

Adıyaman İlinin Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Değerlendirme

Mustafa ASLAN^{1*}, Tuba ULUM^{1*}, Harun TÜRKMENLER²

¹ Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye

¹ Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye

² Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman, Türkiye

*¹ tubaulum6743@gmail.com , *¹ mustafaaslan63@gmail.com , ²hturkmenler@adiyaman.edu.tr

(Geliş/Received: 07/04/2020;

Kabul/Accepted:22/01/2021)

Öz: Artan enerji talebinin petrol, kömür, doğalgaz vb. fosil kökenli yakıtlardan karşılanması sonucunda doğal kaynaklar hızla tükenmektedir. Bu kaynaklara alternatif oluşturan yenilenebilir enerji kaynakları önemini giderek arttırmaktadır. Dahası, küresel enerji talebinin 2050 ve 2100 itibarıyla yaklaşık 30 veya 46 TW olacağı tahmin edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlı enerji kaynaklarının hızlı bir şekilde tükenmesi ile enerji noktasında alternatif oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerjinin her geçen gün kullanımı ve önemi artmaktadır. Bu çalışmada, Adıyaman ilinin güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerjisi, biyokütle enerjisi, hidroelektrik enerjisi, dalga ve hidrojen enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları bakımından potansiyeli araştırıldı. Araştırmada Bepa (Biyokütle Enerjisi Potansiyel Atlası) Yazılım Programı, TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verileri, Solar Med Yazılım programı kullanılmıştır. Bu çalışma neticesinde, Adıyaman ilinin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli güneş, rüzgâr, hidroelektrik enerjisinden toplam 251.252 MW/yıl, biyogaz enerji potansiyelinden teorik olarak üretilebilecek yıllık elektrik enerjisi ise 1.330 MW/yıl olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda, Adıyaman ilinin yenilenebilir enerjiden bir yılda toplam 252.582 MW/yıl elektrik enerjisi üretebileceği bulunmuştur. Jeotermal, hidrojen ve dalga enerjilerinin bulunmadığı belirlenmiştir. Adıyaman ili için bulunan yenilenebilir enerji potansiyeli miktarı ve bu miktardan elde edilen elektrik enerjisi, yapılacak yatırımlar ve projelerle değerlendirilebilir. Bu noktada yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak ekonomiye katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Yenilenebilir enerji, Adıyaman, güneş, biyokütle.

An Evaluation on Determination of Renewable Energy Potential of Adıyaman Province

Abstract: Increasing energy demand, oil, coal, natural gas, etc. As a result of being supplied from fossil fuels, natural resources are being depleted rapidly. Renewable energy sources, which are alternative to these resources, are increasing their importance. Moreover, global energy demand is estimated to be approximately 30 or 46 TW by 2050 and 2100. Renewable energy sources constitute an alternative at the energy point with the rapid depletion of fossil fuel energy sources. The use and importance of renewable energy is increasing day by day. In this study, the potential of Adıyaman province in terms of renewable energy sources such as solar energy, wind energy, geothermal energy, biomass energy, hydroelectric energy, wave and hydrogen energy were investigated. In the study Bepa (Biomass Energy Potential Atlas) Software Program, TÜİK (Turkey Statistics Institute) data, the Solar Med software program is used. As result of this study, it has been determined that the potential of renewable energy resources of Adıyaman city is 251,252 MW /year from solar, wind, hydroelectric energy, and annual electricity energy that can be produced theoretically from biogas energy potential is 1,330 MW / year. As a result, it has been found that the city of Adıyaman can generate 252,582 MW /year of electricity per year from renewable energy. It has been determined that geothermal, hydrogen and wave energies are not available. The amount of renewable energy potential found in Adıyaman province and the electrical energy obtained from this amount can be evaluated with the investments and projects to be made. At this point, it is aimed to contribute to the economy by using renewable energy sources.

Key words: Renewable energy, Adıyaman, solar, biomass.

1. Giriş

Dünya nüfusundaki artış, ekonominin gelişmesi, kentsel gelişim, yaşam standartlarındaki yükselme, sanayileşme ve teknolojik gelişmelerin hızlanmasına eşdeğer olarak dünya enerji tüketimi de giderek hızlanmaktadır [1]. Enerji, sanayinin gelişmesi ile birlikte hayati öneme sahip ihtiyaçlardan biri haline gelmiştir.

* Sorumlu yazar: tubaulum6743@gmail.com. Yazarların ORCID Numarası: ¹ 0000-0003-3481-5171, ¹ 0000-0002-9283-7654² 0000-0001-7603-7385

Aydınlatma sektöründe, üretimde, dönüşümünde, hayatın her alanında enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Enerji konusunun önemli ölçekte ön plana çıkmasının ana nedenleri; iklim değişikliği, fosil kökenli yakıtların bilinçsiz kullanımı, kullanılan bu fosil yakıtların tükenebilir olması, sera etkisinin artması, ülkelerin enerji ihtiyacını karşılamak için rekabetçi bakış açısına yol açan enerji temini sorunu olarak belirlenmektedir [2]. Fosil yakıtlar sonlu kaynaklar olup tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olurken, yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi ile birlikte hem talep edilen enerji sağlanmakta hemde çevreci, temiz enerji yöntemleri kullanılarak enerji üretimi yapılmaktadır. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılması ve önlenmesi de sağlanabilecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bu özelliği nedeni ile tercih edilmesi önem arz etmektedir [3]. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan biyokütle, enerji kaynaklarından elde edilen yakıtlardan birisi de biyogazdır. Biyogaz enerjisi çevre ve sağlık sorunlara yol açan organik atıkların işlenerek zararsız hale getirilmesi ve oluşan bu atıkların enerjiye dönüştürülmesini sağlayan teknolojilerden biridir. Yenilenebilir enerji üretiminde en ön sırada yer almaktadır [4].

Biyogaz hayvansal veya bitkisel organik atıklı hammaddelerden elde edilmektedir. Ayrıca biyolojik atıklar, gıda sanayi kaynaklı organik atıklar, mısır veya şeker pancarı gibi endüstri bitkileri ile hayvan besiciliğinde oluşan hayvansal dışkıları biyogaz tesislerinde hammadde olarak kullanılabilir [5]. Biyogaz, doğalgaz veya LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı) ile çalışan birçok cihazda, küçük modifikasyonlar yapılarak rahatlıkla kullanılabilir [6]. Küresel ısınmanın önemli etkenlerinden biri olan sera gazlarının miktarlarının azaltılması önemlidir. Metan küresel ısınmaya neden olan en önemli gazlardan biridir. Hayvansal atıklardan yayılan metan gazı aynı hacimdeki CO₂'den yirmi katı daha fazla sera gazı etkisine neden olmaktadır. Oysa biyogaz tesislerinde elde edilen metandan enerji eldesi oldukça avantajlıdır. Dolayısıyla biyogaz çevresel sorunlara neden olan şehirsel ve kırsal kesimdeki atıkların bertaraf ettiği için çevre dostu bir gaz görünümü oluşur [7].

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde yer alan bir diğer enerji kaynağı güneş enerjisidir. Güneş enerjisi tükenmez bir enerjidir. Temiz ve çevrecidir. İklim değişimi ve küresel ısınmaya etkisi minimumdur. Yılda 1.5 katrilyon (1.5×10¹⁵) MW/h güneşten enerji elde etmek mümkündür [8]. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde güneş enerjisinden sonra, rüzgâr kaynağı önemli bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi rüzgâr türbinleri aracılığıyla elde edilmektedir. Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2017 Enerji Faaliyeti Raporu'na göre Türkiye 1.387 MW RES (Rüzgâr Enerji Santrali) kuruluşu noktasında rüzgâr enerjisi sıralamasında Avrupa sıralamasında 3., dünya sıralamasında ise 7. konumda bulunmaktadır [9]. Jeotermal enerji ise; volkanik, magmatik ve aktif kırık sistemlerin etrafında oluşmaktadır. Yer kabuğunun farklı konum ve derinliklerindeki ısının meydana getirdiği; sıcak su, gazların ve sıcak buharların tamamına jeotermal enerji adı verilmektedir. Bu jeotermal kaynaklardan direkt veya dolaylı yollarla ısı ve elektrik üretimi sağlanır. Jeotermal enerji yenilenebilir, çevreci, temiz, sera etkisi düşüktür [10]. Bir diğer yenilenebilir enerji kaynağımız olan hidroelektrik enerji, Dünya'nın her yerinde yaygın olarak kullanılan suyun akış hızından yararlanılarak potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye çevrilmesi sonucu elde edilen bir enerji türüdür [11]. Hidroelektrik santraller elektrik üretimi dışında, suyun depolanması, sulama, sellerin önlenmesi gibi çeşitli amaçlar için de kullanılmaktadır. Ulusal bir enerji kaynağıdır. Sera gazının oluşmasına ve küresel ısınmaya neden olmaz. Rüzgârın neden olduğu büyük su kütlelerinin hareketinin oluşturduğu potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesine dalga enerjisi denilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde yer alan dalga enerjisi dalga açısından zengin, açık denizlerde, körfezlerde ve kıyılara kurularak elde edilir. Tükenmeyen, sürdürülebilir özellikleri olan enerji kaynağıdır [12]. Ülkemizin enerji ihtiyacının sağlanması, enerji noktasında dışa bağımlılığını en aza indirgeyebilmesi, yerli, güvenilir bir enerjiden faydalanması açısından yenilenebilir enerji son derece önemlidir [13].

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve hem tarım açısından hem de Türkiye'de önemli bir şehir olan Adıyaman'ın yenilenebilir enerji potansiyelinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsam neticesinde tek tek tüm yenilenebilir enerji kaynaklarının (Güneş, Rüzgâr, Hidroelektrik, Biyogaz Enerjileri) il düzeyindeki potansiyeli ve mevcut kullanım durumları ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Adıyaman ili coğrafi konumu nedeni ile Doğu Anadolu Bölgesi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi arasında geçiş vazifesi gören bir şehirdir. Bu da Adıyaman'ın Orta Fırat bölümü içinde yer aldığını göstermektedir. Adıyaman ilinin Kuzey noktasında Malatya ili, Batı noktasında Kahramanmaraş ili, Güneydoğu noktasında Şanlıurfa ili Güneybatıda Gaziantep, Doğuda ise Diyarbakır ili bulunmaktadır. Adıyaman ilçesinin bir kısmı Doğu Anadolu Bölgesinin içerisinde, diğer kısmı ise Akdeniz Bölgesi içerisinde yer almaktadır. Bu sebepten dolayı Adıyaman ili coğrafi durumu nedeniyle dört mevsimi yaşayan bir ilimizdir. Tarih boyunca birçok medeniyete ev sahipliği yapan Adıyaman ili Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Adıyaman ili; 39

derece doğu boylamı, 37 derece 25 dakika ile 38 derece 11 dakika kuzey enlemi, 37 derece ve arasında yer almaktadır. Yüzölçümü 7.614 km² olan Adıyaman İli gölleri ile beraber 7.871 km² olup, rakım değeri ise 669 m'dir [14]. Şekil 1'de Adıyaman ili ve ilçelerini gösteren bir harita verilmiştir.



Şekil 1. Adıyaman il ve ilçeleri [15].

Bu çalışmada, Adıyaman ili için Bepa yazılım programı kullanılarak ilk önce Adıyaman ilinin yüz ölçümü ve kullanılacak alan belirlendi. Daha sonra Bepa yazılım programı ve TÜİK verileri kullanılarak Adıyaman ve ilçelerinin 2019 yılı büyükbaş, küçükbaş, kanatlı kümes hayvan sayıları bulundu. Hayvansal atıklardan elde edilecek gübre miktarı tespit edilerek oluşacak biyogaz enerji miktarının belirlenmesi için hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamalar yapılmadan önce bazı kabuller yapılmıştır. Ergür ve Okumuş göre ve EİE (Elektrik İşleri Etüd İdaresi)'den alınan veriler dahilinde biyogaz enerji potansiyelini belirlemek için aşağıdaki formüller kullanılmıştır [16]. Bu kabuller ile ilgili detaylı bilgiler aşağıdaki Tablo1, Tablo2 ve Tablo3'te verilmiştir.

Tablo 1. Hayvan türlerinin ürettiği gübre miktarı [17].

Hayvan Adedi	Hayvan Kaynağının Cinsi	Gübre Miktarı (ton/yıl)
1	Büyükbaş Hayvanı	3.6
1	Küçükbaş Hayvanı	0.7
1	Kanatlı Kümes Hayvanı	0.002

Tablo 2. Birim hayvan gübresi başına birim biyogaz üretimi [17].

Gübre Cinsi	Gübre Miktarı(ton)	1ton Gübreden Elde Edilen Biyogaz (m ³ /yıl)
Büyükbaş Hayvanı	1	33
Küçükbaş Hayvanı	1	58
Kanatlı Kümes Hayvanı	1	78

Tablo 3. Hayvan türüne göre kuru gübre katsayıları [17].

Hayvan Cinsi	Kuru Gübre Katsayısının Oranı (%)
Büyükbaş Canlı Hayvan	65
Küçükbaş Canlı Hayvanı	13
Kanatlı Kümes Hayvanı	99

1m³ biyogaz ortalama 4,700-5,700 kcal/m³ ısı sağlayabilmektedir [17]. Biyogazın elektrik enerjisi olarak eşdeğerinin kabulü ise; EİE, Akbulut, Dikici'ye göre "1 m³ biyogazın elektrik eşdeğeri 4,70 kWh'dir [18]. Verilere bağlı olarak Adıyaman ilinin 2019 yılı büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı kümes hayvanı sayısına göre biyogaz, hayvansal gübre ve birim enerji eşdeğeri hesaplanmıştır.

Karbon Salınımı

Adıyaman ilinin biyogaz enerji potansiyelini elde edebilmek için elektrik enerjisi sonucunda karbon salınımının düşürülmesi noktasında küresel ısınmanın yaratacağı tehlikelerinde azaltılması mümkün olacaktır. Biyogaz enerjisinin bileşenleri; Metan (CH₄), Hidrojen sülfür (H₂S), Karbondioksit (CO₂), Azot (N₂), Amonyak (NH₃), Su (H₂O), Hidrojen (H₂), olarak toplam yedi bileşenden oluşmaktadır [19]. Elektrik tüketimine bağlı olarak karbon salınımı, elektrik tüketimi ve emisyon faktörünün çarpılmasıyla elde edilebilir. Emisyon faktörü değerleri üretilen elektrik miktarına bağlı olarak, birim emisyon değerinin üretilen toplam elektrik enerjisi miktarıyla belirlenebilir [20]. Ancak aşağıdaki formülde sadece CO₂'in salınım miktarını hesaplanmaktadır. Türkiye için birim kWh ve üretime bağlı salınım değeri '0.865664547' kg CO₂ olarak tespit edilmiş olup salınım değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır [18].

$$\text{Salınım Değeri (kgCO}_2\text{)} = \text{Üretilen Elektrik Enerjisi (kWh)} \times 0.865664547 \quad (1)$$

Adıyaman ilinin güneş enerji kaynakları potansiyeli için Solar Med Atlası yazılımı kullanılmıştır. Solar Med Atlas yazılımı ile ülkelerin ve illerin meteoroloji istasyonları noktasından, dünyadaki gözlem uydu verilerinin işlenmesinden veriler elde edilmektedir [19]. Hidroelektrik enerji kaynakları potansiyeli için Adıyaman DSİ (Devlet Su İşleri) İl Müdürlüğünden veriler alınmıştır. Toplamda 15 adet HES (Hidroelektrik Enerji Santrali) bulunduğu tespit edilmiş ve 15 adet HES'lere gidilerek veriler elde edilmiştir. Rüzgâr enerji kaynaklarının potansiyelinin belirlenmesi amacıyla Adıyaman Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğünden gerekli raporlar alınarak bilgi sağlanmıştır. Daha sonra belirtilen Sincik Rüzgâr Enerji Santrali ziyaret edilerek üretilen enerji miktarı tespit edilmiştir.

3. Bulgular

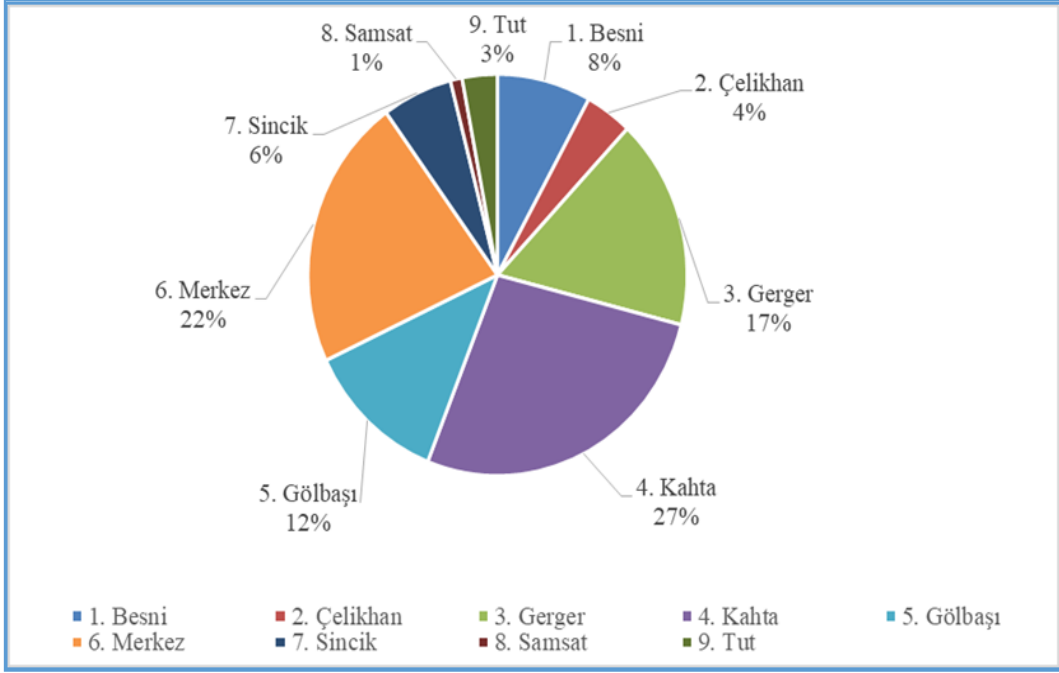
Adıyaman ili ve ilçeleri için 2019 yılı büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı kümes hayvan sayıları Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'te görüldüğü üzere toplam büyükbaş hayvan sayısı 91.771, toplam küçükbaş sayısı 297.730 toplam kanatlı kümes hayvan sayısı ise 278.939 olarak tespit edilmiştir.

3.1. Biyogaz potansiyeli ve enerji eldesi

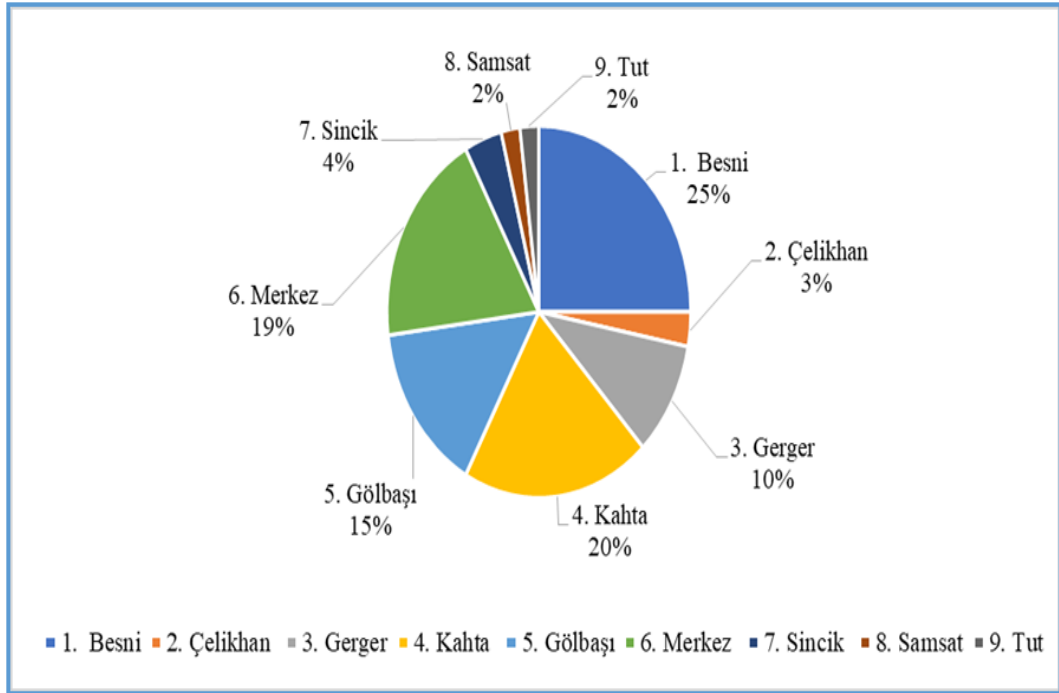
Tablo 4. Adıyaman ilinde bulunan mevcut hayvan sayılarının dağılımları [21].

İlçe Adı	Büyükbaş Hayvan	Küçükbaş Hayvan	Kanatlı Kümes Hayvanı
	Sayısı (Adet)	Sayısı (Adet)	Sayısı (Adet)
Merkez	20.075	55.266	46.140
Kahta	24.690	59.359	94.180
Besni	7.184	74.448	16.955
Gölbaşı	11.600	45.800	84.847
Gerger	16.139	29.765	7.360
Sincik	5.450	12.340	7.700
Çelikhan	3.323	8.275	650
Tut	2.622	7.403	8.207
Samsat	688	5.074	12.900
TOPLAM	91.771	297.730	278.939

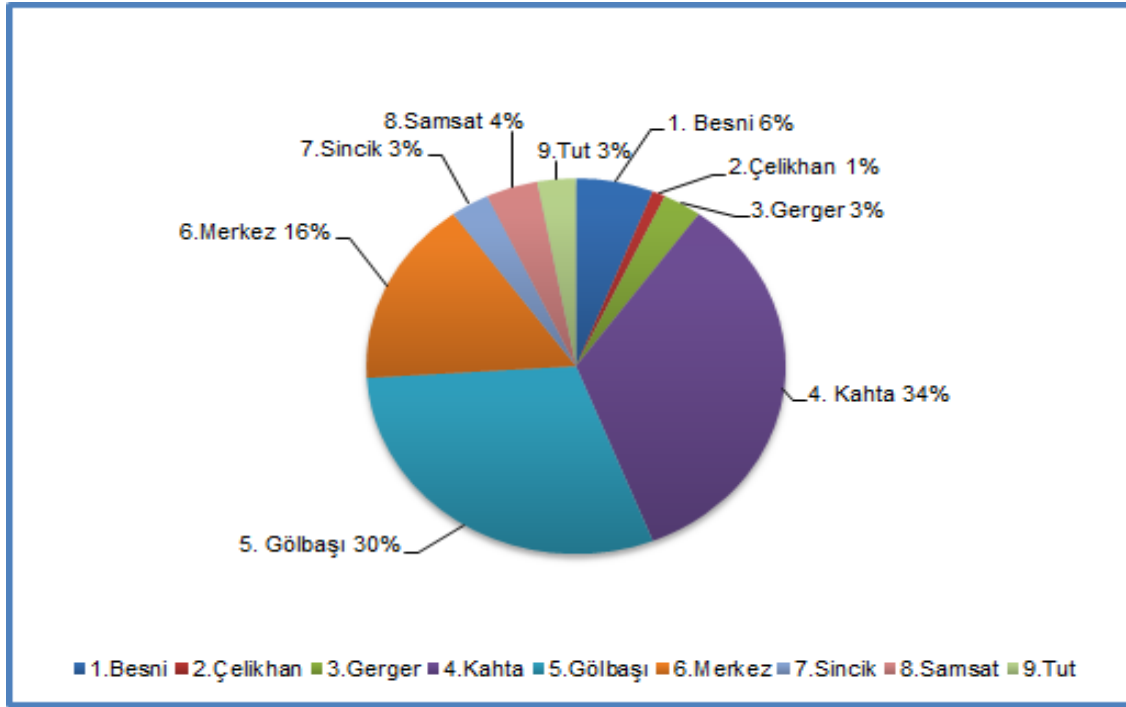
Adıyaman ilinin geçim kaynakları arasında hayvancılığın önemi ve mevcut hayvan sayıları göz önüne alınırsa biyogaz enerji üretimi için potansiyeli mevcuttur. Bu potansiyeli kaynak olarak kullanılacak olan hayvanların atık ve artık miktarları belirlenmektedir. Adıyaman İli büyükbaş canlı hayvanların yüzdeleri ilçelere göre dağılımı Şekil 2'de, küçükbaş canlı hayvanların yüzdeleri ilçelere göre dağılımı Şekil 3'te, kanatlı kümes hayvanlarının yüzdeleri ilçelere göre dağılımı Şekil 4'te verilmektedir.



Şekil 2. Adıyaman ili büyükbaş canlı hayvanların yüzdeler olarak ilçelere dağılımı



Şekil 3. Adıyaman ili küçükbaş canlı hayvanların yüzdeler olarak ilçelere dağılımı



Şekil 4. Adıyaman ili kanatlı kümes hayvanların yüzdelik olarak ilçelere göre dağılımı

Şekilleri irdelendiğinde Adıyaman ili biyogaz enerji üretimi için gerekli olan potansiyel yoğunluğun büyükbaş hayvanlarda %27'lik kısmı Kahta ilçesinde, %25'lik kısmı küçükbaş hayvanlar için Besni ilçesinde ve kanatlı kümes hayvanlarında ise %34'lük kısmı yine Kahta ilçesinde yer aldığı görülmektedir. Adıyaman ilindeki canlı hayvanların sayısı belirlendikten sonra mevcut bulunan hayvanların yıllık ortalama atık gübre miktarları hesaplanmıştır. Tablo 5'te ilçelere göre yıllık ortalama atık gübre miktarları verilmiştir.

Tablo 5. Adıyaman ilinde oluşacak hayvansal atıkların hayvan cinslerine ve ilçelere göre dağılımı

İlçe Adı	Büyükbaş Canlı H. Atık Atık Miktarı (ton/yıl)	Küçükbaş Canlı H. Atık Miktarı (ton/yıl)	Kanatlı H. Atık Miktarı(ton/yıl)
Merkez	72.270	38.686	10.150
Kahta	88.884	41.551	20.719
Besni	25.862	52.113	3.730
Gölbaşı	41.760	32.060	18.666
Gerger	58.100	20.835	1.619
Sincik	19.620	8.638	1.694
Çelikhan	11.962	5.792	14.3
Tut	9.439	5.182	18.055
Samsat	2.476	3.551	2.838
TOPLAM	330.373	208.408	68.290

Adıyaman ili merkez ve sekiz ilçesinin biyogaz enerji miktarı incelendiğinde, en yüksek oranın Kahta ve Merkez ilçelerinde olduğu görülmektedir. Ayrıca, Adıyaman ilinde büyükbaş canlı hayvanlardan yıllık toplam 330.373 ton, küçükbaş canlı hayvanlardan 208.408 ton, kanatlı hayvanlardan 68.290 ton atık elde edilmektedir. Tablo6'da Adıyaman ilinde hayvansal atıkları sonucunda oluşan enerji değeri verilmiştir.

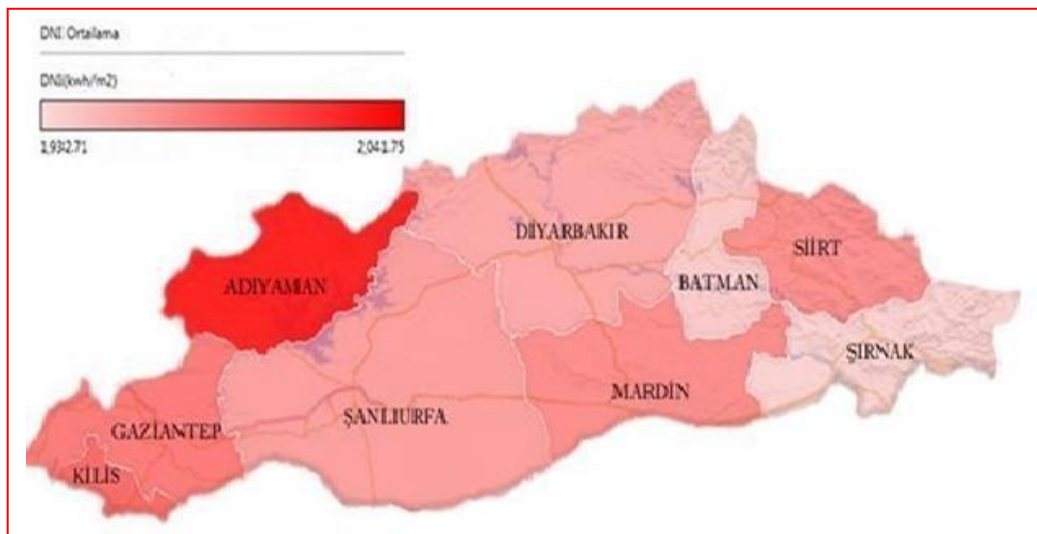
Tablo 6. Adıyaman ilinin hayvansal atıkları sonucunda oluşan enerji değeri analiz sonuçları

Hayvan Cinsi	Gübre Miktarı (ton/yıl)	Biyogaz Miktarı (m ³ /yıl)	Elde Edilebilecek Biyogaz (m ³ /gün)	Elektrik Enerjisi Eşdeğeri (kWh/gün)	Yıllık Elektrik Enerjisi (kWh)
Büyük Baş Hayvanlar	330.373	10.902.309	29.869	140.384	512.401
Küçük Baş Hayvanlar	208.408	12.087.664	33.116	155.645	568.104
Kanatlı Kümes Hayvanları	68.290	5.326.620	14.593	68.587	250.342
Toplam	670.071	29.036.593	77.578	346.616	1.330.847

Tablo 6 incelendiğinde, hayvansal atıkların toplam gübre miktarı 670.071 ton/yıl, tüm hayvan cinslerinden oluşan toplam biyogaz miktarı ise 29.036.593 m³/yıl' dır. Hayvansal atıklardan elde edilebilecek toplam biyogaz miktarı ise 77.578 m³/gün ve elektrik enerjisi eşdeğeri ise toplam 346.616 kWh/gün olarak hesaplanmıştır. Adıyaman ilinde bulunan mevcut enerji potansiyeli ilçe bazlarında incelendiğinde Merkez ve sekiz ilçesinde hayvansal atıklardan toplam 1.330.847 kWh yani diğer bir ifade ile 1.330 MW/yıl elektrik enerjisi üretilebilecek potansiyelinin olduğu tespit edilmiştir. Karbon salınımının azaltılması, fosil kökenli yakıtların kullanımının artması sonucunda oluşan karbon salınımı da artarak ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. Bu yüzden biyogaz enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması, elektrik enerjisinin üretiminin yapılmasının yanı sıra karbon salınımının da azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Adıyaman ilinde mevcut şartlar altında yapılan biyogaz enerji ile elektrik üretim yılda 1.330.847 kWh olup elektrik üretimine bağlı karbon salınım azalımı değeri ise 1.152.067 ton-CO₂ olarak hesaplanmıştır. Biyogaz ile üretilecek enerji miktarı Adıyaman ili ve ilçelerinin yıllık enerji miktarının dörtte birlik kısmını karşılayacak kapasite olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Güneş enerjisi potansiyeli ve eldesi

Adıyaman İli, bulunduğu konumu itibarıyla sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından bölgede bulunan birçok bölgeye göre avantajlı durumdadır. Solar Med Atlas yazılımından elde edilen il ve bu illere ait ilçelerin DNI (Direk Işınım Değeri) ve GHI (Global Işınım Değeri) güneş ışınım verileri incelenerek Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin ışınım değerlerinin gösterimi verilmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin direkt ışınım değerleri haritası Şekil 5'te aşağıda verilmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde DNI ortalaması 2.041 kWh/m²/yıl ile 1.932 kWh/m²/yıl değerleri arasında yer almaktadır.

**Şekil 5.** Güneydoğu anadolu bölgesinin DNI potansiyeli haritası [22].



Şekil 6. Güneydoğu anadolu bölgesinin yatay GHI potansiyeli haritası [22].

Bu verilere göre en yüksek GHI değeri Adıyaman ilinde ve en düşük ışınım değeri ise Batman ilinde olduğu görülmektedir. Şekil 7’de Adıyaman iline ait güneş enerjisi haritası verilmiştir.



Şekil 7. Adıyaman güneş enerji potansiyeli atlası [23].

Şekil 7’i incelendiğinde Adıyaman ilinin yüksek güneş enerjisi potansiyeli bulunmakta olup kuzey kesim noktalarına gidildikçe bu potansiyel değerinin arttığı görülmektedir. Adıyaman ilinin ortalama güneş ışınımı değerinin yaklaşık olarak 1.600-1.700 arasında olduğu görülmektedir. Aynı zamanda bu değerler kWh/m² olarak bir yılda alınabilecek toplam enerji miktarını ifade etmek için kullanılmaktadır. Adıyaman İlinin ortalama güneşlenme süresinin en yüksek olduğu Temmuz ayında 12.25 saat iken en düşük 4.01 saat ile Aralık ayında ölçülmüştür.

Adıyaman’ın ilinin yıllık ortalama güneşlenme süresi 8.11 saat olarak tespit edilmiştir. Adıyaman ili toplam güneş radyasyonunun en çok kaydedildiği ay Haziran ayıdır. Adıyaman ili gerek güneşlenme süresi gerekse güneş radyasyonu ortalamalarında Türkiye ortalamasının üzerindedir. Türkiye geneli toplam güneş radyasyonu Haziran ayında 6.57 kWh/m² gün iken Adıyaman ilinde bu değer 6.82 kWh/m² gün olarak gerçekleşmektedir. Adıyaman ilinde aktif olarak kurulu güneş enerji santralleri toplamda 12 adettir. Tablo 7’de detaylı olarak

gösterilmektedir. Tablo 8'i incelediğimizde Adıyaman ilinde toplam on iki adet aktif güneş enerji santrali bulunmaktadır. Bunların altı adedi Adıyaman Merkez'inde, dört adedi Gölbaşı ilçesinde, iki adedi de Kahta ilçesinde yer almaktadır. Adıyaman ilinde 10.3 MW kurulu gücünde güneş enerjisi sistemleri kurulmuş olup faaliyetlerine devam etmektedir. Adıyaman ili için yapım aşaması noktasında iki adet GES (Güneş Enerji Santrali) bulunmaktadır. Bunlar Besni Belediyesi ve Besni Şahin Halıgür firmalarına ait kurulu gücü ise 0,81 MW ve 0.47 MW olarak toplamda 1.28 MW olarak yapılmaktadır. Aynı zamanda yapılması planlanan Desun GES santrali 2.05 MW olarak enerjiye katkı sağlanması düşünülmektedir.

Tablo 7. Adıyaman ili aktif güneş enerji santralleri

SANTRAL ADI	İLÇE	FİRMA	KURULU GÜÇ (MW)
DSI Adıyaman GES	Merkez	DSI	2,00
SEVA GES	Kahta	SEVA	1,00
Adıyaman Gölbaşı GES	Gölbaşı	Ahmet Dağılımş	1,00
Ecoturco Adıyaman GES	Merkez	Ecoturco	0,99
Dehlevi Petrol Adıyaman GES	Kahta	Dehlevi Petrol Harfiyat	0,99
Kaplan GES	Merkez	Gafur Kaplan	0,94
Akmkent GES	Gölbaşı	Akmkent Enerji	0,50
Dağpen Plastik Adıyaman GES	Gölbaşı	Dağpen Plastik	0,50
Cihan PVC Adıyaman GES	Gölbaşı	Cihan PVC İNŞ.	0,47
GTC Dış Ticaret GES	Merkez	GTC Dış Ticaret	0,40
Akbulgur Gıda GES	Merkez	Akbulgur Gıda	0,38
Tekyılmaz Gıda GES	Merkez	Tekyılmaz Gıda	0,19
TOPLAM			10,3 MW

3.2. Rüzgâr enerjisi potansiyeli ve eldesi

Adıyaman ilinin rüzgâr enerji potansiyelini incelediğimizde Tablo 8'de görüleceği üzere sürekli devam etmesi ile yenilenebilir, çevre açısından temiz bir enerji kaynağı durumundadır. Adıyaman ilinin ortalama rüzgâr hızı 2.4 m/sn.dir [24]. RES (Rüzgâr Enerji Santrali) yatırım sistemlerinin ekonomik olarak çalışabilmesi için 7 m/s ya da üzerinde rüzgâr hızı gerekmektedir. Adıyaman'ın kuzey bölgelerinde ise, Gölbaşı, Tut, Sincik, Çelikhan ve Adıyaman Merkezinin kuzeyi 6.5-7 m/s hız sınırı aralığındadır.

Tablo 8. Adıyaman iline kurulabilecek rüzgâr enerji santralinin güç kapasitesi

Ortalama 50 m'de Rüzgâr Gücü (W/m ²)	Ortalama 50 m'de Rüzgâr Hızı(m/s)	Toplam Alan(km ²)	Toplam Kurulu Güç (MW)
300-400	6.8- 7.5	176.32	881.6
400-500	7.5- 8.1	50.96	254.8
500-600	8.1- 8.6	12.1	60.48
600-800	8.6-9.5	0	0
>800	>9.5	0	0
TOPLAM		239.38 km²	1.196.88 MW

Tablo 8'i incelediğimizde Adıyaman İlinde rüzgâr enerji santrali toplam 239.38 km²'lik bir alana kurulabilir ve toplam kurulu güç kapasitesinin ise 1.196.88 MW olduğu tespit edilmiştir. Adıyaman'ın batı ve kuzey kesimi rüzgâr enerjisi açısından yeterli potansiyele sahiptir ve yatırım yapılabilir yerler olarak yatırımcılara firmalara fırsatlar sunmaktadır. Adıyaman'ın kuzey doğusunda yer alan Sincik ilçesinin rüzgâr enerji santrali kurulması doğrultusunda uygun bir yer olduğu görülmektedir. Adıyaman'ın Sincik ilçesinin Alancık bölgesinde kurulu Sincik Rüzgâr Enerji Santrali bulunmaktadır.



Şekil 8. Adıyaman Sincik rüzgâr enerji santrali

Sincik Rüzgâr Elektrik santrali 25 MW kurulu gücü ile Adıyaman ilinin 5., Türkiye' nin ise 362. büyük enerji santralidir. Sincik RES'te 11 adet Rüzgâr Türbini kullanılmıştır. Santral ortalama 63.217.619 kilovatsaat elektrik üretimi gerçekleştirmektedir. Aynı zamanda 19.099 kişinin günlük hayatında (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi kurum, çevre aydınlatması vb.) ihtiyaç duyduğu tüm elektrik enerji ihtiyacını karşılayabilmektedir. Sincik Rüzgâr Santrali sadece konutların elektrik tüketimi dikkate alındığı takdirde ise 20.069 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek potansiyeli bulunmaktadır.

Adıyaman ili hidrolik enerji kaynakları bakımından oldukça zengin bir potansiyele sahip ilimizdir. Adıyaman ilinde 15 adet Hidroelektrik Enerji Santrali (HES) bulunmaktadır. Bu HES'lerin toplam kurulu gücü 214.756 MW faaliyet göstermektedir. Tablo 9'da Adıyaman ilinde bulunan HES'ler, yerleri ve kurulucu güçleri detaylı olarak verilmektedir. Tablo 9'u incelediğimizde 4 adedi Besni ilçesinde, üç adedi Sincik ilçesinde 2'şer adedi Gölbaşı, Çelikhan ve Tut ilçesinde, bir adet Merkez de bir adedi ise Kahta ilçesinde bulunmak üzere toplam kurulu HES'i onbeş tane dir. Toplam üretilen enerji 214.756 MW olarak hesaplanmaktadır. Bu HES'lerin yıllık ortalama enerji üretimi toplam 762.72 GWh/ yıl'dır. Kahta ilçesinde yapımına onay verilen Karakuş HES'in ise kurulu gücü 8.94 MW olarak bilinmektedir. Bununla beraber toplam on altı adet HES ve kurulu gücü 223.696 MW olarak ilin enerjisine katkı sağlanmaktadır.

Tablo 9. Adıyaman ilinde bulunan HES'ler ve ortalama gücü

HES ADI	İLÇE	KURULU GÜCÜ (MW)
Besni HES	Besni	0,272 MW
Bulam HES	Çelikhan	7,03 MW
Burç Bendi HES	Besni	27,9 MW
Çağlayan HES	Sincik	10,26 MW
Doğankaya HES	Tut	20,55 MW
Erkenek HES	Gölbaşı	13,028 MW
Gemiciler HES	Gölbaşı	8,40 MW
Kahta HES	Kahta	7,726 MW
Kaleköy HES	Besni	2,82 MW
Kandi HES	Sincik	16,342 MW
Koruköy HES	Merkez	3,03 MW
Pınar HES	Tut	30,09 MW
Sırımtaş HES	Sincik	27,934 MW
Şifrin HES	Çelikhan	6,744 MW
Murat HES	Besni	35,63 MW
TOPLAM		214,756 MW

Aynı zamanda yapılması planlanan, proje aşamasında olan Koçalı HES 38.6 MW kurulu güç ile 98.75 GWh yıllık enerji üretilmesi planlanmaktadır. Bu proje ile beraber ilin içme suyu ihtiyacının karşılanması, Adıyaman ile Kahta ilçesi arasındaki 18.119 ha kalan arazilerin sulanması ve büyük miktarda enerji ihtiyacının karşılanması öngörülmektedir. Adıyaman ili toplam 214.756 MW elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir.

4. Sonuç

Adıyaman ili için yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli detaylı olarak araştırılmıştır. Adıyaman ili, tarım ve hayvancılığın aktif olarak yapıldığı illerimizden biri olmasından dolayı biyogaz yatırımlarının cazip olacağı illerden biridir. Bu çalışma da hayvansal kökenli atıklardan elde edilebilecek biyogaz potansiyeli ve bu potansiyelin alansal dağılımı Bepa yazılımı kullanılarak incelenmiştir. Bu yazılım ile ilk olarak büyükbaş, küçükbaş, kanatlı kümes hayvanları Adıyaman Merkez ve sekiz ilçesi için hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda büyükbaş canlı hayvan sayısının 91.771 adet, küçükbaş canlı hayvan sayısının 297.730 adet ve kanatlı kümes hayvanının ise toplam 278.939 adet olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra hayvansal atıklar tablolar halinde verilmiş ve bulunan mevcut hayvansal atıklardan oluşabilecek biyogaz atık miktarından teorik olarak elde edilebilecek elektrik enerjisi potansiyeli belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalara göre, ilde bulunan atıklardan teorik olarak elde edilecek biyogaz potansiyeli 29.036.593 m³/yıl'dır. Yine bu potansiyele dayalı teorik olarak üretilebilecek elektrik potansiyeli 346.616 kw-h/gün ve yıllık 1.330.847 kw/h'dir. İl genelinde hayvansal kökenli atıklarından elde edilebilecek gübre miktarı ise 670.071ton/yıl olarak tespit edilmiştir. Daha sonra Solar Med Atlas yazılımı ile bölgedeki il ve ilçelerin DNI ve GHI güneş ışınım değerleri incelendi. Bu incelenmeler neticesinde Adıyaman ilinin güneşlenme süresi 2.961 saat/yıl ve 1.595 kwh/m²yıl Türkiye ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İl ve ilçelerin yer aldığı, direk normal ışınım değerlerinde en yüksek ışınım ili Adıyaman en düşük ise Şırnak ili olduğu ve yatay toplam ışınım değerlerinde ise en yüksek Adıyaman ilinde en düşük ise Batman olduğu belirlenmiştir. Adıyaman ilinde en fazla güneşlenme süresi Temmuz ayında gerçekleşirken, en az güneşlenme süresi Aralık ayında gerçekleşmektedir. Adıyaman ilinde aktif olarak faaliyet gösteren on iki adet GES bulunmakta ve toplamda 10.3 MW kurulu gücü bulunmaktadır. Rüzgâr Enerji Potansiyeli Atlası (REPA) kullanılarak rüzgâr enerji potansiyeli belirlendi. Daha sonra Adıyaman iline kurulabilecek rüzgâr enerji santrali gücü tablo halinde verilerek toplam kurulu güç kapasitesinin 1.196.88 MW ile 239.38 km² bir alan olduğu tespit edilmiştir. Adıyaman ili hidroelektrik enerji kaynakları bakımından oldukça zengin bir noktada yer almaktadır. Adıyaman ilinde mevcut olarak faaliyet gösteren 15 adet HES bulunmaktadır. HES'ler toplam 214.756 MW Kurulu gücü ile Adıyaman iline katkı sağlamaktadır. Adıyaman genelinde hidroelektrik santraller içme suyunun karşılanmasının yanı sıra gerek arazilerin sulanmasında gerek enerji ihtiyacının karşılanmasında bölgeye katkı sağlamaktadır. Adıyaman ili jeotermal, dalga ve hidrojen enerjisinden enerji elde noktasında yetersiz kaldığı mevcut koşullarda potansiyelinin bulunmadığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak; Adıyaman ilinin toplam yenilenebilir enerji potansiyeli güneş, rüzgâr, hidroelektrik enerjisinden toplam 251.252 MW/ yıl, iken biyogaz enerji potansiyelinden teorik olarak üretilebilecek yıllık elektrik enerjisi 1.330 MW/yıl'dır. Toplam yenilenebilir enerjiden sağladığı enerji miktarı ise; bir yılda 252.582 MW/yıl'dır. Bu sonuçlar neticesinde Adıyaman ili için Güneş enerjisi, daha sonra Hidroelektrik enerjisi, Biyokütle enerjisi ve en son olarak da Rüzgâr enerjisinin kullanılmasının daha faydalı olacağı tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- [1]. [1] Görgülü S, 2019. Burdur İlinin Hayvansal ve Bazı Tarımsal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi, El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 6(3), (543-557), 2019.
- [2]. [2] Adıyaman Ç, Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları. Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 163s, 2012.
- [3]. [3] Öden T, Çağdaş F. ve Tüzün N, 2009. 5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu. Diyarbakır, 225s.
- [4]. [4] Avcıoğlu O, Türker U, Atasoy D, Koçtürk D, Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler Biyoyakıtlar. Nobel Akademik Yayıncılık, 2011.
- [5]. [5] Çetinkaya H. 2016. Biyogaz. Fırat Kalkınma Ajansı, Yenilenebilir Enerji Projeleri.
- [6]. [6] Gürel A, Tekirdağ İlinin Keşfedilmeyen Değerlerinden Biyogaz Potansiyeli, Tekirdağ Değerleri Sempozyumu, Ege Basım, Ataşehir- İstanbul, 62-75s. 2010.
- [7]. [7] Tolay M, Yamankaradeniz H, Yardımcı S, Reiter R, Hayvansal Atıklardan Biyogaz Üretimi, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES, İstanbul, 2008.
- [8]. [8] Karaca, C., Güneş ve Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretimi Sistemi Tasarımı. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 114s, 2012.
- [9]. [9] Güneş, M.A., 2009. Türkiye'nin Enerji Sorunu İçin Alternatif Çözüm Önerileri ve Rüzgâr Enerjisinin Önemi. Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 121s.

- [10]. [10] Yılmaz, Ö., 2016 Enerji Ekonomi Politliğinde Yenilenebilir Enerjinin Değişen Rolü ve Türkiye Açısından Önemi. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 136s.
- [11]. [11] Karagöl, İ.T. ve Kavaz, İ., 2017. Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Analiz, 197s.
- [12]. [12] Akkurt Ş, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Çevresel Etkileri ve Kayseri Örneği. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 123s, 2016.
- [13]. [13] Tunçez, F, 2018. Ereğli Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi, Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, Sayı 1(1):17.
- [14]. [14] Adıyaman ili 2019 yılı çevre durum raporu, Adıyaman Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2019. [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Adıyaman_icdr2016\(1\).pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Adıyaman_icdr2016(1).pdf).
- [15]. [15] <http://www.cografyaharita.com>.
- [16]. [16] Ergür O, ve Okumuş F, Cost and Potential Analysis of Biogas in Eskişehir. Uludağ University, Journal of The Faculty of Engineering, Bursa, 6s, 2010.
- [17]. [17] Elektrik İşleri 13 Etüd İdaresi, 2019.
- [18]. [18] Akbulut A, ve Dikici A, Elazığ İli’ nin Biyogaz Potansiyeli Ve Maliyet Analizi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi.2(2): 36-41, 2004.
- [19]. [19] Deviren H, İlkılıç C, ve Aydın S, Biyogaz Üretiminde Kullanılabilen Materyaller ve Biyogazın Kullanım Alanları Batman Üniversitesi, Yaşam Bilimleri Dergisi, 7(2): 2, 11s, 2017.
- [20]. [20] Brander M, Sood A, Wylie C, Haughton A, and Lovell J, Electricity-Specific Emission Factors for Grid Electricity,