerlendirilmesi",IV Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri kitabı cilt I, Su vakfı Yayınları,İstanbul ,16-18 Ekim 2002
- [3]N.Öztürel, R.Zilan ve A.Ecevit, Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları için izlenmesi gereken strateji, planlama politikaları ve bunların sosyal ve siyasal etkileri. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu,28-32 İzmir 2001
- [4]Elektrik İşleri Etüt idaresi Genel Müdürlüğü Resmi internet sayfası,www.eie.gov.tr, erişim:nisan 2006
- [5]Şen, Z.,"Türkiye'nin Temiz Enerji İmkanları", Mimar ve Mühendis dergisi,Sayı:33,Nisan-Mayıs-Haziran,6-12,2004
- [6]İ.H. Tavman ve T.K. Önder, Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı, Yenilenebilir Enerji kaynakları Sempozyumu, 316-323,İzmir 2001

[7]Güneş ve Rüzgar enerjisi, Devler Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Araştırma ve Geliştirme Çalışmaları.

www.meteor.gov.tr/webler/arge/argealt25.htm

[8]A.Özdamar ve M.Solak, İzmir'de yapılan dört yıllık rüzgar ölçümlerine dayanan bir enerji değerlendirmesi III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 309-321, İstanbul

[9]M.G.Drahor,D.Kumlutaş ve G.Göktürkler Dünya'da ve Türkiye'de Jeotermal Enerji ve Kullanımı, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu,61-68, İzmir 2001.

[10] www.bombardier.com