



Examining the Potential of Sivas' Renewable Energy Resources and Providing its Energy Demand in Protecting the Environment and Energy Resources

Sevda Özel^{1,a,*}

¹Department of Geophysics Engineering, Faculty of Engineering, Sivas Cumhuriyet University, 54104, Sivas, Turkey

*Corresponding author

Review Article

History

Received: 16/11/2023

Accepted: 28/12/2023

ABSTRACT

In this article, research and examinations were carried out according to the purpose, and the results regarding renewable energy resources for Sivas were obtained and interpreted. Later, the maps prepared by institutions and organizations were arranged according to the purpose and added to the article. Finally, these were examined together. Accordingly, it was determined that Sivas' renewable energy potential is high and diverse. It was stated that the most important reason for this is the richness of its geographical, topographic and meteorological features, as well as its geology due to its basin feature. It was determined that being more than 1250 m above sea level and rich in plains, plateaus, mountains and rivers provide significant advantages. For this reason, it was determined that a serious energy production was achieved, especially in electricity generation, with HEP (Hydroelectric Power Plant), WPP (Wind Power Plant) and SPP (Solar Power Plant) power plants. It was determined that various productions were made with other power plants and the diversity increased. As a result, it was determined that renewable energies have an important place in Sivas' energy resource needs and that investments to add new ones to existing power plants continue. It is thought that in the future, Sivas' energy needs can be met with renewable and clean energy. Thus, air, water and soil pollution in Sivas can be reduced and pollution can be prevented. It was also stated that preparation should be made for the situation of overproduction and new national-international strategies should be developed.

Keywords: Sivas (Türkiye), renewable energy, energy source, productions, environmental protection, sustainability.

Çevre ve Enerji Kaynaklarını Korumada Sivas'ın Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Enerji Talebini Karşılamanın İncelenmesi

Copyright



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Öz

Bu makalenin amacına yönelik araştırma ve incelemeler yapılarak, Sivas için yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin sonuçlar elde edilmiş ve yorumlanmıştır. Bu amaçla araştırmalardan elde edilen bilgilere göre önce tablolar hazırlandı. Daha sonra kurum ve kuruluşların hazırladığı haritalar amaca göre düzenlenip, makaleye eklendi. Son olarak, bunlar birlikte irdelendi. Buna göre, Sivas'ın yenilenebilir enerji potansiyelinin yüksek ve çeşitli olduğu belirlendi. Bunun en önemli nedeninin, havza özelliğinden dolayı jeolojisinin yanı sıra, coğrafi, topografik ve meteorolojik özelliklerinin zenginliğinin etkili olduğu ifade edildi. Deniz seviyesinden 1250 m'den daha fazla yüksek olması, ova, yayla, dağ ve akarsu zenginliğinin önemli avantajlar sağladığı belirlendi. Bu nedenle HES (Hidroelektrik Santral), RES (Rüzgar Enerji Santrali) ve GES (Güneş Enerji Santrali) ile özellikle elektrik üretiminde ciddi bir enerji üretimi sağlandığı belirlendi. Diğer santrallerle de çeşitli üretimler yapıldığı ve çeşitliliğin arttığı belirlendi. Sonuç olarak, Sivas'ın enerji kaynağı ihtiyacı içerisinde yenilenebilir enerjilerin, önemli bir yer tuttuğu ve mevcut santrallere yenilerinin eklenmesine yönelik yatırımların devam ettiği belirlendi. Gelecekte, Sivas'ın enerji ihtiyacının yenilenebilir ve temiz enerji ile karşılanabileceği düşünülmektedir. Böylece, Sivas'ta hava, su ve toprak kirliliğinin azalması sağlanabilir ve kirlilik önenebilir. Ayrıca, aşırı üretim durumuna hazırlık yapılması ve yeni ulusal-uluslararası stratejilerin geliştirilmesi gerektiği de ifade edildi.

Anahtar Kelimeler: Sivas (Türkiye), yenilenebilir enerji, enerji kaynağı, ürünler, çevresel koruma, sürdürülebilirlik.

sozel@cumhuriyet.edu.tr



How to Cite: Özel S (2023) Examining the Potential of Sivas' Renewable Energy Resources and Providing its Energy Demand in Protecting the Environment and Energy Resources, Journal of Engineering Faculty, 1(2): 105-117

Çevre-Enerji Kaynakları ve Dünya-Türkiye’de Üretilen Enerjiler

Çevre ve enerji kaynakları ilişkisi

Çevre ve enerji kaynakları birbirinden bağımsız değildirler. Tüm enerji kaynakları çevrenin zaten içinde olan kaynaklardır. Bu nedenle birbiriyle ilişkili değerlendirilmelidir. Bilindiği gibi insanların ve diğer canlıların-bitkilerin yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortama çevre denir. Başka bir ifadeyle, doğal ve yapay ortamların bir arada olduğu, en küçük bir organizmanın bile var olduğu ortam ya da şartları olan sürdürülebilir yaşamsal alanların hepsi, çevre olarak tanımlanabilir. Diğer yandan sağlıklı bir yaşamın sürdürülmesi ise ancak sağlıklı bir çevre ve enerji kaynakları ile mümkündür. Bu nedenle, günümüzde çevresel sorunlar ve etkilerinin olması ve talebi karşılayacak yeterli enerjinin olmaması, tüm toplumlarda karşılaşmak istemedikleri bir durumdur. Bunun temel nedeni, insanların ve diğer canlıların-bitkilerin, yaşamlarını ve karşılıklı olarak etkileşim içindeki yaşam boyu ilişkilerini sürdürebilmeleri için gerekli her türlü enerji kaynağının sürdürülebilir olmamasıdır. Yaşamsal bir ihtiyaç olan enerji olduğu sürece, yaşamsal bir çevre de olasıdır. Dolayısıyla doğal ve yapay ortamların bir arada olduğu bir ortamda her canlının var olabilme koşulu, hayatta kalabilmesini sağlayan enerji türlerine sahip olması ile mümkündür. Bu durum, günümüz toplumsal hayatı için de geçerli olan bir gerçekliktir. Bu nedenle enerji kaynağı olması, gerekli ve zorunlu olan yaşamsal bir gereçtir. Aynı zamanda, çevresel sorunlar ve bunların etkilerinin, enerji kaynaklarını olumsuz yönde etkilememesi de istenen bir durumdur. Çünkü çevre sorunlarının ve enerji kaynakları ihtiyacının artmasının temel sebepleri birbiriyle ilişkidir. Örneğin nüfus artışı, yetersiz enerji, eğitimdeki aksaklıklar, çarpık kentleşme, bir bölgede yoğun kentleşme ve kontrolsüz nüfus artışı (göç, sığınma, mülteci, vb) olması, sağlıksız sanayileşme, azalan ve tükenen canlı-bitki türleri/enerji kaynakları ve iklim değişikliği (toprak, su, hava kirliliği ve kuraklık kaynaklı kayıplar) günümüzdeki temel sebeplerdir. Ancak tüm bunların, başlıca insan kaynaklı kirliliğin ve kirlilik endüstrisiyle birlikte enerji talebinin artarak devam etmesinden ortaya çıktığı da açıkça gözlenmektedir. Bu nedenle günün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamak zorunludur. Bu ise sürdürülebilirlikle sağlanabilir ve bunun için “sürdürülebilir kalkınma-çevre bilinci-yaşanabilir dünya” bir döngü ve dönüşüm içinde süreklilik içermelidir. Çevre ve enerji kaynakları veya sorunları/etkileri bir bütün olarak düşünülmalıdır. Yaşam kalitesinin sürdürülebilir olması buna bağlıdır. Aksi takdirde, su-toprak-hava kirlilikleri başta olmak üzere diğer

kirlilik türleri (gürültü, görüntü, koku) ile de karşılaşılacaktır. Özellikle su-toprak-hava kirlilikleri tükenen enerji kaynaklarıyla birlikte, bunlar kaynaklı sürdürülebilir yaşamsal kaynakların korunmasını sağlamak için olduğu gibi, yeni türde başka enerji olanaklarını da düşündürmektedir. Çünkü yenilemez enerji kaynakları (kömür, petrol, doğalgaz, U, Th) hem tükenmekte hem de çevre sorunlarına temel kaynaklar oluşturmaktadırlar. En önemlisi de toprak, su ve hava kirliliği olarak çevreyi kirletirken, yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, su, rüzgar, jeotermal, vd.) kullanılmasını da tehlikeye düşürmektedir. Örneğin temiz su olmazsa HES (Hidroelektrik Enerji Santrali)’ler kullanılamaz, hava kirliliği olursa yeterli güneş kaynağı olmaz. Bu yüzden günümüzde yenilemez enerji kaynaklarına alternatif yenilenebilir ve temiz enerji kaynakları geliştirilmiştir. Enerji üretmede gittikçe artan ve tercih edilen enerji kaynakları olarak çevre dostu kaynaklar, artık öncelikli kullanılmaktadırlar. Örneğin elektrikli araba, jeotermal su ile kentsel yapıları veya işletmeleri ısıtma, tarım yapma, elektrik enerjisi üretme, organik evsel ve tarımsal atıklarla elektrik enerjisi üreterek enerji ihtiyacının karşılanması gibi daha birçok örnek, modern yaşamda yerini aldı. Arge çalışmaları devam ederken, bunlara her gün yeni kullanım türleri ve enerji üretme teknikleri ve teknolojileri eklenmektedir veya enerji üretim kapasitesi artırılmaktadır.

Dünyada ve Türkiye’de enerji kaynaklarının ve üretilen enerjinin genel durumu

Dünyada ve Türkiye’de enerjinin genel durumuna bakıldığında, gelişen teknolojiler sayesinde enerji kaynağı çeşitliliğinin de artmasıyla birlikte, çeşitli enerji üretim türleri ortaya çıkarma fırsatı da oluşmuştur (Tablo 1). Örneğin kömür önce bir ısınma aracı iken zamanla elektrik de üretilen ve çeşitli sanayiler için hammadde kaynağı da olan bir enerji kaynağına dönüşmüştür. Benzer şekilde petrol ve diğerleri için de örnekler çoğaltılabilir. Ancak, dünyada olduğu gibi Türkiye’de de özellikle artan nüfus, artan kentleşme ve sanayileşme ile paralel olarak, enerjiye olan talep de artmaktadır. Enerjiler veya ham maddelere, ister yenilenebilir ister yenilenebilir enerji kaynağı ile üretilsin ihtiyaç her geçen gün artıyor. Bu enerji türleri ve üretilen ürünler Çizelge 1’de karşılıklı verilmektedir. Çizelge 1’de görüldüğü üzere yenilenebilir ve yenilemez en çok kullanılan enerji kaynakları ve en çok üretilen enerjiler ülke/bölge/yer ile sıralanarak tabloda sunulmaktadır. Bu makale için hazırlanan Tablo 1’e göre, Türkiye’de tüm yenilenebilir enerji türleriyle üretim yapıldığı görülebilir. Dolayısıyla gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarıyla daha fazla alanda daha çok enerji üretimi yapılacağı da söylenebilir.

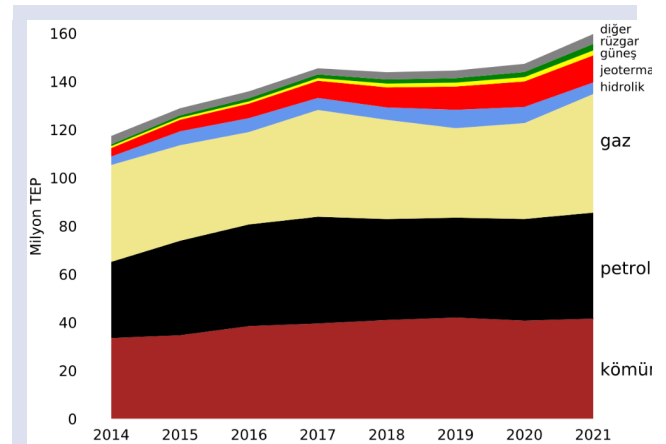
Çizelge 1. Dünya’da ve Türkiye’de enerji türleri ve en çok üretim yapılan yerleri.

Table 1. Types of energy and the places where they are most produced in the world and in Turkey.

Dünya’da günümüzde YENİLENEBİLİR enerji kaynağı türleri ve en çok üretim yapılan ülke	Dünya’da günümüzde YENİLENEMEZ enerji kaynağı türleri ve en çok üretim yapılan ülke	Türkiye’de günümüzde YENİLENEBİLİR enerji kaynağı türleri ve en çok üretim yapılan il/bölge	Türkiye’de günümüzde YENİLENEMEZ enerji kaynağı türleri ve en çok üretim yapılan il/bölge
Hidrolik enerji (Çin)	Kömür (Çin)	Hidroelektrik enerji (Şanlıurfa)	Kömür (Zonguldak, Manisa)
Güneş enerji (Çin)	Petrol (Suudi Arabistan)	Güneş enerji (Bingöl)	Petrol (Batman)
Biyokütle Enerjisi (ABD)	Doğal gaz (ABD)	Biyokütle enerji (İstanbul)	Doğalgaz (Trakya bölgesi)
Rüzgar enerji (Çin)	Uranyum (Kazakistan)	Rüzgâr enerji (İzmir)	
Jeotermal enerji (ABD)	Toryum (Hindistan)	Jeotermal enerji (Aydın)	
Dalga ve gel-git enerjisi (İngiltere)		Dalga enerjisi (ilk Sakarya, Ege ve Batı Karadeniz bölgesi)	
Hidrojen enerjisi (Çin)		Hidrojen enerjisi (Bozcaada, Güney Marmara)	

Türkiye’de enerji kaynakları genel durumu incelendiğinde ise 2023 yılı Mart ayı sonu itibarıyla kaynaklara göre dağılımı; %30.3’ü hidrolik enerji, %24.3’ü doğal gaz, %20.9’u kömür, %11’i rüzgâr, %9,4’ü güneş, %1.6’sı jeotermal ve %2.5’i ise diğer kaynaklar şeklindedir (Şekil 1). Türkiye’de yenilenemez enerji talebi yeterli üretim yapılmadığı için farklı kaynaklardan karşılanmaktadır. Buna göre ülkemizde yenilenemez kaynaklarla üretilen enerjiler farklı kaynaklarla desteklenmektedir. Örneğin ham petrol Irak, Rusya, Suudi Arabistan, Kuveyt ve Kazakistan’dan ithal edilmektedir [1]. Türkiye’de kömür, en çok düşük kaliteli olan linyittir. Aynı zamanda Türkiye’de sera gazı emisyonlarının üçte biri kömürden ortaya çıksa da Türkiye’nin enerji politikası kömür santrallerini mali olarak desteklemeye devam etmektedir. Türkiye’nin doğal gazda dışa bağımlılığı %98.8’dir ve doğal gazın %50’si elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Türkiye doğal gazı talebini kalan kısmını ise başta en çok Rusya olmak üzere İran, Azerbaycan, Cezayir ve Nijerya’dan sağlamaktadır. Ancak son yıllarda Türkiye’de Karadeniz başta olmak üzere birçok yerde yeni doğalgaz alanları keşfedilmesine rağmen, bu enerji kaynağı yenilenemez bir kaynaktır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme devam edecektir. Tablo 1 ve Şekil 1’de incelenirse, Türkiye’de yenilenebilir enerji talebi sürmekte olup, bu konuda önemli bir ihtiyacı karşılayacak enerji üretimi de oluşmaya başlamıştır.

Türkiye’de üretim yapmada kullanılan yenilenemez enerji kaynağı türleri listesine göre petrolde Batman, kömürde Zonguldak-Manisa, doğalgazda Trakya bölgesi ilk sıradadır. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun (EPDK), 2020 yılı doğal gaz sektör raporuna göre ise Türkiye’de doğal gaz üretimi yapılan iller Adıyaman, Çanakkale, Düzce, Edirne, İstanbul, Kırklareli ve Tekirdağ olarak en çok üretim yapılan illerdir [2].



Şekil 1. Türkiye’de birincil enerji arzında, enerji türüne göre talep edilen enerji paylarının ulusal enerji denge tablosu [1].

Figure 1. National energy balance table of the energy shares demanded by energy type in the primary energy supply in Turkey [1].

Diğer yandan, Türkiye’de kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı türleri listesine göre Türkiye temiz enerji haritasında, İzmir rüzgar, Konya güneş, Aydın jeotermal, Şanlıurfa hidroelektrik ve İstanbul biyokütle alanında kapasite olarak lider şehirlerdir. Ayrıca, Bingöl’deki Aşağı Kaleköy Hibrit Güneş Enerji Santrali Tesisi (GES) Türkiye’nin ilk ve Avrupa’nın en büyük, dünyanın ise ikinci büyük hibrit enerji santralidir. Bozcaada’daki hidrojen enerjisi santralinde ise hidrojen üretim yöntemlerinden suyun direkt elektrolizi ile üretim yapılmaktadır. Dalga enerjisi ise ilk Sakarya’da kurulmuş olup, günümüzde Ege ve Batı Karadeniz en iyi üretim bölgesi olarak ilk sıradadır. Dolayısıyla gelecekte Türkiye’de en çok üretim yapılan illere göre enerji türü

listesi Tablo 1’de görünenden farklı olacaktır. Tablo 2’de ise Türkiye’de yenilenemez ve yenilebilir enerji türlerine göre en çok yapılan üretim türleri sunulmaktadır. Buna göre yenilenebilir enerji kaynağı çeşitliliğinin fazlalığı ve üretilen enerji türleri çeşitliliği dikkat çekmektedir. Nükleer enerjide ise U ve Th ile ısı ve elektrik üretimi yapılmaktadır. Doğalgaz, kömür ve petrol, ısı ve elektrik üretimi sağlamada kullanılırken, petrol hammadde üretimi sanayide malzeme (deterjan, plastik, kozmetik ürünlerinin ve diğer kimyasalların üretiminde) üretiminde, benzin, mazot, asfalt, zift, katran üretiminde ve kömür

yakıt ve çeşitli sanayilerinde hammadde ve farklı amaçlar için kullanılmaktadırlar. Dolayısıyla Türkiye’de bu yenilenemez enerji kaynaklarıyla hala üretim devam etmektedir. Oysa günümüzde dünyada olduğu gibi Türkiye’de de bu enerjilerin dışında yenilenebilir kaynaklar da artık yaygın olarak kullanılmaktadır (Tablo 2). Tablo 2’de sunulduğu gibi Türkiye’de en yaygın enerji kaynakları ve elde edilen enerji/üretim türleri gelecekte çoğunlukla yenilenebilir enerji kaynaklarıyla sağlanabilir ve üretilen enerji ve ürünlerde daha fazla çeşitlilik olabilir.

Çizelge 2. Türkiye’de enerji türleri ve bunlara göre yapılan üretimler.
Table 2. Types of energy in Turkey and production based on them.

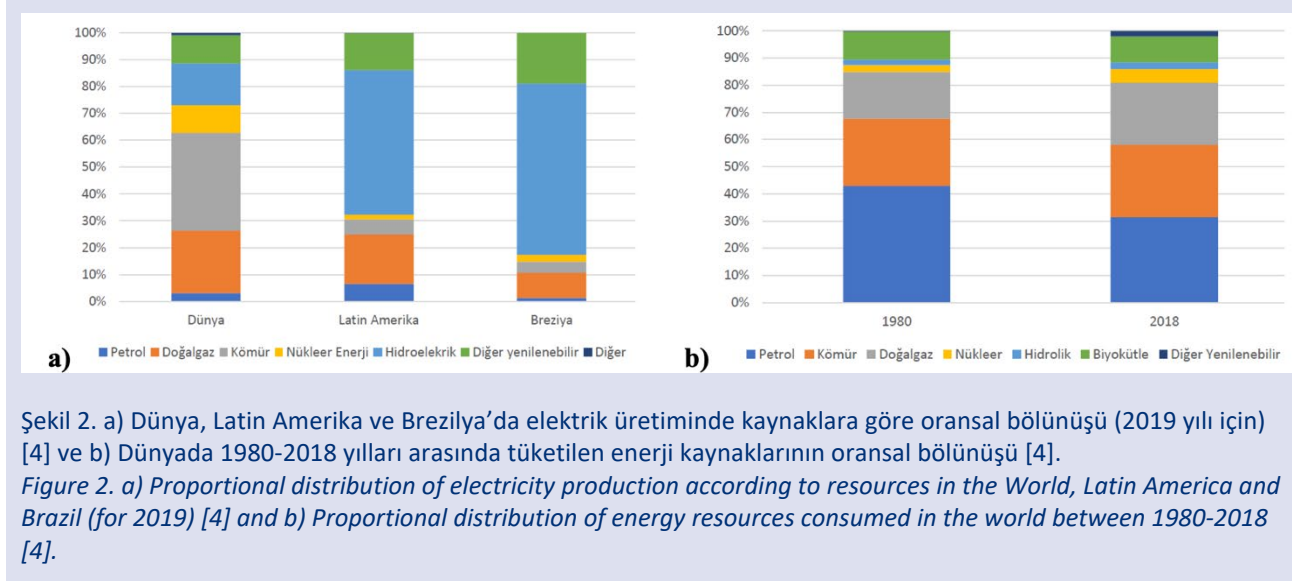
YENİLENEMEZ enerji kaynağı	YENİLENEMEZ enerji ile yapılan üretim	YENİLENEBİLİR enerji kaynağı	YENİLENEBİLİR enerji ile yapılan üretimler
Kömür	Isı ve elektrik üretimi, hammadde üretimi	Hidrolik enerjisi	Elektrik üretimi
Petrol	Isı ve elektrik üretimi, hammadde üretimi	Güneş enerjisi	Isı ve elektrik üretimi
Doğal gaz	Isı ve elektrik üretimi	Biyokütle Enerjisi	Biyogaz, etanol, hidrojen, metanol, metan, motorin yakıtlarının üretimi, ısı-elektrik üretimi
Uranyum	Isı ve elektrik üretimi	Rüzgar enerjisi	Isı ve elektrik üretimi
Toryum	Isı ve elektrik üretimi	Jeotermal enerji	Isı ve elektrik üretimi, CO ₂ üretimi, turizm, sağlık
		Dalga ve gel-git enerjisi	Elektrik üretimi
		Hidrojen enerjisi	Isı ve elektrik üretimi

Sonuç olarak, Türkiye’nin küresel enerji ticaretindeki rolü önemlidir. Türkiye, kendi bölgesinde, enerji ticaretinde merkez ülke konumuna ulaşmayı amaçlamaktadır. Bu hedefe yönelik olarak, bölgede önemli doğalgaz ve petrol boru projelerini hayata geçirmiş veya hayata geçirilmesine de öncülük etmiştir (Bakü-Tiflis-Ceyhan ham petrol boru hattı (BTC), Güney Kafkasya doğal gaz boru hattı (SCP), Bakü-Tiflis-Erzurum (BTE) doğal gaz boru hattı, Türkiye-Yunanistan doğal gaz enter konektörü (ITG), Trans Anadolu doğal gaz boru hattı (TANAP), Türk akım ve Trans Adriyatik boru hattı (TAP) projeleri). Bunlar dikkate alındığında, Sivas aynı zamanda bu hatlardan bazılarının geçiş güzergahı üzerinde (Sivas’ın doğusu) olduğu için önemli bir konumdadır. Bu nedenle yenilenemez enerji kaynaklarının geçtiği hatlar üzerinde olmasına rağmen, yenilemez enerji kaynaklarına da yatırım yapılan bir ildir [3]. Ayrıca özellikle jeotermal, rüzgar, güneş, su kaynaklı enerjiler başta olmak üzere, kaynak türü ve üretilen ürün çeşitliliği de artmaktadır. Örneğin, sahip oldukları zengin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli nedeniyle Latin Amerika ülkeleri diğer ülkelere göre daha fazla oranda yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaktadırlar [4] (Şekil 2.a). Bölgede özellikle son yıllarda başta hidrolik enerji olmak üzere rüzgâr, güneş ve modern biyokütle kaynaklarına bağlı bir üretim-tüketim dengesi söz konusudur. Bu şekilde, dünyada da hem fosil enerji kaynakları yönü ile dışa bağımlılık azalmakta, hem de

çevre konusunda olumlu adımlar da atılmaktadır [4] (Şekil 2.b). Dolayısıyla hem Türkiye hem de Sivas için yenilenebilir enerji potansiyeli mutlaka ilgili kurum ve kuruluşlarca, gündemde ve değerlendirmede olan bir konu olacaktır. Bu konuda [5] çalışmasında Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarından zengin bir altyapıya ve hammaddeye sahip olması nedeniyle yatırımların artırılması ve yaygınlaşması sağlandığında, dışa bağımlılığın azaltılmasının hedeflenebileceği gibi gelecekte temiz, güvenilir ve yenilenebilir enerjinin Türkiye’nin ekonomik kalkınmasına fayda da sağlayacağını ifade etmesi dikkat çekmektedir. [6] ise Türkiye ve OECD ülkelerinin biyokütle kaynaklı elektrik enerjisi üretimini araştırarak bunu etkileyen değişkenlerin etkinlik derecesinin belirlemiş ve Türkiye’nin gerekli stratejilerinin belirlenmesine katkısını incelemiştir. Böylece biyokütle ve atıklardan elde edilen enerji üretimi üzerinde Türkiye’nin etkili bir değişken olduğunu ortaya koymuştur.

Diğer yandan [7] çalışmasında önemli bir sıcaklık derecesi olarak >100 OC için ülkenin jeotermal potansiyelini hesaplamıştır. [8] ise 100 ve 500 m derinlik için ülkedeki jeotermal kaynakların büyüklüğünü ve buralardan elde edilebilecek güç üretim potansiyellerini belirlemek için Türkiye’nin yeraltı jeotermal sıcaklık dağılımını belirleyen ek bir çalışma daha yapmışlardır. Buna göre ise mevcut ilksel bilgiler ışığında 100-500 m derinlikler için hesaplanmış sıcaklık dağılımı haritalarını

hazırlayarak üretim potansiyelinin arttırılabileceğini göstermişlerdir. [9] çalışmalarında, jeotermal kaynakla elektrik üretim miktarının arttırılması yönünde çalışmaların devam etmesinin ülke ekonomisi için önemli olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 2. a) Dünya, Latin Amerika ve Brezilya’da elektrik üretiminde kaynaklara göre oransal bölünüşü (2019 yılı için) [4] ve b) Dünyada 1980-2018 yılları arasında tüketilen enerji kaynaklarının oransal bölünüşü [4].

Figure 2. a) Proportional distribution of electricity production according to resources in the World, Latin America and Brazil (for 2019) [4] and b) Proportional distribution of energy resources consumed in the world between 1980-2018 [4].

[10] ise Türkiye’nin termal su kaynaklarını coğrafi açıdan değerlendirerek, güneydoğu Anadolu bölgesi dışında iyi bir potansiyel olması nedeniyle ısı ve elektrik üretimine önem verilmesini ve tarım ve turizmde daha fazla yatırım yapılarak bu eksikliğin giderilmesini de önermiştir. [11] ise jeotermal santral miktarından ve atıklarından dolayı çevrenin korunmasına dikkat çekerek ve jeotermal enerjinin gelecekteki önemini de vurgulayarak birçok öneride bulunmuştur. Bu önerilerden en önemlisi termik santrallerle karşılaştırarak yaptığı öneridir. Bu santral türlerinin çevresel sorunlarını ve etkilerini sıralayarak, toprak ve su kirliliği sorunlarının boyutu nedeniyle yeniden jeotermal rezervuar değerlendirmesi yapıлып, önlem alınmasını önermiştir. Benzer çevre sorunları ve etkileri, diğer yenilenebilir enerji türlerinde de ortaya çıkmaktadır. Bunlar gürültü/toz vb. kaynaklı hava kirliliği, ses kirliliği gibi sorunlar ve etkilerdir. Bunlarla ilgili olarak yer seçiminde ÇED (Çevresel Etki Değerlendirme) çalışmaları öne çıkmaktadır ve önceden önlemler alınabilmektedir. Sonuç olarak, yenilenebilir enerjiler her ne kadar temiz enerji olsa da dikkat edilmezse, çevresel sorunlara ve etkilere sebep olabilirler. Bu nedenle yer seçiminden, işletme süreci de dahil olmak üzere ÇED raporlarına uyumlu üretim yapılması zorunlu olmaktadır.

Sivas’ın Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Yapılan Üretimler

Sivas ili de çeşitli kirlilik sorunları ve enerji ihtiyaçları olan illerimizden biridir. Isınma ve elektrik üretiminde hala yüksek miktarda kömür kullanması ve jeolojisi gereği evaporit bir havza olması nedeniyle jips kaynaklı tuzlara maruz kaldığı için hava, toprak ve su kirliliği yüksek olan illerden biridir. Günümüzde gelişmekte olan bir

sanayisinin oluşmaya başlaması ise kirlilik sorunlarını ve enerji ihtiyacını gün geçtikçe arttırmaktadır. Bulunduğu yakın coğrafyalarda ortaya çıkan deprem vb, olaylar nedeniyle de nüfus alan illerden biri olmuş olup, nüfusu gelecekte artabilecek bir ile de dönüşebilir. Tüm bu durumlar, Sivas’ta enerji ihtiyacı oluşturmakla birlikte yenilenemez enerjinin tüm dünyadaki azalma durumu da bilindiğinden, Sivas’ta da yenilenebilir enerjiye geçişler başlamıştır. Özellikle coğrafi, meteorolojik, jeolojik ve topoğrafik özelliklere göre HES dışındaki farklı türde yenilenebilir enerji santralleri de kurulmuş ve kurulmaya devam etmektedir. Özellikle elektrik üretiminde, Sivas’ta 2022 yılı itibariyle 30 elektrik santralinde yılda yaklaşık 3.751 GWh ile Sivas’ın elektrik tüketiminin 1.9 katını karşılayan elektrik üretilmekte olması dikkat çekmektedir [12]. Bu santrallerden biri (Kangal Termik Santrali) dışında diğer hepsi yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik üretmektedirler. Bunların çoğunluğu ise hidrolik kaynak ile elektrik üreten HES’leridir. İkinci sırada rüzgar kaynağı ile üretim yapan RES (Rüzgar Enerji Santrali) ve daha sonra güneş kaynaklı üretim yapan GES (Güneş Enerji Santrali) santralleri, elektrik üretimi yapan diğer santral türleri olarak ilk sıralarda yer almaktadırlar. Böylece önemli bir enerji üretimi başlamıştır ve gelecekte yeni yatırım planlarıyla daha da artabilir.

Sivas’ta en yaygın enerji kaynakları ve elde edilen enerji/üretim türleri incelenerek, Tablo 3 hazırlanmış ve enerji türüne göre yapılan üretimler, bu tabloda ayrıntılı sunulmuştur. Buna göre, yenilenebilir enerji kaynakları çeşitlidir. Yeraltı kaynağı olarak jeotermal, hammadde kaynaklı olarak biyogaz, yüzey suyu kaynağı olarak hidrolik ve atmosferik kaynak olarak ise güneş, rüzgar enerji kaynakları mevcuttur. Tüm bu kaynaklar incelendiğinde, farklı türde üretimler yapıldığı gözlenmektedir. En çok ısı ve elektrik üretimi yapılsa da biyokütle enerji kaynağı ile

biyogaz, etanol, hidrojen, metan, metanol ve motorin gibi yakıtlar üretildiği görülmektedir. Bu çeşitlilik önemli olup, yeni projeler ortaya konulmasında da yol gösterici ve teşvik edici olacaktır. Bu nedenle gelecekte daha fazla üretim olabileceği ön görülmektedir.

Yenilenemez enerji kaynaklarıyla üretilen enerjiler Sivas'ta kömür kaynaklı olup, ısı ve elektrik üretimi, yakıt ve enerji dışında çeşitli sanayilerinde hammadde ve farklı amaçlar için de kullanılmaktadır. Ancak Sivas ilinin aslında,

Çizelge 3. Sivas'ın yenilenebilir enerji kaynaklarına göre enerji türleri ve bunlara göre yapılan üretimler.

Table 3. Energy types according to Sivas' renewable energy sources and production based on them.

YENİLENEBİLİR enerji kaynakları	YENİLENEBİLİR enerji ile yapılan üretimler
Atmosferik kaynaklar	
*Güneş enerjisi	Isı ve elektrik üretimi
*Rüzgar enerjisi	Isı ve elektrik üretimi
Yeraltı kaynakları	
*Jeotermal enerji	Isı üretimi, tarım, turizm, sağlık, sanayi-CO ₂ üretimi
Hammadde (atıklar) kaynakları	
*Biyokütle enerjisi	Elektrik üretimi, biyogaz, etanol, hidrojen, metan, metanol ve motorin yakıt üretimi
Yeryüzü su (yüzey suları) kaynakları	
*Hidrolik enerji	Isı ve elektrik üretimi

Güneş enerjisi: Güneş çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan ışıma enerjisi, ısı ve elektrik üretiminde kullanılmakta olup, birçok araştırma yapılmakta ve gelişen teknolojilerle kullanımı da gittikçe artmaktadır. Güneşten yayılan $3,9 \times 10^{26}$ W lık bu enerjinin çok az bir miktarı yeryüzüne kadar ulaşır ve atmosferin dış yüzeyindeki her metrekareye ortalama 1.367 W güç düşer [13]. Atmosfere gelen ve genellikle X ışınlarından ve ultraviyole ışınlardan oluşan bu ışınların bir kısmı soğrulurken, bir kısmı yansımaktadır. Güneş enerjisinden elektrik üretimi için genel olarak güneşten gelen ışığın doğrudan elektrığe çevrildiği fotovoltaik sistemler dikkat çekmektedirler. Ancak elde edilen sıcaklık değerlerine göre düşük sıcaklık uygulamaları ve yoğunlaştırıcı ısı sistemleri de ısı güneş enerjisi teknolojileri olarak kullanılmaktadırlar. Güneş enerjisinden düşük sıcaklık elde edilmesine yönelik düşük sıcaklık uygulamaları, düzlemsel ve vakumlu güneş kolektörleri, güneş havuzları, güneş bacaları, su arıtma sistemleri, güneş mimarisi, ürün kurutma ve sera ısıtma sistemleri ve güneş enerjisi ile pişirme için kullanılmaktadır. Bu sistemler düzlemsel güneş kolektörleri yüzeyine gelen güneş enerjisinin su, hava veya herhangi bir akışkana iletilmesi prensibine göre çalışırlar ve en çok evlerde su ısıtma (70°C) amacıyla kullanılırlar. Yoğunlaştırıcı ısı sistemleri ise parabolik aynalar, çanaklar veya heliostatlar kullanılarak, özellikle 10 MW ve üzerinde elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanılırlar. Sivas'ta ısı sistemleri ile üretim yapılmaktadır. Bunun nedeni gün içerisinde, coğrafik, topoğrafik ve meteorolojik özellikleri nedeniyle güneşin uzun süre devam etmesidir.

Şekil 3'te Türkiye yıllık güneş enerjisi potansiyeli haritasında, Sivas'ın yaklaşık kuzeyden güneye doğru bir artışla, 1550-1800 KWh/m²-yıl aralıklarında değişim gösteren enerji potansiyeli olduğu gözlenmektedir [4, 14].

yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin olduğu Tablo 3'te de sunulduğu üzere çok çeşitlidir. Dolayısıyla Sivas'ta da üretilen veya yakın zamanda üretiminin başlayacağı bu enerjiler ayrıntılı incelenirse, kaynağı, üretilen enerji türü ve kullanım amaçları ile önemi daha da iyi anlaşılır. Buna göre Sivas'taki bu yenilenebilir enerji kaynaklarının genel özelliklerinin ayrıntıları aşağıda sunulmaktadır.

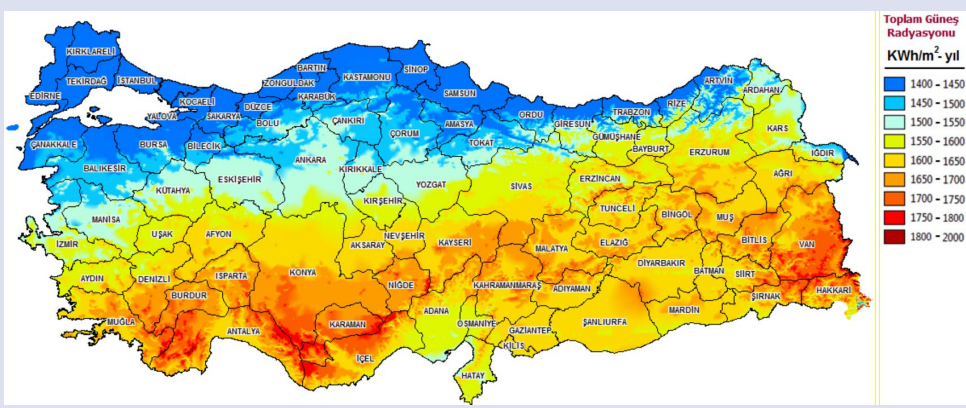
Görüldüğü üzere, Sivas Türkiye'nin en iyi güneş alan illerinden biridir. Ayrıca, il sınırlarının kapsadığı alan genişliği ve havza konumunda bir jeolojik özelliğe sahip olması nedeniyle, güneş santrali kurmaya uygun düz topoğrafik özellikler (plato gibi) de barındıran ve alansal olarak santral kurulabilecek alan potansiyeli de fazla olan bir il özelliği taşıdığı gözlenmektedir. Bu nedenle bu özellikler GES kurulması için yeterli ve teşvik edici önemli sebeplerdendir. Bu yüzden Sivas için önemi anlaşıldığından, planlanan yeni yatırımlar listesinde de yer aldığı gözlenmektedir.

Rüzgar enerjisi: Rüzgar, güneş kaynaklı radyasyonun yerin yüzeyini, yerel coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün homojen olmayan ısınmasına bağlı olarak zamansal ve yöresel değişiklik göstererek farklı ısıtması nedeniyle ve Şekil 3'te güneş enerjisi potansiyeli yüksek miktarda gözlenirse de havanın değişen sıcaklık, nem ve basınç farklarına göre hava hareket ederek, günlük toplam güneş enerjisinin yaklaşık %2'lik miktarı, rüzgar enerjisine dönüşebilmektedir [4]. Diğer yandan rüzgar hızı yükseklikle artar ve teorik gücü rüzgar hızının küpü ile orantılı olarak değişir (Şekil 4). Rüzgâr enerjisi kaynaklı RES ile elektrik üretim uygulamalarının ilk yatırım maliyetlerinin yüksek, kapasite faktörlerinin düşük olması ve değişken enerji üretimi gibi olumsuz yönleri olsa da yenilenebilir ve temiz enerji kaynağı olarak üstünlükleri daha fazladır. Bu da RES santrallerinin yaygınlaşmasını ve sayılarının artmasını sağlamıştır.

Günümüzde rüzgar enerji sistemleri (RES) teknolojileri gelişimleri artarken, üretilen enerji miktarı da artmaya devam etmektedir. Şekil 4'de görüldüğü üzere, Türkiye yıllık rüzgar enerjisi potansiyeli haritasında, Sivas'ın ülke genelindeki duruma göre karşılaştırılması yapılırsa, Sivas'ın ortalamanın üzerinde bir rüzgar enerji kaynağına sahip olduğu görülebilir. İl sınırları içerisinde, ortadan

batıya doğru olan alanlar hariç, her tarafta rüzgar seviyesinin ortalama olarak iyi bir dağılım gösterdiği ve hatlar oluşturduğu gözlenebilmektedir [15, 16]. Bu hatlar, kuzeyde kuzeybatı-güneydoğu yönünde, güneye doğru ise güneybatı-kuzey doğu yönde iki önemli hat olarak gözlenmektedir. Özellikle bu hatlar boyunca, göç yoğunluğu ortalama 600 Wh/m²-yıl olan bir enerji

potansiyeli sunmaktadır [15]. Benzer şekilde bu hatlar boyunca rüzgar hızının ise en yüksek hız aralığının 5-8 m/s arasında değişen yüksek hızlara ulaştığı gözlenmektedir. Bu sonuçlara göre, denizden yüksekliği 1250 m'den daha fazla olan Sivas, rüzgar enerji kaynağı açısından yüksek bir potansiyele sahiptir.



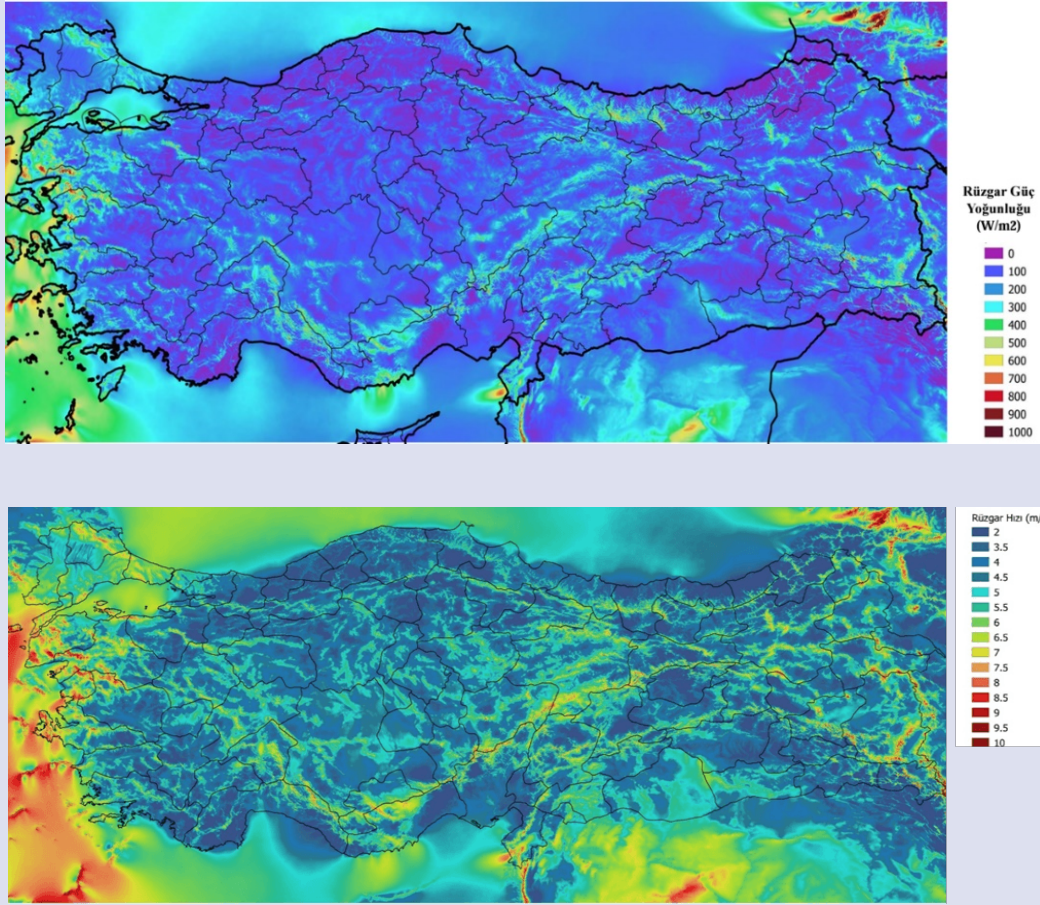
Şekil 3. Türkiye yıllık güneş enerjisi potansiyeli haritasında, Sivas'ın yaklaşık kuzey-güney yönünde artışla, 1550-1800 KWh/m²-yıl aralıklarında değişim gösteren enerji potansiyeli [4, 14].

Figure 3. On the annual solar energy potential map of Turkey, the energy potential of Sivas varies between 1550-1800 KWh/m²-year, increasing approximately in the north-south direction [4, 14].

Türkiye'nin iyi rüzgar alan bir ili olarak Sivas il sınırlarının kapsadığı alan genişliği ve havza konumunda bir jeolojik özelliğe sahip olması, rüzgar santrali kurmaya uygun dağlık arazisi olan, engebeli topoğrafik özelliklere sahip, santral kurulabilecek alan yeri sayısı/potansiyeli fazla olan özellikleri ile rüzgar enerjisi ile elektrik ve ısı üretimi için uygun koşullar sunmaktadır. Dolayısıyla dağlık alanlarda sürekli değişen yükseklik farkları, rüzgar santrali kurmaya uygun alan sayısının iyi bir sayıda olduğunu da göstermektedir.

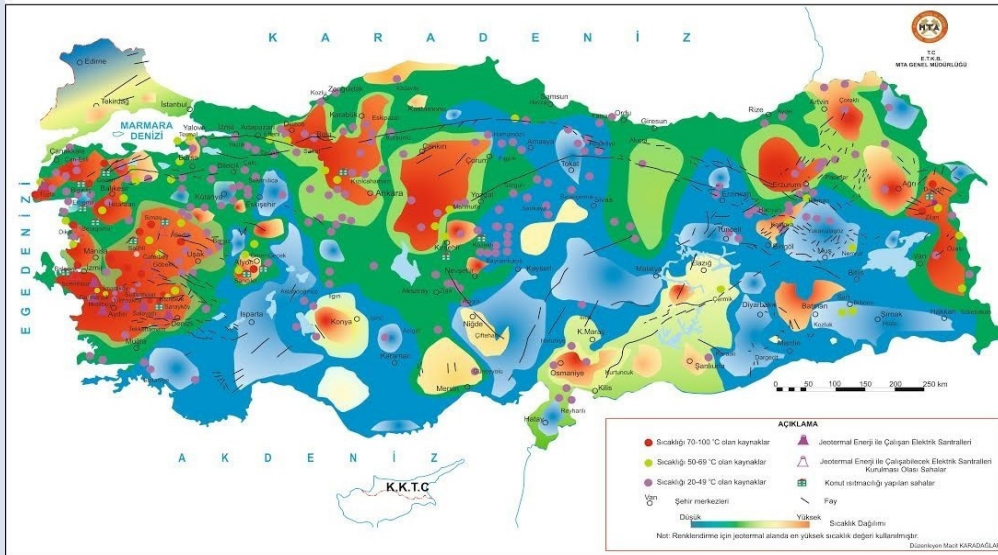
Jeotermal enerji: Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısı ve basıncın oluşturduğu sıcaklıkların, bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla çözülmüş mineraller, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su, buhar ve gazlar ile yüzeye taşınan ısı enerjisidir. Jeotermal kaynaktan çıkan buhar ve sıcak su iki farklı kaynak olarak değerlendirilmektedir. Jeotermal enerji, jeotermal sahalarda açılan kuyularda buhar ve su olarak ayrıştırıldıktan sonra çeşitli teknolojilerle JES'nde, elektrik enerjisi üretiminde ve ısı üretiminde de

kullanılmaktadır. Düşük sıcaklık, basınç ve debideki jeotermal kaynaklar ise sera, organik tarım, ürün kurutma, yerel/bölgesel ısı ihtiyaçlarının karşılanmasında tercih edilmektedir. Termal turizm ve sağlık amaçlı kullanımı ise en yaygın olanlardır. İnsan sağlığına yararlı mineraller içerebilen düşük sıcaklıktaki jeotermal kaynak suları, sağlık amaçlı tedavilerde sıklıkla tercih edilmektedir. Sivas'ta bu kullanımların her biri mevcuttur. Jeotermal kaynak, turizm ve sağlık amaçlı yıllardır kullanımı olsa da eklenen yeni tesislerle kapsamı kullanılabilirliği ve kullanım türleri geliştirilmiş ve genişletilmiştir. Günümüzde tarımsal alanda da önemli bir seracılık vb. alanlarda kullanımları da vardır. Şekil 5'te Türkiye jeotermal enerji kaynakları haritasında Sivas 20-49 OC arası sıcaklık grubundaki bölge içinde gösterilmektedir [17, 18]. Ancak Sivas'ın Sıcakçermik bölgesinde bu değer ortalama 45-49 OC sıcaklık aralığında olan bir jeotermal kaynaktır. Bu kaynak, sağlık, turizm, ısı enerjisi ve tarım yapmak amacıyla kullanılmaktadır.



Şekil 4. Türkiye rüzgar haritalarında sırasıyla Sivas'ın ortalama rüzgar enerji potansiyelinin ve hızının görünümü[15, 16]

Figure 4. View of the average wind energy potential and speed of Sivas on Turkey wind maps, respectively[15, 16]



Şekil 5. Türkiye jeotermal enerji kaynakları haritasında Sivas ilinde bulunan jeotermal kaynak (20-49 0C arası sıcaklık grubunda) işletmeleri bölgesi [17, 18].

Figure 5. Geothermal resource operations region (in the temperature group between 20-49 0C) located in Sivas province on the geothermal energy resources map of Turkey [17, 18].

Biyokütle enerjisi: 5346 sayılı Kanun'a göre ise biyokütle; ithal edilmemek kaydıyla, belediye atıklarının (çöp gazı dâhil) yanı sıra bitkisel yağ atıkları, gıda ve yem değeri olmayan tarımsal atıkları, endüstriyel odun dışındaki orman ürünleri ile atık lastiklerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynakları ve sanayi atık çamurları ile arıtma çamurları olarak tanımlanır. Biyokütle hammaddeleri çeşitli işlemlerden geçirilerek, katı, sıvı ve gaz yakıtlar üretilmektedir. Bunlar organik maddelerden çeşitli yollarla elde edilen biyokütle enerjisiyle biyogaz, etanol, hidrojen, metan, metanol ve motorin gibi yakıtlar olup, biyokütle yakıtların çeşitli tekniklerle işlenmesi ile ısı ve elektrik üretimi de yapılabilmektedir. Kısacası temel bileşenleri karbonhidrat bileşikleri (C, H, O) olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler biyokütle enerji kaynağı olabilir ve bu kaynaklardan üretilen enerjiye ise biyokütle enerjisi denir. Başlıca biyokütle kaynakları Sivas için aşağıdaki gibi listelenebilir.

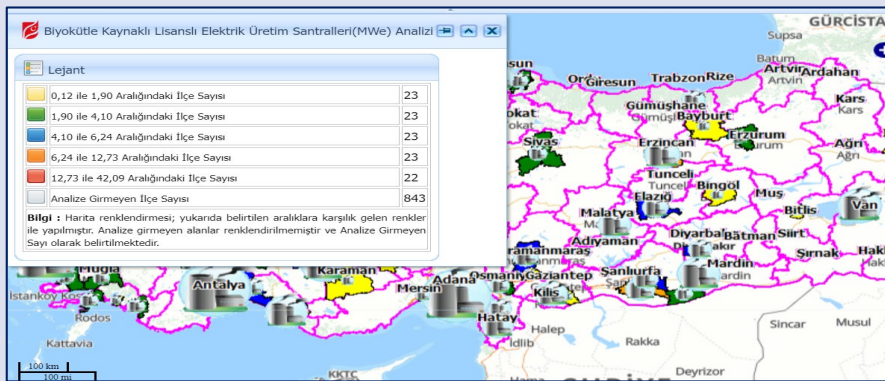
1) Tarımsal biyokütle kaynakları olarak yağlı tohumlu bitkiler (kanola, ayçiçeği), nişasta bitkileri (patates, buğday), elyaf bitkileri (keten, kenevir) ve bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk)

2) Orman ve orman ürünlerinden elde edilen biyokütle kaynakları olarak sınırlı miktarda da olsa orman ve ormancılık endüstrisi atık ve artıkları.

3) Hayvansal biyokütle kaynakları olarak büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının dışkıları, mezbaha atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar.

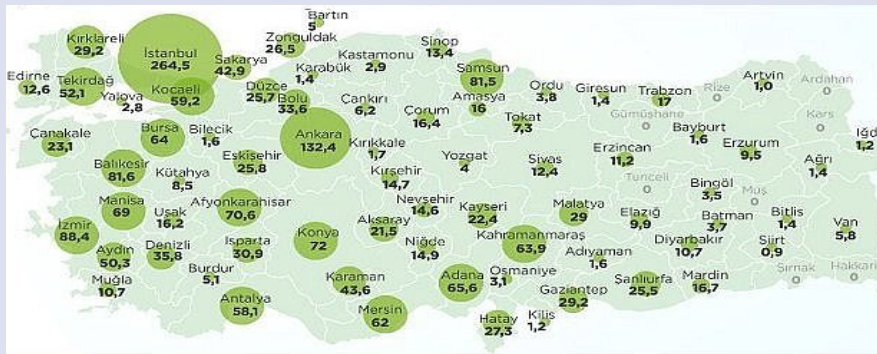
4) Kentsel ve endüstriyel atıklardan elde edilen biyokütle kaynakları olarak, biyolojik kökenli endüstri atıkları, belediye atıkları, arıtma çamurları.

Bu kaynaklar, Sivas'ın toprak yapısı, coğrafi-topoğrafik ve iklimsel koşullarına göre üretilen tarım ve hayvancılık ve çeşitli sanayiler kaynaklı atıklarla oluşturulan kaynaklardır (Şekil 6). Şekil 6 incelenirse, bitkisel atık (720.000,00-1.159.000,00 aralığında), belediye atıkları (145.000,00-233.000,00 aralığında), orman atıkları (29.200,00-40.400,00 aralığında) sayesinde yıllık ton miktarına bağlı olarak, 1,9-4,10 aralığındaki ilçe sayısı oranına göre, kurulmuş işletmelerde bu atıklardan yakıt türleri üretilmektedir [4, 19, 20]. Şekil 7'de ise üretilen yakıtların işlenmesiyle üretilen ısı ve elektrik enerjisinin bulunduğu yere göre elektrik üretim miktarları verilmektedir. Sivas'ta yıllık elektrik üretimi 2022 yılı itibarıyla 12,4 MW olduğu görülebilir (Şekil 7).



Şekil 6. Sivas merkez ve merkeze yakın ilçeleri kapsayan alandaki işletmelerin görünümü (yeşil renkli alanlar) [19].

Figure 6. View of the enterprises in the area covering Sivas center and districts close to the center (green areas) [19].

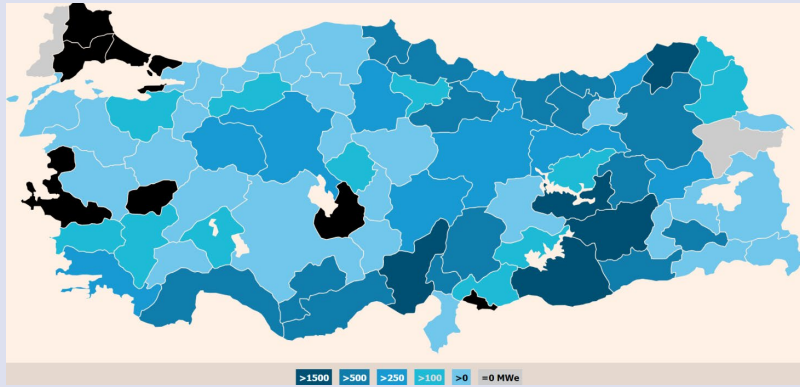


Şekil 7. Türkiye biyokütle elektrik santrallerindeki üretim miktarları (12,4 MW'lık elektrik üretim) [20].

Figure 7. Production amounts in Turkish biomass power plants (12,4 MW electricity production) [20].

Hidrolik enerjisi: Çeşitli enerji kaynakları içerisinde hidroelektrik enerji santralleri çevre dostu olmaları ve düşük potansiyel risk taşımaları sebebiyle tercih edilirler. Hidroelektrik santraller; çevreye uyumlu, temiz, yenilenebilir, yüksek verimli, yakıt gideri olmayan, uzun ömürlü, işletme gideri çok düşük dışa bağımlı olmayan yerli bir kaynaktır. Hidroelektrik enerji santralleri (HES), suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile elektrik enerjisinin üretildiği elektrik santrali türüdür. Bu amaçla hidrolik enerjiden yararlanabilmek için su toplama yerleri oluşturulur (baraj,

akarsu, nehir, şelale, vb.) ve su biriktirilerek, bu suyun hareket enerjisi sayesinde türbinden geçen su kinetik enerjiye dönüşür ve elektrik enerjisi üretilir. Sivas'ta elektrik üretmek için çoğunluğu Suşehri ve Gemerek'te olmak üzere birden çok ve Koyulhisar, İmranlı, Şarkışla ve Divriği ilçelerinde ise en az bir HES bulunmaktadır (Şekil 8). Şekil 8'de görüldüğü üzere Sivas'ın potansiyeli >500 MWe'nin üzerinde dağılım gösteren grupta sunulmaktadır [21].



Şekil 8. Türkiye'nin illere göre HES dağılımı haritası [21].

Figure 8. Turkey's hydroelectric power plant distribution map by province [21].

Sonuç olarak, Sivas'ta üretilen veya yakın zamanda üretimine başlanacak diğer enerji kaynakları, gelecekte büyük ölçüde yenilenebilir enerji kaynakları olacaktır. Sivas'ta özellikle Kangal termik santrali, elektrik üretiminde bölgede önemli bir yere sahip olsa da yenilenemez bir enerji kaynağı türüdür. Bu nedenle gelecekte bu kaynak biteceği için tesisin kullanımdan kaldırılması da olasıdır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli, geleceğin enerji kaynağı olarak işletme sayısının da artmasıyla birlikte Sivas ve yakın çevresi dahil, ülke genelinde de önemli bir ihtiyacı karşılayabilir ve üretim miktarı ve kullanım amaçları artabileceğinden önemi de artabilir. Bunun yanı sıra yeni tarım vb. politikaların hayata geçirilmesi ile biyokütle enerjisi oluşturan alanların, biyokütle enerji kaynakları da artırılabilir. Dolayısıyla biyokütle potansiyeli, bitki ile çevre arasındaki enerji akışı devam ettikçe var olacaktır. Ayrıca, havalandırma-iklimlendirme sistemleri de önemli gelişmeler gösteren yenilenebilir enerjilerden olacaktır. Sivas'ta yenilenebilir enerji ile olan üretimi arttırmak sadece ilin ihtiyacını karşılamakla kalmayacağı, zamanla yakın çevresindeki illere de katkı sağlayabileceği düşünüldüğünde, Sivas'ın enerji potansiyeli çerçevesinde geleceğe yönelik stratejiler geliştirmek önemlidir. Türkiye'nin enerji stratejisinin uluslararası boyutunu

oluşturan temel unsurlardan bazıları aşağıda sunulmuştur [22]:

- Artan talep ve dışa bağımlılığı dikkate alarak, petrol ve doğal gazın tedarikinde güzergâh ve kaynak çeşitlendirmesini sağlamak,
- Bölgesel ve küresel enerji güvenliğine katkıda bulunmak,
- Enerjide bölgesel ticaret merkezi olmak,
- Enerji zincirinin her aşamasında sürdürülebilir kalkınma bağlamında sosyal ve çevresel etkileri dikkate almak,
- Yerli ve yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payını artırmak,
- Nükleer enerji sepetimize dâhil etmek.

Bunlara göre, Sivas'ta yenilenebilir enerji ile ilgili gelişmeler ve çeşitlilik arttıkça, ulusal ve uluslararası boyutta stratejileri de hazır olmalıdır. Sivas'taki üretilen enerjinin fazla olması durumunda çevre illere de faydalı olacağı düşünülerek, artan yatırımlarla hem enerji miktarı hem de birçok konuda ülkeye katkı sağlayan bir il olabilir. Uluslararası katkı, enerji satışı ile ilgili olmayabilir. Ama enerji üretim türleri, kullanım çeşitliliği, hammadde çeşitleri ve teknolojileri ile ilgili olabilir. Bu konularda oluşacak gelişmelerde, öncü ilkler ortaya konulursa, uluslararası ilgiyi üzerine toplayabilir. Böylece, uluslararası platformlarda, ülkeye ekonomik, tanıtım, turizm vb.

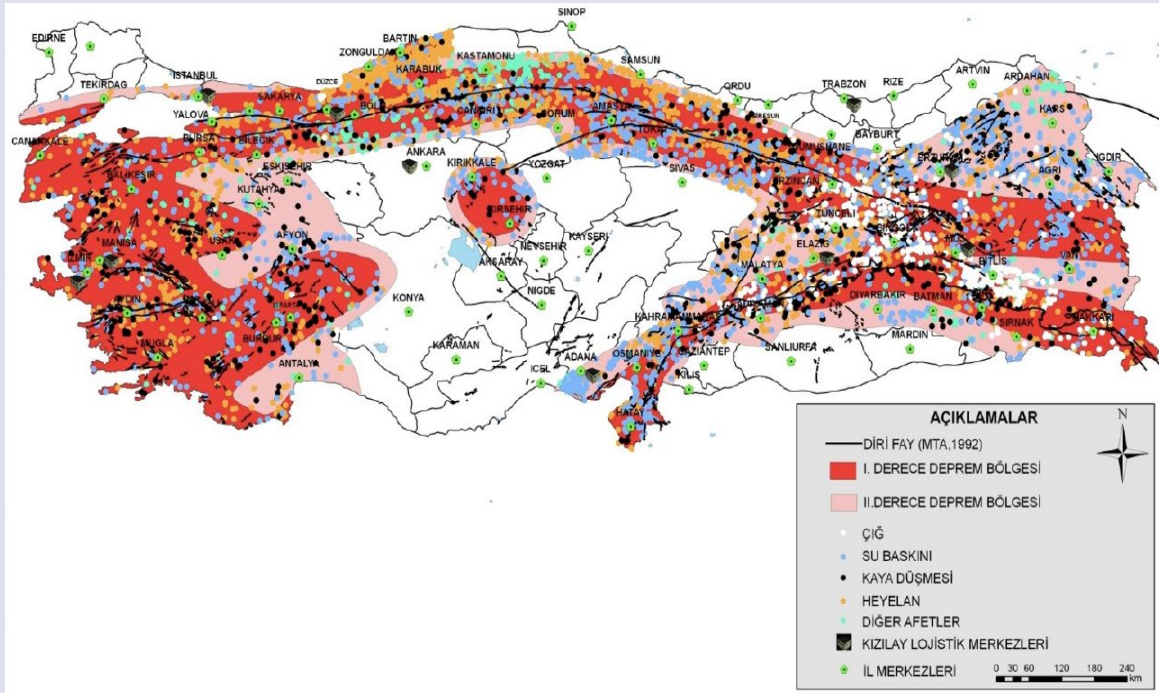
konularında değerler katabilir. Bu konularda Türkiye Enerji Stratejileri ve Politikaları Araştırma Merkezi'nin (TESPAM) ve Sabancı Üniversitesi İstanbul Uluslararası Enerji ve İklim Merkezi'nin (IICEC), ulusal-uluslararası çalışmaları ve hedefleri bulunmaktadır [23, 24]. Bu kuruluşlar, Sivas için örnek olarak alınıp, yerelde Sivas için stratejiler geliştirilebilir. TESPAM bünyesindeki disiplinler arası çalışma grupları ve araştırma koordinatörlükleriyle, BM'nin (Birleşmiş Milletler) sürdürülebilir gelişim hedeflerine katkı koyan, koordine ettiği işbirliklerle, teknolojik girişimciliği, yeni fikirleri ve çok uluslu işbirliklerini destekleyen bir kuruluştur. Özellikle TESPAM'ın kapsamındaki bazı başlıklar incelenirse,

- İş geliştirme ile uluslararası ticaretin geliştirilmesi,
- Green ile yeşil dönüşümün ve verimliliğe katkı sağlayacak uygulamaların koordine edilmesi,
- Teknoloji ile iş güvenliği ve akıllı otomasyon sistemlerinin yaygınlaştırılması,
- Akademi ile eğitim imkânlarının geliştirilmesi,
- Piyasalar ile fiyat dinamiklerinin daha anlaşılır bir şekilde okunmasının sağlanarak, değer zincirlerinde oluşabilecek risklerin bertaraf edilmesi,
- World Energy Base ile bütün uluslararası kamuoyuna daha bütünlük bir farkındalık ortamı oluşturulması,

amacıyla yapılan faaliyetleri ve benzer şekilde, IICEC'nin hedefleri de yol gösterici olacaktır. IICEC enerji önceliklerinde enerji politikalarına göre, temiz enerji arzının ve verimliliğinin artırılması, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, gelişen dünyanın enerji ihtiyacının sürdürülebilir koşullarda karşılanması, yenilenebilir enerji ve diğer ilgili konular hakkında güncel bilgi ve analizlerin sağlanması, güvenli, sürdürülebilir ve verimli elektrik piyasalarının gelişimi için strateji ve politika önerileri geliştirilmesi, yenilikçi enerji teknolojileri geliştirilmesi, enerji tüketicilerinin ihtiyaç ve davranışlarındaki değişimlerin belirlenmesi ve bu değişimlerin enerji piyasalarını ve enerji politikası hedeflerine ulaşmayı nasıl etkilediklerinin araştırılması gibi bazı hedefleri, Sivas'ın yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilişkilendirilerek çalışmalar ve planlamalar yapılması faydalı olacaktır. Böylece, Sivas'ın potansiyel enerji kaynakları ile uyumlu olabilecek kullanışlı bir ulusal-uluslararası strateji planı hazırlanabilir ve kullanılabilir. Yapılacak değerlendirmelere göre il ve yakın bölgelerle sınırlı kalıp kalınamayacağı da araştırılarak, strateji hazırlamak daha iyi gelişmelere yol açabilir.

Türkiye'nin çeşitli kurumları tarafından hazırlanan Türkiye'deki çeşitli doğa olaylarına yönelik hazırlanmış haritalar, HGK-Harita Genel Komutanlığı haritaları, MTA-Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü haritaları, üniversitelerde (harita-jeoloji-jeofizik-maden-meteoroloji mühendisliği bölümleri) bilimsel çalışmalarla üretilmiş haritalar, teknolojiler vb. sonuçlar, B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve AFAD tarafından hazırlanan afet, risk, tektonik, jeoloji, sismotektonik ve diğer haritaları da

incelenerek il ve ülke genelinde stratejiler ve planlamalar hazırlanmalıdır. Örneğin Şekil 9 incelenirse, **sarı renk, depremlerden, kırmızı renk, heyelanlardan, mavi renk, su baskınlarından (sel, taşkın vb.) mor renk, kaya düşmelerinden, yeşil renk, diğer afetlerden** (kirlilik, yangın, obruklar, mağara çökmesi vb. olaylar) ve beyaz renk ise çığ afetlerinden etkilenen yerleşim birimlerini göstermektedir [25]. Bunlara bağlı olarak ve ilişkili olarak Karadeniz, İç Anadolu doğusu, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu batısı ve Doğu Akdeniz bölgeleri en çok afet görülen bölgeler olarak gözlenmektedir. Bunun temel nedeni, heyelan, su baskını ve kaya düşmesi olaylarının çoğunlukla Karadeniz ve Doğu Toros bölgelerinde olduğundan, coğrafik, jeolojik, meteorolojik ve toprak yapısı özellikleri nedeniyle olduğu yorumlanabilir. Bu nedenle enerji kaynakları için tesis ve işletme hazırlıkları yapılırken, bu olaylar göz ardı edilmeden yatırımlar yapılmasına her zaman dikkat edilmesi önemli ve yararlı olacaktır. Çünkü santrallerin yer seçiminde olduğu gibi işletilmesi süreci boyunca da afetlere karşı korumada ve afetler sonrası oluşacak çevresel sorunlarda veya işletme süresi boyunca ortaya çıkabilecek çevresel sorunlar için santral kurulumu hazırlık çalışmalarında, bu konulara gereken özen ve önemin verilmesi her zaman önemli olmalıdır. Böylece, hem ülke hem de işletme için ekonomik kayıpların azaltılması, önlenmesi, enerji güvenliği sorunları oluşmaması ile yatırımların yapılmasında teşvik edici bir rol ortaya çıkması da sağlanabilir. Ayrıca, Ar-Ge çalışmaları için ekonomik kayıplar önlenmiş olurken, insanlar ve diğer canlılar için yaşamlar korunur, yaşamsal çevre ve yaşamları için gerekli enerji kaynaklarının daha iyi değerlendirilerek kullanılması da sağlanabilir. Günümüzde özellikle çevre korumada, yatırım sürecinde yenilenebilir enerji kaynakları ve çevre ilişkisi de önemli konulardandır. Çünkü çevreyi korunmadan yatırım yapmak o kaynaktan yeterli bir üretim sağlamayacağı gibi ülkenin değerlerinin korunması için çevreye de zarar vermemelidir. 1983 Çevre Kanunu'nda önemli bir konu ortaya atılmıştır [26]. TC Anayasası "Çevreyi ekonomik kalkınma hedeflerine olumsuz etki yapmaması koşuluyla hesaba katsa da, Anayasaya göre herkesin temiz ve sağlıklı bir çevrede yaşama hakkı vardır" ilkesi ÇED (Çevresel Etki Değerlendirme) çalışmalarına altyapı oluşturmaktadır. Altıncı, Yedinci, Sekizinci Kalkınma Planlarımızda ise Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı da yer almıştır. Kıyı Kanunu, Turizmi Teşvik Kanunu, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu gibi kanunlarda çevresel konulara ilişkin mevzuatta önemli yer tutmaktadır. 1993 yılında Çevre Kanununun 10. Maddesi uyarınca ÇED Yönetmeliği çıkarılmış ve şu an yürürlükte olan yönetmelik 16.12.2003 tarih ve 25318 sayılı resmi gazetede yayımlanan yönetmeliktir. ÇED Yönetmeliği sayesinde ülkemizde mevzuatta yer alan hava ve su kirliliğinin önlenmesi, kıyılarımızın korunması, tarım alanlarının, meraların korunması gibi çevre ile ilgili pek çok yönetmelik etkin şekilde kullanılabilir. Buna göre ÇED Raporu, aşağıda genel olarak ifade edilen bölümleri kapsamaktadır.



Şekil 9. Türkiye'nin afet türleri haritası [25].

Figure 9. Turkey's disaster types map [25].

- Karasal ve denizel alanlar için flora-fauna bilgileri
- Risk analizleri, modellemeler
- Zemin etüd çalışmaları, bölgenin depremselliği, jeolojik, hidrojeolojik, jeomorfolojik özellikleri,
- Mevcut Kirlilik yükünün belirlenmesi
- Sosyoekonomik özelliklerin belirlenmesi
- Atık yönetimi ve bertarafı

Dolayısıyla ÇED'in etkin kullanımı, "sürdürülebilir kalkınma"nın sağlanmasının, yani doğadaki tüm değerlerin gelecek kuşaklara kalmasının en etkin ve sağlıklı yoludur. Doğal kaynakların hızla tüketilmesi, hava, su ve toprağın her geçen gün artan oranlarda kirlenmesi, önemli bir kısmının kullanılamaz hale gelmesi, özellikle büyükşehir ve sanayi bölgelerinin çevre kirliliği sebebiyle yaşanamaz hale gelmesi sorunları aslında önlenbilir, azaltılabilir ve çözümleri geliştirilebilir. ÇED raporu hazırlanarak, çevreyi doğrudan ya da dolaylı olarak, olumlu ya da olumsuz yönde etkileyen bir faaliyetin etkilerinin, bu faaliyetle ilgili yatırımlara başlamadan önce, henüz karar verme aşamasında iken irdelenmesi ve bu faaliyetin yaratabileceği olumsuz etkilerin önlenmesi ya da çevreye zarar vermeyecek ölçüde en aza indirilmesi için alternatif çözümlerin belirlenmesi sağlanabilir. ÇED'in tek başına yeterli olmayacağı durumlarda stratejik ÇED (SÇED), Çevre Yönetimi'yle birlikte bütüncül bir yaklaşımla ve akılcı bir biçimde kullanılan, kısaca çevre yönetimi kapsamlı bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Böylece ekonomik ve sosyal gelişmeleri önlemeden, çevre değerlerini, ekonomik politikalar karşısında korumak mümkündür. Bu şekilde yenilenebilir çeşitli türdeki enerji

kaynakları üretilmesi daha kolay ve faydalı olarak yapılabilir ve yaşamsal bir ihtiyaç olan enerji ihtiyacı başarılı bir şekilde karşılanabilir. Böylece çevresel sorunlar ve bunların etkilerinin, enerji kaynaklarını olumsuz yönde etkilememesi de önceden sağlanmış olacaktır.

Sonuçlar

Bu makalenin amacı doğrultusunda yapılan araştırmalardan ve incelemelerden sonra Sivas için yenilenebilir enerji kaynakları açısından önemli sonuçlar edilebilmiştir. Araştırma ve incelemelerin sonuçları, hazırlanan tablolarla birlikte yorumlanmıştır. Buna göre, üretim açısından Sivas'ın yenilenebilir enerji potansiyeli yüksektir ve enerji kaynakları da çeşitlilik içermektedir. Bunlarda en önemli sebeplerin, havza özelliği nedeniyle jeolojisinin yanı sıra coğrafik, topoğrafik ve meteorolojik özelliklerinin zenginliğinin etkili olması olarak belirlenmiştir. Denizden yüksekliğinin 1250 m'den fazla olması, ova, plato, dağ ve ırmak zenginliğinin de önemli avantajları olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle özellikle elektrik üretiminde HES, RES ve GES santralleriyle önemli bir enerji üretimine ulaşıldığı belirlenmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla diğer santrallerle de çeşitli üretimlerin yapıldığı çeşitliliğin de arttığı belirlenmiştir. Bunlar başta JES (Jeotermal Enerji Santrali) kaynaklı turizm, sağlık, tarım ve CO2 ile ilgili üretimler olup, biyokütle kaynaklı olarak ise yakıt ve diğer enerjilerin üretiminin de yapıldığı gözlenmiştir. Sonuç olarak Sivas'ın enerji kaynak ihtiyacında, yenilenebilir enerjilerin önemli yeri olduğu ve

mevcut santrallere yeni santral eklenmesi ile ilgili yatırımların da devam ettiği gözlenmiştir. Böylece, gelecekte Sivas'ın yenilenebilir ve temiz enerji ile enerji ihtiyacının karşılanabileceği düşünülmektedir. Bu sayede, Sivas'ın özellikle hava, su ve toprak kirliliğinin azalması da sağlanabilir ve kirlilik artışı önlenir. Ayrıca fazla üretim olması durumuna da hazırlık yapılması ve yeni ulusal-uluslararası stratejilerinin olması gerektiği ifade edilmiştir.

Kaynaklar

- [1] URL 1. <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>
- [2].URL 2. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24/elektrikvillik-sektor-raporu>
- [3] Durukan A., Yılmaz, M., 2021. Yenilenebilir enerjinin önemi ve Latin Amerika coğrafyasındaki yeri: Brezilya örneği. DTCF Dergisi 61.1, 339-358. DOI: 10.33171/dtcfjournal.2021.61.1.13
- [4] <https://enerji.gov.tr>
- [5] Emeksiz, C., Fındık, M.M., 2021. Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ölçeğinde Değerlendirilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi (EJOSAT) Özel Sayı 26, S. 155-164. DOI: 10.31590/ejosat.948729
- [6] Türkoğlu Elitaş, M.N., 2016. Türkiye'de biyokütle enerji kaynaklarının araştırılması ve OECD ülkeleri ile karşılaştırılması. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- [7] Korkmaz Başel, E.D., Serpen, Ü., Satman, A., 2014. Geothermal boom in Turkey: Growth in identified capacities and potentials. Renewable Energy 68, 314-325. DOI: 10.1016/j.renene.2014.01.044
- [8] Korkmaz Başel, E.D., Serpen, Ü., Satman, A., 2019. Türkiye jeotermal kaynak potansiyeli. TMMOB Makine Mühendisleri Odası TEKSON2019, 14. Tesisat Mühendisliği Kongresi Jeotermal Enerji Semineri Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No: E/MMO/702-2, 21-28.
- [9] Arslan, S., Darıcı, M., Karahan, Ç., 2019. Türkiye jeotermal kaynak potansiyeli. TMMOB Makine Mühendisleri Odası TEKSON2019, 14. Tesisat Mühendisliği Kongresi Jeotermal Enerji Semineri Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No: E/MMO/702-2, 21-28.
- [10] Özşahin, E., Kaymaz, Ç.K., 2013. Türkiye'nin termal su kaynaklarının coğrafi açıdan değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi (Journal of Social Sciences) 50, 25-38.
- [11] Zaim, A., Çavşı, H. 2018. Türkiye'deki jeotermal enerji santrallerinin durumu. Mühendis ve Makine, 59 (691) 45-58.
- [12] <https://www.enerjiatlası.com/sehir/sivas/>
- [13]<https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes>
- [14] <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/>
- [15]<https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar>
- [16] <https://repa.enerji.gov.tr/REPA/iller/SIVAS-REPA.pdf>
- [17] <https://www.enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-jeotermal>
- [18] <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>
- [19] <https://bepa.enerji.gov.tr/>
- [20] <https://www.enerjiekonomisi.com/il-il-turkiye-biyokutle-elektrik-uretim-haritasi/21417/>
- [21] <https://www.enerjiatlası.com/hes-haritasi/sivas>
- [22] https://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa
- [23] <https://www.tespam.org/tr/>
- [24] <https://iicec.sabanciuniv.edu/tr>
- [25] <https://www.afad.gov.tr/afet-haritalari>
- [26]<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2872&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>