

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bakımından Potansiyelinin Araştırılması

Hakki GÜLŞEN¹, Celal ÇİFTÇİ^{1*}

¹Harran üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
* celalciftci87@gmail.com.tr

ÖZET

Gelişmekte bir ülke olan Türkiye'nin de artan nüfus ve gelişen ekonomisine paralel olarak enerji kaynakları tüketimi yükselerek devam etmektedir. Mevcut enerji yapısı nedeniyle % 73 oranında dışa bağımlı olan Türkiye, bu oranı azaltabilmek için bir yandan sınırları içinde fosil enerji kaynakları hammaddesi arama çalışmaları yürütürken diğer yandan da yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin belirlenmesi ve kullanımı konusunda çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışma Türkiye'nin önemli bölgelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut potansiyeli hakkında bir araştırmadır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi coğrafi konumundan dolayı Türkiye'de yıllık ortalama güneşlenme süresi 2993 saat/yıl ile en fazla olması, yetiştirilen farklı ve çok çeşitli tarım ürünleri olup yılda en az 2 ürün alınacak şekilde tarım yapılmaktadır. Yapılan bu tarımda yılda sebze, meyve ve tahıldan elde edilen ürün miktarı 9.650.036 ton/yıl kadardır. Hayvancılık bakımından uygun bir bölge olması sebebiyle Türkiye'de yetiştirilen 59.918.211 küçükbaş hayvan sayısının % 12'sine, 19.315.288 büyükbaş hayvan sayısının % 6,72'sine sahiptir. Büyükbaş hayvan atığından yılda elde edilebilecek biyogaz potansiyeli 537.198.289 m³ ve küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek yıllık biyogaz potansiyeli 298.359.737 m³ tür. Tüm bu sebeplerden dolayı Güneydoğu Anadolu Bölgesi yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi ve biyokütle enerjisi bakımından çok zengin bir bölgedir. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları arasında sahip olduğu mevcut potansiyel hem de üretim teknolojileri bakımından farklı ve önemli bir yerleri olan biyokütle ve güneş enerjilerinin potansiyeli araştırılmıştır.

Yapılan çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bir yılda elde edilen ortalama güneş enerjisi 80000 mega ton eşdeğer petrol olup hayvan ve bitkilerden elde edilen kuru biyokütle miktarı ve kuru biyokütlenin ortalama ısıl değeri hesaplanmıştır. Ayrıca Güneydoğu Anadolu Bölgesi için güneş enerjisi ve biyokütle potansiyelinden etkin ve yaygın bir şekilde faydalanmak için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Güneş Enerjisi, Biyokütle.

Investigation of the Potential of Southeastern Anatolia Region in Terms of Renewable Energy Sources

ABSTRACT

In parallel with the growing population and developing economy of Turkey, which is a developing country, consumption of energy resources continues to increase. Turkey, which is 73% foreign dependent due to its current energy structure, works on the identification and use of the potential of renewable energy resources on the one hand while searching for fossil energy resources raw materials on the other hand in order to decrease this rate. This study is

a research on the current potential of the renewable energy resources of Southeastern Anatolia Region which is one of the important regions of Turkey.

Due to its geographical location in the Southeastern Anatolia Region, the average annual sunshine duration in Turkey is 2993 hours / year with the highest number of agricultural products grown in different and a variety of agricultural products are produced so that at least 2 crops per year. In this agriculture, the amount of crops, fruits and grains obtained per year is 9,650,036 tons / year. It is 12% of the 59.918.211 ovine animals grown in Turkey and 6.72% of the 19.315.288 bovine owls because it is a suitable region for animal husbandry. Biogas potential of 537.198.289 m³, which can be obtained from bovine waste per year, and 298.359.737 m³ annual biogas potential, which can be obtained from cattle. Because of all these reasons, Southeastern Anatolia Region is very rich in renewable energy sources in terms of solar energy and biomass energy. In this study, the potential of renewable energy sources and the potentials of biomass and solar energy, which are important and different in terms of production technologies, have been explored.

The average solar energy obtained in one year in the Southeastern Anatolia Region is 80,000 mega tons of oil equivalents and the average value of dry biomass and dry biomass obtained from animals and plants is calculated. In addition, proposals have been made to utilize the solar energy and biomass potential of the Southeastern Anatolia Region in an effective and widespread manner.

Keywords: Renewable Energy, Southeastern Anatolia Region, Solar Energy, Biomass.

GİRİŞ

Gelişmekte bir ülke olan Türkiye'nin artan nüfus ve gelişen ekonomisine paralel olarak enerji kaynakları tüketimi yükselerek devam etmektedir. Mevcut enerji yapısı nedeniyle % 73 oranında dışa bağımlı olan Türkiye, bu oranı azaltabilmek için bir yandan sınırları içinde fosil enerji kaynakları hammaddesi arama çalışmaları yürütürken diğer yandan da yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin belirlenmesi ve kullanımı konusunda çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışma Türkiye'nin önemli bölgelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut potansiyeli hakkında bir araştırmadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi coğrafi konumundan dolayı Türkiye'de yıllık ortalama güneşlenme süresi 2993 saat/yıl ile en fazla olması (EİE, Elektrik İşleri Etüd İdaresi), yetiştirilen farklı ve çok çeşitli tarım ürünleri olup yılda en az 2 ürün alınacak şekilde tarım yapılmaktadır. Yapılan bu tarımda yılda sebze, meyve ve tahıldan elde edilen ürün miktarı 9.650.036 ton/yıl kadardır (www.tüik.com). Hayvancılık bakımından uygun bir bölge olması sebebiyle Türkiye'de yetiştirilen 59.918.211 küçükbaş hayvan sayısının % 12'sine, 19.315.288 büyükbaş hayvan sayısının % 6,72'sine sahiptir (www.tüik.com). Büyükbaş hayvan atığından yılda elde edilebilecek biyogaz potansiyeli 537.198.289 m³ (www.kurutma.net/biyogaz_enerji_hesabi.html) ve küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek yıllık biyogaz potansiyeli 298.359.737 m³ tür (www.eie.gov.tr). Tüm bu sebeplerden dolayı Güneydoğu Anadolu Bölgesi yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi ve biyokütle enerjisi bakımından çok zengin bir bölgedir. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları arasında sahip olduğu mevcut potansiyel hem de üretim teknolojileri bakımından farklı ve önemli bir yerleri olan biyokütle ve güneş enerjilerinin potansiyeli araştırılmıştır. Yapılan çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bir yılda elde edilen ortalama güneş enerjisi 80000 mega ton eşdeğer petrol olup (www.birimcevir.com) hayvan ve bitkilerden elde edilen kuru biyokütle miktarı ve kuru biyokütlenin ortalama ısıl değeri hesaplanmıştır. Ayrıca Güneydoğu Anadolu Bölgesi için güneş enerjisi ve biyokütle potansiyelinden etkin ve yaygın bir şekilde faydalanmak için önerilerde bulunulmuştur.

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Güneş Enerjisi

Güneş bilimsel gözlemlere göre yaklaşık olarak bir küre şeklindedir. Güneş, enerjisini her yönden homojen olarak ışıma şeklinde yayar (Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü). Güneşe ait ısı enerjisi, yeryüzü ve atmosferde yer alan fiziksel ve biyo kimyasal etkileşimleri yön veren temel bir enerji kaynağıdır. Güneş, 1.99×10^{30} kg kütlelerinde çok yüksek sıcaklıkta bir gaz kütleli olup, yüzey sıcaklığı yaklaşık 6 000 K'dır (Kelvin).

Güneşin merkezindeki sıcaklık 8×10^6 K ile 40×10^6 K arasında vuku bulmaktadır (www.boun.edu.tr/meteoroloji/yenerji). Güneşin bu sıra dışı yüksek sıcaklıkta bir saniyede yaydığı ısı enerjisi, yaklaşık 4×10^{23} kW'tır. Güneşin yaklaşık çapı 1.392×10^6 km'dir. Güneş, dünyadan yaklaşık 1.496×10^8 km kadar uzaklıktadır. Güneşten gezegenimize gelen enerji, bu mesafeyi 8 dakikalık bir süre zarfında kat eder ve yerküre, 40 dakika içerisinde dünya üzerinde bir senede tüketilen toplam enerjiye eşit bir enerjiyi güneş ışınlarından soğurur.

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon işlemi, yani hidrojen gazının helyuma dönüşmesi ile açığa çıkan ışıma enerjisidir ve dolayısıyla güneş devamlı olarak tekrar eden bir füzyon reaktörü olarak kabul edilebilir. Hidrojenin helyuma dönüşmesi esnasında ise saniyede 4×10^6 ton kütleli enerjiye dönüşerek yaklaşık 386×10^6 EJ (Eksa Joule) (1 EJ = 22,7 MTEP-Milyon ton eşdeğer petrol) değerindeki enerji ışınım şeklinde uzaya yayılır. Bu işlem milyarlarca yıl devam edeceğinden (yaklaşık olarak belirlenen rakamlara göre beş milyar yıl) güneş, dünyamız için tükenmez bir enerji kaynağıdır (www.youthforab.org.tr).

Biyokütle Enerjisi

Biyokütle geçmişte yaşamış veya yaşayan canlı artıklarının genel adıdır. Biyokütle, kendiliğinden oluşan ve sürekli olarak çevresel şartlara göre tekrarlayan kaynak akışının bir parçası olan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Biyokütle doğal bir kaynak olması ve içinde barındırdığı karbon gruplarından dolayı yakıldığında karbondioksit açığa çıkmasına rağmen, çevresel olarak zarar vermemektedir. Çünkü salınan karbondioksit daha önce fotosentez sırasında elde edildiğinden dolayı tekrardan bitkilerce fotokimyasal reaksiyonlarda kullanılabilir için sera gazı etkisi göstermeyecektir. Aynı zamanda çevrede var olan karbondioksit oranı da değişmeyecektir. Biyokütle kaynakları, önemsiz miktarda az kükürt içerir ve yanma sonucu ortama yayılan kükürtlü gazlar asit yağmurlarına neden olan kükürt oksitleri üretmezler. Biyokütlenin fosil kaynaklı kömüre oranla yakıldığı zaman çok az kül ortaya çıkar. Ortaya çıkan kül hem zararsız olup tarımsal faaliyetler dede kullanılabilir.

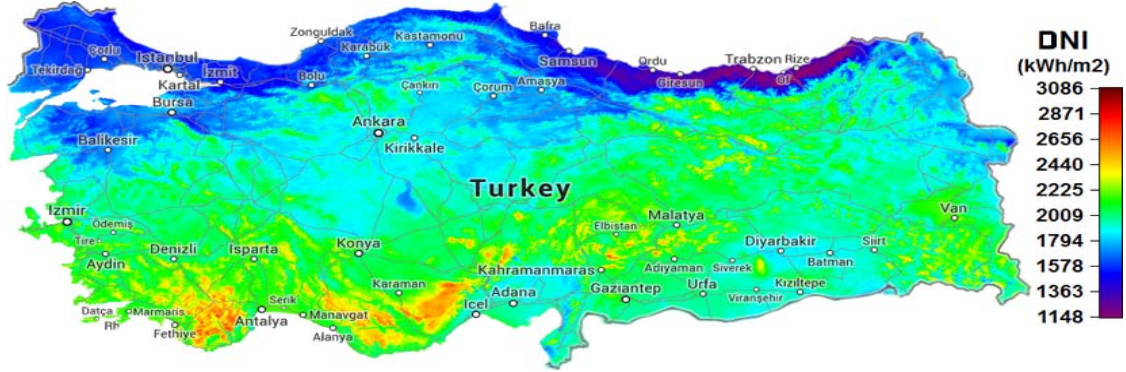
MATERYAL VE YÖNTEM

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli

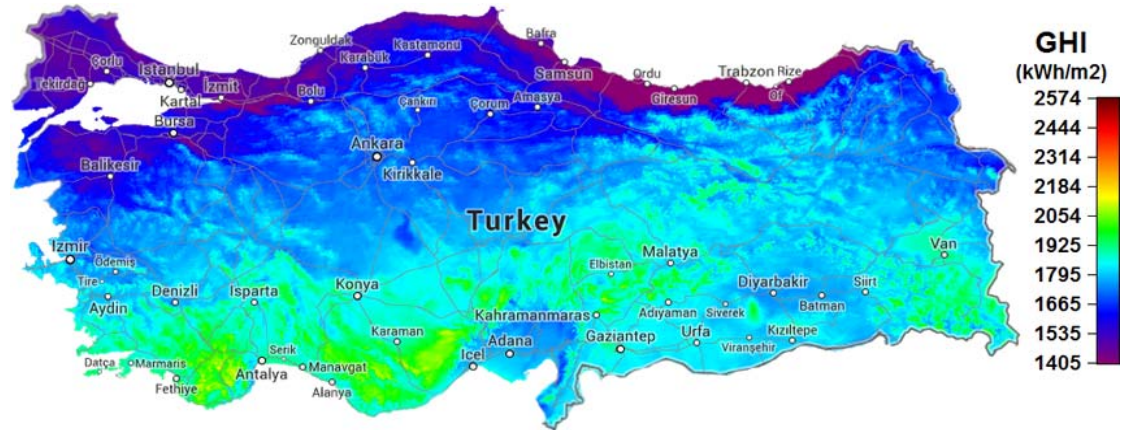
Dünya yüzeyine gelen güneş enerjisi insanlığın mevcut tükettiği enerjiden çok daha fazladır. Güneş enerjisinin temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olmasının yanında dünyada harcanan enerjiden kat kat daha fazla yeryüzüne gelmesinden dolayı insanların gerekli enerjinin bir kısmını Güneş enerjisinden elde etmeye itmiştir. Ülkemiz 36-42 Kuzey enlemleri arasında bulunması ve güneş enerjisinden yararlanma açısından en elverişsiz konumda bulunan Karadeniz Bölgesinde dahi yıllık güneşlenme süresinin 1966 saat olması ve bu değer in Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 2993 saatin üstünde olması, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin güneş enerjisinden yararlanmasının ne kadar uygun olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Dünya atmosferinin dışında Güneş ışınımının şiddeti, yaklaşık olarak 1366 W/m^2 değerindedir; ancak atmosferdeki bulut, toz ve çeşitli gaz tabakalarından dolayı Güneş ışınım şiddeti yeryüzünde $0-1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir (Şahmal, 2012;

Livatyalı, 2012). Yeryüzüne gelen güneş ışınımı iki şekilde tanımlanır. Bunlar; direkt normal ışınım (DNI) doğrudan güneşten gelen ve birim alana dik olarak etkiyen güneş ışınımının toplamını, yataydaki toplam ışınım (GHI) ise direkt, dağınık ve yerden yansımış güneş ışınımının toplamını ifade eder (Livatyalı, 2012).

Solar Med Atlas yazılımı, Türkiye, Suriye, Ürdün, İsrail, Lübnan, Mısır, Libya, Tunus, Cezayir, Fas, Filistin ve Moritanya ülkelerine ait DNI ve GHI verilerini barındırmaktadır. Yazılımdaki veriler belirtilen ülkelerin meteoroloji istasyonlarından ve dünya gözlem uydu verilerinin işlenmesinden elde edilmiştir (www.solar-med-atlas.org). Solar Med Atlas'ta DNI ve GHI değerleri için Türkiye haritası Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'nin direkt normal ışınım potansiyeli haritası (www.solar-med-atlas.org)



Şekil 2. Türkiye'nin yatay toplam ışınım potansiyeli haritası (www.solar-med-atlas.org) Ülkemizde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, yıllık güneş enerjisi ışınım şiddeti 1311 kWh/m² olarak belirlenmiştir (Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası).

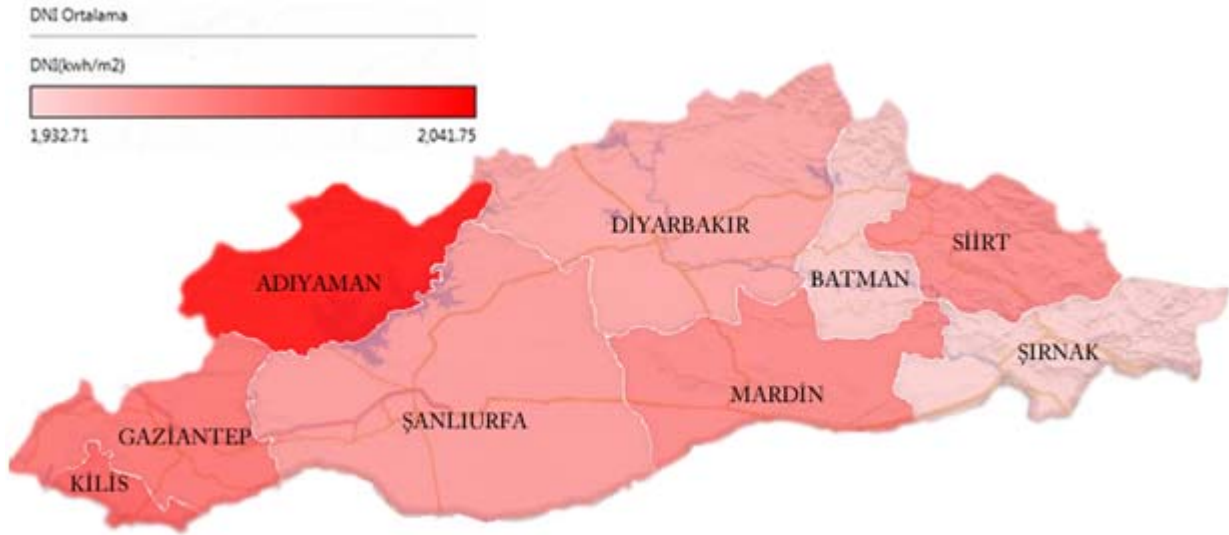
Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Güneş Enerjisi Atlası

Güneydoğu Anadolu Bölgesi için güneş enerjisi potansiyel haritası oluşturulurken de Solar Med Atlas yazılımından elde edilen veriler kullanılmıştır. Güneydoğu Anadolu Bölgesini oluşturan her il ve bu illere ait ilçelerin DNI ve GHI güneş ışınım verileri alınarak bütün iller için ortalama bir ışınım değeri elde edilmiştir (Tablo 1).

Solar Med Atlas yazılımı sayesinde elde edilen veriler ışığında Şekil 1'de görüldüğü gibi Güneydoğu Anadolu Bölgesinde direkt normal ışınım (DNI) ortalama 1932 kWh/m².yıl ile 2041 kWh/m².yıl değerleri arasında değişmektedir.

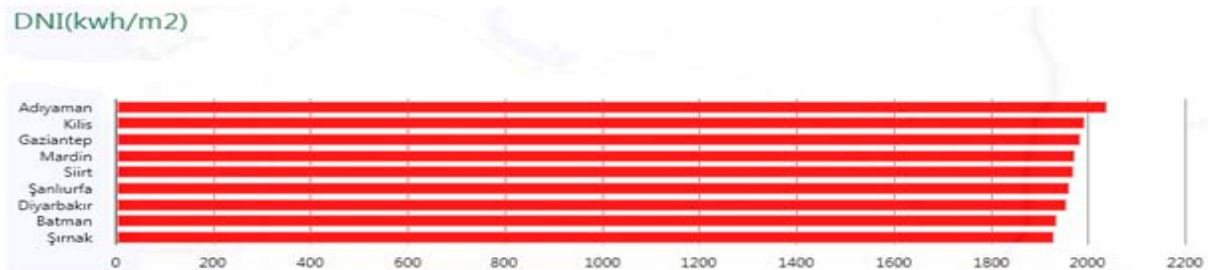
Tablo 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin illere göre güneşlenme süreleri ve radyasyon değerleri (www.gnssolar.com)

İl	Güneşlenme Süresi (saat/yıl)	Radyasyon Değeri (KWh/m ² .yıl)
Adıyaman	2961	1595
Gaziantep	2978	1582
Şanlıurfa	3033	1586
Mardin	3033	1588
Diyarbakır	2613	1473
Şırnak	2975	1601
Batman	2873	1576
Siirt	2828	1591
Kilis	2975	1575



Şekil 3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi direkt normal ışınım (DNI) potansiyeli haritası (www.solar-med-atlas.org)

Direkt normal ışınımının (DNI) Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki illere göre değerleri Şekil 3'de gösterilmiştir. Bu değerlere göre direkt normal ışınım (DNI) değeri en düşük Şırnak ilinde en yüksek ise Adıyaman ilinde görülmüştür (Şekil 4).



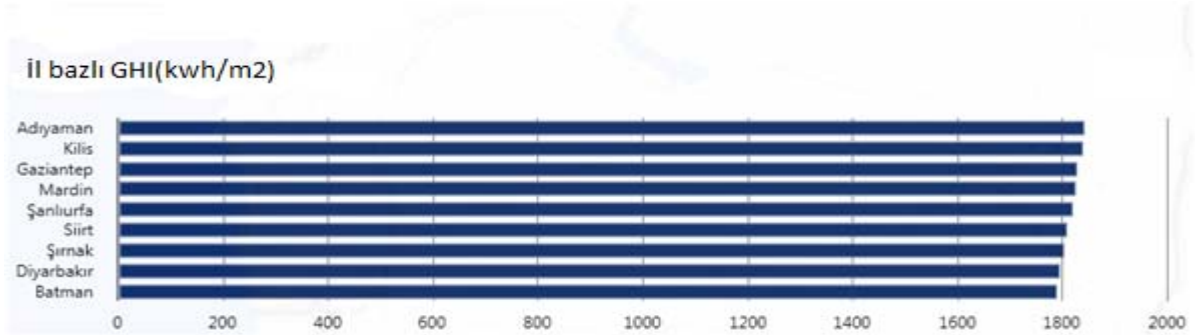
Şekil 4. Direkt normal ışınımının Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki illere göre değerleri

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yatay toplam ışınlm (GHI) ortalama 1794 kWh/m².yıl ile 1845 kWh/m².yıl değerleri arasında değişmektedir (Şekil 5) (www.solar-med-atlas.org).



Şekil 5. Güneydoğu Anadolu Bölgesi yatay toplam ışınlm (GHI) potansiyeli haritası

Yatay toplam ışınlm (GHI) Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki illere göre değerleri Şekil 6'te gösterilmiştir. Bu değerlere göre yatay toplam ışınlm (GHI) değeri en düşük Batman ilinde en yüksek ise Adıyaman ilinde görülmüştür.



Şekil 6: Yatay toplam ışınlmının Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki illere göre değerleri

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Biyokütle Potansiyeli

Güneydoğu Anadolu Bölgesi tarımsal atıklar açısından zengin bir bölgedir. Türkiye'nin toplam pamuk üretiminde bölgenin %50'ye varan payı bulunmaktadır. Bu nedenle Bölge'deki pamuk ve diğer ürünlerin tarımsal atık miktarının birkaç yüz MW'lık santral yapmaya müsait olduğu hesaplanmaktadır. Diğer yandan hayvan varlığı dolayısı ile hayvansal atıklar da bu bölgenin enerji portföyüne ilave edilebilecek potansiyele sahiptir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi coğrafî konumundan dolayı güneşlenme süresinin fazla olması ve arazi yapısının tarıma ve hayvancılığa elverişli olması biyokütle için büyük bir potansiyel arz etmektedir. Özellikle GAP'ın hayata geçmesiyle sulama olanakları artmış bununla beraber sulu tarım yapılan alan miktarı artmış hayvan yetiştiriciliği önem kazanmış ve yıllık ürün miktarında önemli derecede artış sağlanmıştır. Aynı zamanda ekonomik refah seviyesi artmıştır.

Bununla beraber elde edilen ürünlerden arta kalan kuru biyokütle (sap, saman vb.) ve hayvan artığından önemli bir oranda enerji kaynağı olarak ısıtma ve yemek pişirmede kullanılmaktadır. Ayrıca bitkisel artıklardan hayvan yemi elde ederek faydalanılmaktadır. Organik madde ihtiva eden atıkların mikrobiyolojik yönden değerlendirilmesi hem çevre kirliliğine yol açmaması, hem de temiz enerji üretimi sağlaması bakımından önem taşımaktadır. Biyokütle özellikle gelişmekte olan ülkelerde kullanımı en yaygın olan bir kaynaktır. Dünyada enerji üretiminin yaklaşık olarak %15'i, gelişmekte olan ülkelerde ise enerji üretiminin yaklaşık %43'ü bu kaynaktan sağlanmaktadır (www.kimyamuhendisi.com). Hesaplamalarda tarımsal biyokütlenin enerji eşdeğerinin belirlenmesinde, 1 kcal = 1.10⁻⁷ TEP (ton eşdeğer petrol) ve 1 TEP = 11.63 MW denkliklerinden yararlanılmıştır (www.bepa.yegm.gov.tr). Buna göre bir yılda üretilebilecek ortalama kuru biyokütle miktarı, ortalama kuru biyokütle ısı değeri ve ortalama kuru biyokütle enerji değerinin belirlenmesinde sırasıyla, Eşitlik 1, Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 kullanılmıştır. Orta verimli, bir hektarlık alandan, yılda 80-100 ton yaş ve 25-30 ton kuru biyokütle elde edilmektedir. Bu hesaptan yola çıkarak bir hektarlık alandan ortalama 27,5 ton kuru biyokütle elde edildiği kabul varsayılmıştır. Genel olarak kuru biyokütlenin yaklaşık ısı değeri 3800-4300 kcal/kg arasında değişmektedir (www.eie.gov.tr).

Hesaplamalarda izlenen yol;

$$OKBM = \left(\frac{25+80}{2} \right) * A \quad (1)$$

$$OBID = OKBM * \frac{(3800+4300)}{2} \quad (2)$$

$$OBED = OBID * 1.10^{-7} \quad (3)$$

OKBM: Ortalama kuru biyokütle miktarı, ton
OBID : Ortalama kuru biyokütle ısı değeri, kcal/kg
OBED : Ortalama kuru biyokütle enerji değeri, TEP
A : Alan, ha

Aşağıdaki Tablo 2'de, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kullanılan tarım alanlarının toplam hektar miktarı verilmiştir (www.tuik.gov.tr).

Tablo 2. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kullanılan tarım alanlarının alansal dağılımı

Yıl	Bölge Adı	Toplam işlenen tarım alanı ve uzun ömürlü bitkiler (ha)	Toplam İşlenen Tarım Alanı (ha)	İşlenen Tarım Alanı / Ekilen (ha)	İşlenen Tarım Alanı / Nadas (ha)	İşlenen Tarım Alanı / Sebze (ha)	Yem Bitkileri (ha)
2016	Güney Doğu Anadolu Bölgesi	3509104	2479522	2212116	196257	71147	36812

Tabloda görüldüğü gibi GAP Bölgesi mevcut işlenen tarımsal alan bakımından ve yetiştirilen ürün çeşitliliği bakımından biyokütle potansiyeli olarak zengin bir bölgedir. Bu

alanlardan elde edilen yıllık kuru biyokütle miktarı ortalama 9.650.036 ton/yıl kadardır. Bu kuru biyokütleden elde edilen yaklaşık ısıl değer 39.082.645.800 Kcal'dir.

Biyogaz Üretim Potansiyelinin Hesaplanması

Gübre potansiyelinin hesabında; büyükbaş hayvanlar için 10-20 kg/gün (yaş) gübre verimi kabul edilebileceği gibi canlı ağırlığın % 5-6'sı da günlük gübre miktarına esas alınabilir. Aynı şekilde koyun ve keçi için 2 kg (yaş)/gün veya canlı ağırlığın % 4-5'i günlük gübre üretimi olarak kabul edilebilmektedir (www.eie.gov.tr). Diğer bir yaklaşımla hayvanlardan elde edilen gübre miktarları hayvanların cinsine göre değişiklik göstermektedir. Buna göre;

- 1 adet büyükbaş hayvandan 3,6 ton/yıl yaş gübre,
- 1 adet küçükbaş hayvandan 0,7 ton/yıl yaş gübre,
- 1 adet kümes hayvanından 0,022 ton/yıl yaş gübre oluşmaktadır.

Bu değerlerden yola çıkarak

- Bir ton sığır gübresinden 33 m³/yıl biyogaz,
- Bir ton koyun gübresinden 58 m³/yıl biyogaz,
- Bir ton kümes hayvanı gübresinden 78 m³/yıl biyogaz üretildiği hesaplanmıştır (www.eie.gov.tr).

1 m³ biyogazın kalori değeri 5000 kcal olup diğer yakıtlara oranla eşdeğerleri aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^3 \text{ biyogaz} &= 4,70 \text{ kWh elektrik} \\ &= 0,62 \text{ litre gazyağı} \\ &= 3,47 \text{ kg odun} \\ &= 1,46 \text{ kg kömür} \\ &= 0,43 \text{ kg bütan gazı (United Nations, 1980).} \end{aligned}$$

Tablo 3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen büyük ve küçükbaş hayvan sayısı (www.tuik.gov.tr)

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı
Küçük Baş	7.190.185,32
Büyük Baş	1.158.917,28
Toplam	8.349.102,6

Tablo 2'deki verilere dayanarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde büyük ve küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek ortalama biyogaz miktarı toplamda yıllık 835.558.026 m³ 'tür. Bu biyogazdan elde edilecek elektrik yaklaşık olarak 3.927.122.722,2 kWh'tir. Yıllık biyogazdan elde edilecek gelir (1 kWh elektrik 0,4 TL kabulü ile) yaklaşık olarak 1.570.849.088,88 TL'dir.

Araştırma Bulguları

Solar Med Atlas yazılımı sayesinde elde edilen veriler ışığında Güneydoğu Anadolu Bölgesi hem yatay hem de dikey olarak ortalama radyasyon ve ısınım değerleri Türkiye'nin diğer bölgelerine nispeten daha yüksek olduğu saptanmıştır. Elde edilen bu verilerden yola çıkarak yapılan çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bir yılda elde edilen ortalama güneş enerjisi 80000 mega ton eşdeğer petrol olduğu tahmin edilmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin güneş enerjisinden faydalanmak için oldukça uygun bir bölge olduğu söylenebilir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetişen büyük ve küçükbaş hayvanlardan yıllık

biyogazdan elde edilebilecek gelir yaklaşık olarak 1.570.849.088,88 TL'dir. Bu miktar Türkiye'nin ekonomisine önemli oranda katkı sağlayacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, yıllık güneş enerjisi ışınım şiddeti 1311 kWh/m² olarak belirlenmiştir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde direkt normal ışınım (DNI) ortalama 1932 kWh/m².yıl ile 2041 kWh/m².yıl değerleri arasında değişmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde direkt normal ışınım (DNI) değeri en düşük Şırnak ilinde en yüksek ise Adıyaman ilinde görülmüştür.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yatay toplam ışınım (GHI) ortalama 1794 kWh/m².yıl ile 1845 kWh/m².yıl değerleri arasında değişmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yatay toplam ışınım (GHI) değeri en düşük Batman ilinde en yüksek ise Adıyaman ilinde görülmüştür.

Dünyada enerji üretiminin yaklaşık olarak %15'i, gelişmekte olan ülkelerde ise enerji üretiminin yaklaşık %43'ü biyokütleden sağlanmaktadır. Türkiye'de orta verimli bir hektarlık alandan, yılda 80-100 ton yaş ve 25-30 ton kuru tarımsal biyokütle elde edilmektedir. Genel olarak kuru biyokütlenin yaklaşık ısı değeri 3800-4300 kcal/kg arasında değişmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden elde edilen yıllık kuru biyokütle miktarı ortalama 9.650.036 ton/yıl kadardır. Bu kuru biyokütleden elde edilen yaklaşık ısı değeri 39.082.645.800 Kcal'dir.

Bir ton sığır gübresinden 33 m³/yıl biyogaz, bir ton koyun gübresinden 58 m³/yıl biyogaz ve bir ton kümes hayvanı gübresinden 78 m³/yıl biyogaz üretildiği hesaplanmıştır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde büyük ve küçükbaş hayvanlardan elde edilebilecek ortalama biyogaz miktarı toplam yıllık 835.558.026 m³ ve bu biyogazdan elde edilecek elektrik yaklaşık olarak 3.927.122.722 kWh'tir. Yıllık biyogazdan elde edilebilecek gelir (1 kWh elektrik 0,4 TL kabulü ile) yaklaşık olarak 1.570.849.088 TL'dir.

Tarımsal ve hayvansal atıklardan gaz ve elektrik üretimi imkânlarının değerlendirilmesi bölgenin yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlenmesini sağlayacak ve yerli imalat sektörünün ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Yenilenebilir enerji imkanlarının bir hayli yüksek olduğu, aynı zamanda yoğun bir tarım-hayvancılık faaliyetinin yürütüldüğü bölgede, tarım ve yenilenebilir enerjinin birlikte ele alınması, her iki alanın da gelişmesini ve istihdamın artırılmasını olumlu yönde etkileyecektir.

KAYNAKLAR

EİE (Elektrik İşleri Etüd İdaresi), 1984-1985 Köy Envanter Etütleri

Livatyalı H., Yıldırım T., "Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Teknolojisindeki Gelişmeler", Mühendis ve Makina, Sayı: 633, Ekim 2012.

Şahmal A. E., "Kamusal Yapılarda Güneş Enerjisinin Pasif Kullanımı ve Tasarıma Yansımaları", Tesisat Mühendisliği, Sayı: 126, Kasım-Aralık 2012.

United Nations, 1980, Guidebook on Biogas

www.boun.edu.tr/meteoroloji/yenerji

www.bepa.yegm.gov.tr

www.birimcevir.com

www.eie.gov.tr

www.gnssolar.com

www.kimyamuhendisi.com

www.kurutma.net/biyogaz_enerji_hesabi.html

www.solar-med-atlas.org

www.tuik.gov.tr