Turkish Studies *Social Sciences*

Volume 14 Issue 6, 2019, p. 3031-3054

DOI: 10.29228/TurkishStudies.30212

ISSN: 2667-5617

Skopje/MACEDONIA-Ankara/TURKEY

INTERNATIONAL
BALKAN
UNIVERSITY

EXCELLENCE FOR THE FUTURE
IBU.EDU.MK

Research Article / Araştırma Makalesi

Article Info/Makale Bilgisi

✍ *Received/Geliş:* 14.08.2019

✓ *Accepted/Kabul:* 20.12.2019

✍ *Report Dates/Rapor Tarihleri:* Referee 1 (09.12.2019)-Referee 2 (11.12.2019)

This article was checked by iThenticate.

HATAY İLİNDE GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ VE GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ KURULACAK ALANLARININ BELİRLENMESİ

*Reşat GEÇEN**

ÖZ

Ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren ana parametrelerden biri olan enerji üretimi ve tüketimi sanayi devrimi ile artmaya başlamış ve her geçen gün daha da artmaktadır. Günümüzde enerji üretiminde çoğunlukla fosil kaynaklar kullanılmaktadır. Fosil kaynakların çevreye direk veya dolaylı olarak verdikleri zararlar ve bu kaynakların belli bazı ülkelerin güdümünde olması farklı enerji kaynaklarına yönelimi zorunlu kılmıştır. Özellikle çevre dostu olarak kabul edilen temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına rağbet giderek artmaktadır. Hızla gelişmekte olan Türkiye’de enerji duyulan ihtiyacın artması, dışa bağımlılığı azaltma çabası ve enerji üretiminde çeşitliliğin sağlanması gibi sebepler son zamanlarda yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgiyi arttırmıştır.

Bu çalışmada Türkiye’nin ve en güneyinde yer alan Hatay ilinin güneş enerjisi potansiyeli değerlendirilmektedir. Çalışmanın temel amacı Hatay ilinde güneş enerji santrali kurulacak uygun alanların tespit edilmesidir. Çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kapsamında Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yöntemiyle uygun alanlar tespit edilmeye çalışılmaktadır. Uygun alanların tespiti için 13 ölçüt (Bakı, Eğim, Yollara Uzaklık, Elektrik İletim Hatlarına Uzaklık, Trafo Merkezlerine Uzaklık, Yerleşmelere Uzaklık, Akarsulara Uzaklık, Göllere Uzaklık, Fay Hatlarına Uzaklık, Taş Ocaklarına Uzaklık, Kuş Göç Güzergâhlarına Uzaklık, Toprak Grupları, Bitki Örtüsü) belirlenmiştir. Her bir ölçüt ayrı bir katman olarak ele alınmış ve kendi içerisinde 0-10 ölçeğinde uygunluğa göre puanlandırılmıştır. Puanlandırılan katmanlar çakıştırılarak çalışma sahasında uygun alanlar ve alternatif alanlar tespit edilerek değerlendirilmiştir.

* Dr. Öğr. Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, E-posta: rgecen@gmail.com

Çalışmada güneş enerjisi açısından Türkiye'nin ve Hatay ilinin önemli bir potansiyele sahip olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Hatay ilinin kuzey kesiminde yer alan Erzin leçelikleri olarak adlandırılan sahada yaklaşık 60 km²'lik alanda güneş enerji santrali kurulabilecek uygun alan tespit edilmiş ve santral kurulumu önerilmiştir. Bu alan dışında alternatif alanlar da belirlenerek çalışmada değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, CBS, ÇÖKA, Hatay

DETERMINING THE POTENTIAL OF SOLAR POWER AND SUITABLE AREA FOR CONSTRUCTING SOLAR POWER PLANT IN HATAY PROVINCE

ABSTRACT

Energy production and consumption, which are the main parameters of developed countries, have begun to increase after industrial revolution and they also increase every passing day. Today fossil sources are used for energy production mostly. Because fossil energy sources cause environmental degradation and these sources are managed by certain countries, searching alternatives energy sources has become necessity. Especially, clear and renewable energy sources which accepted as environment friendly, become more desirable. In Turkey as a developing country rapidly, demand for renewable energy sources has increased recently due to increasing of energy requirement, trying to decrease the dependence of foreign sources, and providing the diversity of energy production.

In this study, solar power potential of Turkey and Hatay province which is located southern part of country, is evaluated. The main purpose of study is to determine the suitable area for constructing the solar power plant in Hatay. In the study the suitable area is tried to determine by using Multicriteria Analysis in Geographic Information Systems (GIS). For this purpose 13 criteria (aspect, slope, distance to roads, distance to electricity transmission lines, distance to power substations, distance to settlements, distance to rivers, distance to lakes, distance to fault lines, distance to rock quarries, distance to route of migratory birds, soil types, vegetation cover) were specified. Each criterion has been handled as different layer separately, and reclassified by assigning grade with scale of 0-10 according to suitability. The suitable and alternative areas were determined and evaluated by overlaying the reclassified layers in the study area.

As a result of study Turkey and Hatay have an important potential according to solar power. In the northern part of Hatay that called as Erzin volcanic region there has been 60 km² area found as suitable region for solar power plant and it has been proposed in the study. Apart from this area several other areas have been determined as alternatives region and they have been evaluated.

STRUCTURED ABSTRACT

Introduction: The requirement of energy is a prominent subject throughout history of humanity. Different sources have been used for producing energy. Energy production and consumption indicate the development level of a country. After industrial revolution energy production and consumption have begun to increase and this increasing continue every passing day. In recent years fossil sources are used for energy production mostly. However fossil energy sources cause environmental degradation and these sources are managed by certain countries. Therefore searching alternatives energy sources has become necessity. Especially, clear and renewable energy sources which accepted as environment friendly, become more desirable.

Turkey leaps in economic and industrial sector recently. Therefore necessity of energy becomes more important. However Turkey is depend on foreign sources according to energy. Accordingly Turkey tries to produce its own energy by using its potential and to provide the diversity of energy production. Because of its location Turkey has important potential of renewable energy sources such as solar, wind, and geothermal power.

Purpose: The purpose of this study is to evaluate the potential of solar power of Turkey and Hatay Province located at southern part of country. In addition to determine the suitable and alternative regions for constructing the solar power plant in Hatay, constitute one other aim of the study.

Material and Method: In the study several dataset as Topographic Map, Hydrology Map, Transportation Map, Mining Map, Geology Map, Energy Transmission Map, Soil Map etc. have been obtained from related institution. These data have been input to Geographic Information Systems (GIS). By preprocessing, digitizing, editing, and updating data, they have been prepared for analysis. In order to determine the suitable region for solar power plant Multicriteria Analysis has been carried out. 13 criteria have been specified (shown in Table 1) and each criterion has been handled as different layer separately. Each layer has been reclassified by assigning grade with scale of 0-10 according to suitability. Finally by giving weight for each criterion concerning their effects on suitability, all layers have been overlaid and result map has been generated.

Table 1: Criteria And Their Weight Used For Suitable Area.

No	Criteria	Weight (%)
1	Aspect	13
2	Slope	10
3	Distance to Roads	8
4	Distance to Electricity Transmission Lines	10
5	Distance to Power Substations	10
6	Distance to Settlements	10
7	Distance to Rivers	4
8	Distance to Lakes	4
9	Distance to Fault Lines	4
10	Distance to Rock Quarries	4
11	Distance to Route Of Migratory Birds	3
12	Soil Types	10
13	Vegetation Cover	10

Results and Discussion: Tukey is located in middle latitudes (between 36o-42o north parallels) and it has an elongated shape in East-West direction. This provides high insolation time and radiation amount. According to Republic of Turkey Ministry of Energy and Natural Resources' data Turkey has 2741 hours of insolation (daily average 7,5 hours) total in a year and it has 1527 kWh/m² per year (daily average 4,18 kWh/m².day) solar power. These values reduce from south to north. Southeast Anatolia region has the highest value and Mediterranean Region and Central Anatolia Region constitute the other high value regions respectively. Due to Hatay Province is located at southern part of Turkey it has also high values of insolation and radiation power. Hatay has 2997 hours of insolation total in a year and it has 1536 kWh/m² per year (daily average 4,21 kWh/m².day) solar power as higher than Turkey's average values. Consequently Turkey and its province Hatay have an important potential of solar power.

As result of Multicriteria Analysis about 60 km² area have been determined as suitable region for constructing solar power plant in Hatay. This suitable area located at northern part of province close to border between Hatay and Adana. As a volcanic area it is worthless for other economic activity such as agriculture, forestry etc. In addition this region belongs to public treasury so it can be used for solar power plant easily. As result of study this region is proposed for building solar power plant as soon as possible. Several other regions have been determined as alternatives and evaluated in the study. These alternative regions have also been concerned for solar power.

Keywords: Solar Power, GIS, Multicriteria Analysis, Hatay

1. Giriş

Enerjiye duyulan ihtiyaç ve enerji üretiminin önemi insanlık tarihinin her döneminde önde gelen konulardan biridir. Sömürgecilik mücadelesi ve sonrasında sanayi devrimi ile birlikte enerjinin önemi daha da artmış, enerji kaynakları üzerinde çeşitli anlaşmalara, ülkeler arası ittifaklara hatta ülkeler arası savaşlara yol açmış, devletlerin politikaları ve stratejileri enerji üzerine yoğunlaşmıştır.

20. yüzyıldan itibaren artan sanayi ve teknoloji ile birlikte enerji ihtiyacı ve üretimi dolayısıyla enerji kaynakları ve çeşitliliği de artmıştır (Yılmaz ve Kalkan, 2017:170).

Yapılan projeksiyonlara göre 2030 yılında dünya nüfusu 8,3 milyara ulaşacak ve enerjiye duyulan ihtiyaç da artacaktır (Gül vd., 2017:895). Yıllık ortalama % 1,5 oranında enerji ihtiyacının arttığı hesaplanarak 2030 yılında günümüze göre yaklaşık % 20 oranında artmış olacaktır (International Energy Agency, 2013).

Elektrik enerjisi doğal yaşam için temel ihtiyaç olup, günlük hayatın her alanında kullanılmasının yanında tıp, sanayi, tarım, ulaşım, iletişim gibi alanlarda da kullanılmakta ve gelişmişliğin önemli bir parametresine karşılık gelmektedir. Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2018 yılı verilerine göre Türkiye'de elektrik enerjisi üretimi ve tüketimi 2017 yılına göre % 2,2 artmıştır. Hızla gelişmekte olan ülkemizde enerji ihtiyacının da gelecek yıllarda artacağı açıktır. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de elektrik üretiminde kaynak olarak çoğunlukla fosil kaynaklar kullanılmaktadır. 2018 yılı değerlerine göre Türkiye'de üretilen elektrik enerjisinin %37,3'ü kömürden, %29,8'i doğal gazdan, %19,8'i hidrolik enerjiden, %6,6'sı rüzgardan, %2,6'sı güneşten, %2,5'i jeotermal enerjiden ve %1,4'ü diğer kaynaklardan elde edilmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019). Değerlerden anlaşıldığı gibi Türkiye'de enerji üretiminin % 67,1'i yani üçte ikisi fosil kaynaklardan üretilmekte ve kaynak olarak kullanılan doğalgaz ve kömür açısından da ülkemiz dışa bağımlı bir durumdadır.

1994 yılında Birleşmiş Milletler öncülüğünde küresel ısınma ile mücadele kapsamında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) yapılmış, insan kaynaklı çevresel kirliliklerin iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkisi ile mücadele etmeyi amaçlamıştır. Ancak küresel ölçekte sera gazı emisyon değerlerinin giderek artması ve olumsuz iklim koşullarının daha fazla hissedilir olması üzerine taraf ülkelerin ve özellikle gelişmiş ülkelerin daha fazla sorumluluk alması gerekliliği üzerine 1997 yılında Kyoto Protokolü kabul edilmiş ve 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye 2009 yılında protokole taraf olmuştur (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, 2019).

Kyoto Protokolü ülke ve endüstriler için somut karbon emisyon değerleri için kotalar getirmiş; ülkelerin enerji, sanayi, tarım, ulaşım politikalarında fosil kaynak kullanımını azaltmaya zorlamış ve yenilenebilir, çevre dostu enerji kaynakları kullanımının arttırılmasını ve teşvik etmeyi sağlamıştır (Durak, 2009; Güçlüer ve Batuk, 2011:2).

Fosil kaynakların çevre ve dolayısıyla iklim üzerindeki olumsuz etkileri üzerine küresel anlamda yenilenebilir enerji kaynaklarına rağbet her geçen gün artmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte özellikle güneşin sahip olduğu muazzam potansiyelden faydalanılmaya başlanmış ve enerji üretimi hızla artmaktadır.

Güneşten gelen enerjinin bir kısmı atmosferde saçılma ve emilme sonucu yeryüzüne ulaşmamaktadır. Yeryüzüne ulaşan net enerji miktarı bile halihazırda insanoğlunun kullandığı fosil enerji kaynaklarının ve nükleer enerjinin 10000 katıdır. Bu enerjinin ısınım miktarı $1,2 \times 10^{17}$ watt olup bütün dünyada ihtiyaç duyulan elektrik enerjisinin yaklaşık 30000 katına karşılık gelmektedir (Şahin, 2009; Güçlüer, 2010:1).

Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli

Türkiye konum itibarıyla orta enlemlerde (36°-42° kuzey paralelleri arasında) yer alan şekil itibarıyla Doğu-Batı yönünde uzanım gösteren bir ülkedir. Bu özellikleriyle Türkiye'de güneşlenme süresi ve ısınım şiddeti potansiyeli yüksek denilebilecek düzeydedir.

Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) verisine göre Türkiye güneşlenme süresi yıllık toplam

2741 saat (günlük ortalama 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1527 kWh/m².yıl (günlük ortalama 4,18 kWh/m².gün) olduğu tespit edilmiştir. Bölgesel anlamda enleme bağlı olarak güneşlenme süresi ve ısıtım miktarı güneyden kuzeye doğru gidildikçe azalmaktadır (Şekil 1). Güneşlenme süresi ve enerji miktarının en yüksek olduğu bölgeleri sırasıyla Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleri oluşturmaktadır. Zamansal açıdan yıl içerisinde yaz aylarında güneşlenme süresi dolayısıyla ısıtım miktarı artarken kış aylarında bu değerler azalmaktadır (Şekil 2).

Şekil 1: Türkiye’de yıllık toplam güneş radyasyonu dağılışı (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2019)

Şekil 2: Türkiye’de aylara göre radyasyon miktarı ve güneşlenme süreleri (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2019)

Yukarıdaki verilerden anlaşıldığı gibi Türkiye güneş enerji potansiyeli yüksek bir ülke konumundadır.

Türkiye’de güneş kaynaklı enerji üretimi her geçen gün artmaktadır. 2018 yılı itibarıyla ülkede toplam güneş kolektör alanı yaklaşık 2000 hektar alana çıkmış, santral sayısı 5.868 adet,

4.981,2 MW'ı lisanssız, 81,8 MW da lisanslı olmak üzere toplamda güneş enerjisi kurulu gücü 5.063 MW'a ulaşmıştır. Toplam elektrik üretimi içerisindeki payı da 7.477,3 GWh ile % 2,5'e yükselmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı:2019).

Hatay İlinin Güneş Enerjisi Potansiyeli

Hatay ili Türkiye'nin en güneyinde yer almakta olup güneşlenme süresi ve ışınlam miktarı açısından Türkiye'nin önde gelen illerinden biridir. Yıllık toplam güneş enerjisi miktarı bakımına göre farklılık göstermekle birlikte 1450-1750 kWh/m².yıl aralığında değişmektedir (Şekil 3). Hatay ili yıllık toplam güneşlenme süresi 2997 saat ve yıllık toplam ışınlam miktarı 1536 kWh/m².yıl (günlük ortalama 4,21 kWh/m².gün) değerlerine sahiptir. Güneşlenme süresine göre ışınlam miktarının kısmen düşük olmasının sebebi topoğrafya özellikleri ve iklim koşullarıyla ilgilidir. Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Hatay ilinde nem miktarının fazla olması ve sisli gün sayısının fazla olması, topoğrafya açısından yükseltinin az olması ışınlam miktarını kısmen azaltmaktadır. Güneşlenme süresi ve ışınlam değerleri dikkate alındığında Türkiye ortalamasının üzerinde olup güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir. Aylara göre ortalama radyasyon değerleri ve güneşlenme süreleri Şekil 4'te verilmektedir.

Şekil 3: Hatay'da yıllık toplam güneş radyasyonu dağılışı (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2019)

Şekil 4: Hatay'da aylara göre radyasyon miktarı ve güneşlenme süreleri (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü)

1.1. Araştırma Sahasının Coğrafi Konumu (Lokasyonu) ve Başlıca Özellikleri

Çalışma sahasını oluşturan Hatay ili Akdeniz Bölgesinin Adana Bölümünde yer almaktadır. Yaklaşık 5500 km² alana sahip olan Hatay ili 35° 48' – 37° 01' kuzey enlemleri ile 35° 46' – 36° 41' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 5). Türkiye'nin en güney kesiminde yer almasından dolayı güneş ışınlarının en yüksek açı ile geldiği ilini oluşturmaktadır. Hatay ilinin batıda Akdeniz, güney ve doğuda Suriye, kuzeydoğuda Gaziantep, kuzeyde Osmaniye ve kuzeybatıda Adana illeri ile sınırları bulunmaktadır.

Çalışma alanının yükselti değerleri deniz seviyesinden başlayıp 2240 metreye kadar çıkmaktadır. En yüksek noktasını Hassa ilçesi sınırları içerisinde bulunan Mıgır Tepe (2240 m.) oluşturmaktadır. Yer şekillerini oluşturan ana jeomorfolojik birimler; Amanos Dağları, Amik Ovası, Kıyı Ovaları ve Kuseyr Platosudur. Amanos Dağları GB-KD yönünde uzanmakta, Güney Amanoslar ve Orta Amanoslar olarak adlandırılan kesimleri Hatay il sınırları içerisinde yer almaktadır. Amik Ovası, Antakya-Kahramanmaraş grabeni tabanında akarsuların biriktirdiği alüvyonlardan oluşmuş ve ortalama yükseltisi 85 metredir (Ege, 2014: 8). Amanos Dağları'nın batı yamacına yerleşmiş olan akarsuların kıyı alanında eğimin azaldığı alanda oluşturdıkları birikinti koni ve yelpazelerin birleşmesi ile kıyı boyunca kıyı ovaları oluşmuştur. Hatay'ın güney kesimini ise ortalama yükseltisi 700-800 metre olan Kuseyr Platosu oluşturmaktadır (Korkmaz ve Fakı, 2009:325).

Şekil 5. Hatay Lokasyon Haritası (Geçen, 2018)

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Çalışmada gelişen teknoloji ile birlikte artan enerji ihtiyacı ve enerji kaynakları değerlendirilmiş, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklardan güneş enerjisi üzerinde durulmuştur. Türkiye'nin ve Hatay ilinin güneş enerjisi potansiyeli değerlendirilerek Hatay ili özelinde güneş enerji santrali için uygun alanlar CBS tekniklerinden ÇÖKA yöntemiyle tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın temel amacı Türkiye'nin en güney kesiminde yer alan Hatay ilinin güneş enerjisi potansiyelini ortaya koyarak santral kurulabilecek en uygun alanların tespit edilmesidir.

1.3. Araştırmanın Yöntemi ve Kullanılan Veriler

Çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntem olarak kullanılmıştır. Analizler konusunda önemli bir kabiliyete sahip CBS'de birçok analiz kullanılmakla birlikte kullanılan temel analiz Çok Ölçütlü Karar Analizi'dir (ÇÖKA) (Multicriteria Analysis). ÇÖKA birden fazla kriterin etkili olduğu çalışmalarda kullanılan bir yöntemdir. Özellikle herhangi bir konuda en uygun yer seçimi çalışmalarında kullanıldığı literatürde görülmektedir (Küçükönder, 2007; Obut, 2016; Geçen, 2016; Usun, 2016, Güçlüer, 2010). ÇÖKA'da en önemli nokta; kriterlerin doğru bir şekilde belirlenmesi ve uygun bir şekilde her bir kriterin amaca uygun puanlandırılmasıdır. Puanlandırılan kriterlerin kendi içerisinde bütüne etki oranlarına göre ağırlıkları belirlendikten sonra Çakıştırma Analizi (Overlay Analysis) kullanılarak puanların toplanmasıyla sonuç haritası elde edilmektedir.

Çalışmada toplam 13 kriter belirlenmiş ve her bir kriter göreceli olarak kendi içerisinde 0-10 aralığında puanlandırılmıştır. En uygun alan için 10 puan, uygun olmayan alan için 0 puan diğer alanlar için ise göreceli olarak 0-10 arasında puanlar verilmiştir. Çalışmanın yöntemi ve verileri detaylı bir şekilde aşağıda anlatılmaktadır.

1.3.1 Kriterlerin belirlenmesi ve puanlandırılması

Bakı

Güneş enerji santralleri kurulumu için yer seçiminde en önemli kriteri bakı durumu oluşturur. Kuzey yarımkürede ve orta enlemlerde bulunan ülkelerde güneye bakan yamaçlar güneş ışınlarını daha dik açıyla aldığı için santral kurulumu açısından elverişlidir. Güneş panelleri belli bir açıyla kurulmaktadır. Güneye doğru panellerin eğimlenmesiyle güneş enerjisinden maksimum faydalanma imkânı sağlanabileceği için düz alanlar da tercih edilmektedir.

Bakı kriteri için 1/25000 ölçekli topoğrafya paftalarından elde edilen 10 metre çözünürlüklü (piksel boyutu = 10m. x 10m.) Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılmış ve Bakı Haritası üretilmiştir. Haritada yer alan yönler Tablo 1'de belirtilen şekilde puanlandırılarak Bakı Kriteri hazırlanmıştır (Şekil 6) .

Tablo 1: Bakı sınıfları ve uygunluk puanları

Yönler	Puan
Güney	10
Düz Alanlar	8
Güneydoğu	5
Güneybatı	5
Doğu	3
Batı	3
Kuzeydoğu	2
Kuzeybatı	2
Kuzey	1

Şekil 6: Hatay'da güneş enerji santralinin kurulması açısından Bakı özelliğinin etkisi ve uygunluğu**Eğim**

Topoğrafyanın eğimi ve pürüzlülüğü de santral kurulum yeri seçiminde önemlidir. Özellikle maliyet açısından arazi eğiminin az olması gerekmektedir. Eğim arttıkça maliyet artar. Çalışmada SYM verisinde Eğim haritası yüzde (%) olarak üretilmiş, güneş enerji santrali açısından uygunluğu 5 sınıf olarak gruplandırılmış ve puanlandırılmıştır (Tablo 2, Şekil 7). Eğim yüzdesi 5'ten az olan yerler en uygun olarak kabul edilerek en yüksek puan verilmiştir.

Tablo 2: Eğim sınıfları ve uygunluk puanları

Eğim (%)	Puan
0-5	10
5-10	7
10-15	4
15-20	2
20+	1

Şekil 7: Hatay'da güneş enerji santralinin kurulması açısından Eğim özelliğinin etkisi ve uygunluğu

Araziye Ulaşım Durumu (Yollara Yakınlık)

Güneş enerjisi kurulumu için yer seçiminde diğer önemli bir kriter de ulaşım'dır. Özellikle santralin kurulum aşamasında panel, trafo, köşk gibi gerekli ekipmanların sahaya taşınması için ulaşım ağına ihtiyaç duyulmaktadır. Kurulduktan sonra da işletilmesi, rutin bakımların yapılması veya arızalanan ekipmanların değiştirilmesi gibi durumlar için de ulaşım ağının varlığı zaruridir. Alan seçiminde var olan ulaşım ağına yakın yerler tercih edilmelidir. Aksi takdirde yeni yollar yapmak gerekir ki bu da maliyeti arttıracaktır.

Bu kriter için Hatay ulaşım haritasına uygulanan yakınlık analizi ile 5 sınıf belirlenmiş ve yollardan uzaklaştıkça uygunluğun azalacağından uzak yerlere düşük yakın yerlere yüksek puan verilmiştir (Tablo 3, Şekil 8)

Tablo 3: Yollara yakınlık sınıfları ve uygunluk puanları

Mesafe (Km)	Puan
0 – 2	10
2 – 5	8
5 – 8	5
8 – 10	3
10 ve Daha Uzak Mesafe	1

Şekil 8: Hatay'da güneş enerji santralinin kurulması açısından Yollara yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

Enerji Nakil Hatlarına Yakınlık

Elektrik enerjisinin depolanması güç bir durum olup üretimiyle eş zamanlı tüketilmesi gerekmektedir. Üretim kaynağından tüketim noktasına da enerji nakil hatları ile sağlanmaktadır. Dolayısıyla güneş enerji santrallerinin yer seçiminde iletim hatlarının yakınlık durumu önem arz etmektedir. Nakil hatlarına uzak olması durumunda yeni şebekeler kurulması gerekir ve bu da ek maliyete neden olur.

Hatay ilinde enerji nakil hatlarını gösteren harita kullanılarak bu kriter oluşturulmuştur. Nakil hatlarını temsil eden "Çizgi"lere (polyline) Tampon (Buffer) Analizi uygulanarak yakınlığa göre 4 sınıf oluşturulmuş ve puanlandırılmıştır (Tablo 4, Şekil 9). En yüksek puan nakil hatlarına 3 km yakınlıktaki alana verilmiştir.

Tablo 4: Enerji Nakil Hatlarına Yakınlık Sınıfları Ve Uygunluk Puanları

Mesafe (Km)	Puan
0 - 3	10
3-6	6
6-10	3
10 ve Daha Uzak Mesafe	1

Şekil 9: Hatay’da Güneş Enerji Santralinin Kurulması Açısından Enerji Nakil Hatlarına Yakınlık Özelliğinin Etkisi Ve Uygunluğu**Trafo Merkezlerine Yakınlık**

Güneş enerji santralinde elde edilen enerji trafolar aracılığıyla şebekelere dağıtılır. Üretilen enerji miktarına uygun kapasiteli trafonun olması gerekmektedir. Dolayısıyla yer seçimi yapılırken trafo merkezlerine yakın sahalara tercih edilmelidir. Aksi takdirde yeni trafo merkezleri kurmak gerekir, bu da maliyeti artırır.

Hatay’da 12 adet trafo merkezi tespit edilmiş ve çalışmada “Nokta” (Point) veri olarak ayrı bir katmanda sayısallaştırılmıştır. Yakınlık Analizi uygulanarak 5 sınıf tampon alan olarak belirlenmiş ve yakınlığa göre puanlandırılmıştır (Tablo 5, Şekil 10).

Tablo 5: Trafo Merkezlerine yakınlık sınıfları ve uygunluk puanları

Mesafe (Km)	Puan
0 - 3	10
3 - 5	7
5 - 7	5
7 - 10	3
10 ve Daha Uzak Mesafe	1

Şekil 10: Hatay’da güneş enerji santralinin kurulması açısından Trafo Merkezlerine yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

Tablo 7: Akarsulara yakınlık sınıfları ve uygunluk puanları

Mesafe (Km)	Puan
0 – 0,5	1
0,5 - 5	10
5 - 10	7
10 – 15	4
15 ve Daha Uzak Mesafe	1

Şekil 12: Hatay'da güneş enerji santralinin kurulması açısından Akarsulara yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu**Göllere Yakınlık**

Akarsu kriterine benzer olarak güneş enerji santralleri soğutma suyuna duyulan ihtiyaç ve verimliliği arttırmak için panellerde yapılması gereken periyodik temizleme işlemleri için göllerdeki su da kullanılabilir. Bu açıdan göllere yakın sahalar santral için daha uygun alanları oluşturmaktadır. Hatay göl haritasına uygulanan yakınlık analizi ile 4 farklı uygunluğa ait sınıf oluşturulmuş ve puanlanmıştır (Tablo 8, Şekil 13). Bu kritere göre en uygun alanı 1-5 km bandı oluşturmaktadır.

Tablo 8: Göllere yakınlık sınıfları ve uygunluk puanları

Mesafe (Km)	Puan
0 - 1	1
1 - 5	10
5 - 10	6
10 - 20	3
20 ve Daha Uzak Mesafe	1

Şekil 13: Hatay'da güneş enerji santralinin kurulması açısından Göllere yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

Fay Hatlarına Yakınlık

Güneş enerji santrali için yer seçiminde dikkate alınması gereken diğer bir kriter de fay hatlarının konumlarıdır. Özellikle tektonizmanın aktif olduğu depreme duyarlı sahalarda fay hatlarına uzak alanlar tercih edilmelidir.

Çalışmada, Maden Tetkik Arama Müdürlüğünden temin edilen Hatay iline ait diri fay haritası kullanılmış ve bu hatlara yakınlık açısından 3 sınıf belirlenmiştir. Fay hatlarına 5 km.ye kadar yakın olan alanlara düşük (1), 5-10 km. yakınlıktaki alanlara orta (5), 10 km.den daha uzak alanlara yüksek (10) puan verilmiştir (Tablo 9, Şekil 14).

Tablo 9: Fay Hatlarına yakınlık sınıfları ve uygunluk puanları

Mesafe (Km)	Puan
0 – 5	1
5 – 10	5
10 ve Daha Uzak Mesafe	10

Şekil 14: Hatay'da güneş enerji santralinin kurulması açısından Fay Hatlarına yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

Arazinin Kirlenme ve Tozlanma Durumu (Taş Ocaklarına Yakınlık)

Güneş enerjisi üretiminde verimin yüksek olması panellerin temiz olmasıyla doğru orantılıdır. Santrallerin kurulacağı sahalar tozlanmaya sebep olan taş ve kum ocaklarından mümkün olduğunca uzak alanlardan seçilmelidir.

Çalışmada, taş ocakları lokasyonları belirlenmiş ve nokta katmanı oluşturulmuştur. Yapılan analiz ile taş ocaklarına yakınlık açısından 5 sınıf belirlenmiş ve bu tesislerden uzaklaştıkça uygunluğun artacağından dolayı yüksek puan verilerek kriter oluşturulmuştur (Tablo 10, Şekil 15)

Tablo 10: Taş Ocaklarına yakınlık sınıfları ve uygunluk puanları

Mesafe (Km)	Puan
0 – 2	1
2 – 4	3
4 - 6	5
6 - 10	7
10 ve Daha Uzak Mesafe	10

Şekil 15: Hatay’da güneş enerji santralinin kurulması açısından Taş Ocaklarına yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu**Kuş Göç Yollarına Yakınlık**

Çok önemli olmasa da güneş enerjisi için panellerin kurulacağı sahanın göçmen kuşların göç güzergahına göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Göç dönemlerinde kalabalık sürüler halinde göç eden göçmen kuşların güzergahları üzerinde kurulmuş olan santrallerin üzerine dışkılarını bırakmaları muhtemeldir. Kuş dışkılarındaki yüksek asit oranından dolayı kuş dışkısı güneş panellerine ciddi zarar verebilmektedir. Sahanın göç yollarına uzak olması uygunluk açısından arzu edilmektedir. Kuşların göç güzergâhı ve bu güzergâha yakınlık sonucunda 3 sınıf belirlenmiş ve puanlandırılarak çalışmada kullanılmıştır (Tablo 11, Şekil 16)

Tablo 11: Kuş Göç Güzergahlarına yakınlık sınıfları ve uygunluk puanları

Mesafe (Km)	Puan
0 – 3	1
3 – 10	5
10 ve Daha Uzak Mesafe	10

Şekil 16: Hatay’da güneş enerji santralinin kurulması açısından Kuş Göç Güzergahlarına yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

Arazinin Toprak Yapısı

Yer seçiminde en önemli kriterlerden biri arazinin toprak yapısı ve tarımsal açıdan değeridir. Tarıma elverişli araziler santral kurulumu için ekonomik nedenlerden dolayı uygun alanlar değildir. Toprak yapısı konusunda tarımsal açıdan değeri düşük olan alanlar tercih edilmelidir.

Hatay Toprak Haritasında 9 farklı toprak türü yer alırken bu alanlara 6 farklı puan değeri verilerek çalışma da kullanılmıştır. Tarımsal anlamda değerli olan Alüvyal topraklara düşük puan verilirken; Leçelik alana karşılık gelen, bazaltlardan oluşan çıplak kayalık sahalara en yüksek puan verilmiştir (Tablo 12, Şekil 17)

Tablo 12: Büyük Toprak Gruplarına yakınlık sınıfları ve uygunluk puanları	
Toprak Cinsi	Puan
Alüvyal Sahil Bataklıkları	1
Alüvyal Topraklar	1
Leçelik	10
Hidromorfik Alüvyal Topraklar	2
Kahverengi Orman Toprakları	8
Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklar	8
Kolüvyal Topraklar	3
Kırmızı Akdeniz Toprakları	6
Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları	6

ACIKLAMALAR

Puan

1	6
2	8
3	10

0 10 20 km

Şekil 17: Hatay'da güneş enerji santralinin kurulması açısından Büyük Toprak Gruplarının etkisi ve uygunluğu

Şekil 17: Hatay'da güneş enerji santralinin kurulması açısından Büyük Toprak Gruplarının etkisi ve uygunluğu

Bitki Örtüsü Durumu

Güneş enerji santralinin kurulacağı sahanın bitki örtüsü açısından durumu da önemli bir kriterdir. Seçilecek sahanın bitki örtüsünden yoksun alanlar olması gerekmektedir. Çalışma alanına ait LANDSAT 8 uydu görüntüsüne NDVI (Normalized Differences Vegetation Index) analizi uygulanarak bitki alanları ve bitkiden yoksun alanlar olmak üzere 2 sınıf tespit edilmiş, bitki alanlarına düşük, yoksun alanlara yüksek puan verilerek kriter oluşturulmuştur (Tablo 13, Şekil 18).

1.3.2 Sonuç Haritasının (Uygun Alanlar) Üretilmesi

Çok Ölçütlü Karar Analizinin birinci aşamasında kriterler belirlenir, her kriter bağımsız olarak değerlendirilir ve kendi içerisinde puanlandırılır. Çalışmada 13 kriter birbirinden bağımsız olarak ele alınmış ve kendi içerisinde göreceli olarak sınıflandırılıp uygunluğa göre 0 ile 10 arasında puanlar verilmiştir. Her kriter için hazırlanan puanlandırılmış katman hücresel (raster) veri formatında ve aynı çözünürlükte (piksel boyutu: 10 X 10 metre) düzenlenerek Çakıştırma Analizi (Overlay) için uygun ve standart hale getirilmiştir.

İkinci aşamada puanlandırılmış kriter katmanları çakıştırılarak sonuç haritası üretilmektedir. Bu aşamada her kriter katmanının bütünlük içerisindeki ağırlığı belirlenmelidir. Bu kapsamda çalışmada kullanılan 13 kriterin ağırlıkları yüzde olarak ve toplamaları % 100 olacak şekilde belirlenmiştir (Tablo 14). Kriterler arasından en büyük ağırlık % 13 ile Bakı kriterine verilmiştir. İkinci olarak % 10 ile Eğim, İletim Hatlarına Uzaklık, Toprak Grupları, Trafo Merkezlerine Uzaklık, Bitki Örtüsü ve Yerleşmelere Uzaklık kriterlerine verilmiştir. Güneş enerji santrali için uygun yer seçimi açısından çalışmada kullanılan kriterler arasında etkisinin en düşük olduğu kabul edilen Kuş Göç Güzergâhlarına Uzaklık kriterine % 3 ağırlık değeri verilmiştir.

Kriter katmanlarının ağırlık ya da etki değerleri verildikten sonra Çakıştırma Analizi uygulanarak her katmanda üst üste denk gelen piksel değerlerinin toplanması ile sonuç haritası üretilmiştir.

Tablo 14: Çalışmada kullanılan kriter katmanlarına verilen ağırlık değerleri

Kriter	Ağırlık (%)
Eğim	10
Bakı	13
Yollara Uzaklık	8
Taş Ocaklarına Uzaklık	4
İletim Hatlarına Uzaklık	10
Akarsulara Uzaklık	4
Göllere Uzaklık	4
Fay Hatlarına Uzaklık	4
Kuş Göç Güzergâhlarına Uzaklık	3
Toprak Grupları	10
Trafo Merkezlerine Uzaklık	10
Bitki Örtüsü	10
Yerleşmelere Uzaklık	10

2. Bulgular ve Değerlendirme

Çalışmada ÇÖKA yöntemiyle Hatay ilinde güneş enerji santralinin kurulabileceği uygun alanlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Uygun alanlar için 13 kriter belirlenmiş ve her kriter kendi içerisinde uygunluk derecesine göre puanlandırılmıştır. Puanlama yapılırken literatürde yapılan benzer çalışmalardan (Obut, 2016; Geçen, 2016; Usun, 2016, Güçlüer, 2010), konu ilgili bilirkişiler ile yapılan görüşmelerden, kişisel tecrübe ve yorumlardan faydalanılmıştır. Puanlandırılmış kriterlere etki derecesine göre ağırlıklar verilerek çakıştırılmış ve sonuç haritası üretilmiştir (Şekil 19). Sonuç haritası Uygun Alanlar, Alternatif Alanlar ve Uygun Olmayan Alanlar olmak üzere 3 sınıfa ayrılmıştır.

Uygun alan olarak Erzin ilçesinin batı kesiminde Adana il sınırında yer alan leçelik saha tespit edilmiştir. Yaklaşık 60 km²lik alana sahip bu bölüm, çalışmada kullanılan kriterler sonucunda en yüksek puanı almış ve uygun alan olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Hassa ilçesinin doğu kesiminde Suriye sınırına paralel bir şekilde uzanan volkanik saha, Antakya ve Defne ilçelerinin kuzeyinde Güney Amanos Dağları'nın doğu yamacındaki akarsuların oluşturduğu birikinti yelpazesi üzerindeki saha, Belen ve Kırıkhan ilçesinin güneyinde Maraş Boğazı olarak isimlendirilen alan, Arsuz ve İskenderun ilçesi arasında Güney Amanos Dağları'na doğru uzanan alan ve Erzin ilçe merkezinin çevresi ve özellikle kuzeyinde Osmaniye il sınırı çevresindeki saha, alternatif alanlar olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada kriter olarak ele alınmayan, güvenlik açısından Hassa leçeliklerinin oluşturduğu alanın uygun olmayacağı, ayrıca bu alanda tespit edilen lav tünelleri (Atasoy, 2016) gibi çeşitli karakteristik volkanik şekillerin turizm açısından değerlendirilmesinin daha isabetli olacağı kanaatine varılmıştır.

Antakya ve Defne ilçelerinin kuzeyindeki saha ile Arsuz ve İskenderun arasındaki sahaların gelecekte yerleşim alanlarına açılacağı düşünüldükçe santral kurulumu için elverişli olmayacağı düşünülmektedir.

Alternatif olarak Erzin ilçesinin kuzey kesimleri ve Maraş Boğazı (Topboğazı) sahaları değerlendirilebilir. Ancak çalışmada uygun alan olarak tespit edilen Erzin leçelikleri çalışmada kullanılmayan kriterler de (güvenlik, lokasyon vb.) dikkate alındığında güneş enerji santrali için elverişli ve yeterli büyüklükte olduğu görülmektedir.

Şekil 19: Hatay ilinde güneş enerji santrali kurulumu için uygun ve alternatif alanlar

Çalışmada uygun alan olarak tespit edilen, Büyüktüysüz, Hamidiye, Turunçlu mahalleri arasında yer alan bu saha (Şekil 20) yüzey volkanizması sonucu oluşmuş bazaltlar ile kaplıdır. Çalışmada kriter olarak değerlendirilmeyen konum ve güvenlik gibi özellikler açısından da bu saha, güneş enerji santrali kurulumu için uygun olup ülke ekonomisine enerji üretimi açısından katkı sağlayacak durumdadır. Ayrıca bu sahanın özel mülkiyet olmayıp hazineye ait olması santral kurulumu için kolaylık sağlayan diğer bir unsurdur. Diğer taraftan santral kurulumu için dezavantaj oluşturabilecek, maliyeti arttıracı bir yönü ise sahanın bazaltlardan oluşan çeşitli boyutta

volkanik kayaçlar ile kaplı olmasıdır (Foto 1 ve Foto 2). Bu kayaçlar temizlenerek santral kurulumu için uygun hale getirilebilir.

Şekil 20: Güneş santrali kurulumu için tespit edilen uygun alanın Google Earth görüntüsü

Foto 1: Güneş enerji santrali için önerilen Erzin leçeliklerinin farklı kesimlerinden görüntüler

Foto 2: Güneş enerji santrali için önerilen Erzin leçeliklerinin farklı kesimlerinden panoramik görünüm.

3. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde hızla gelişen sanayi ve teknoloji ile birlikte enerjiye duyulan ihtiyaç artmış ve artmaya devam etmektedir. Enerjinin büyük bir kısmı fosil kaynaklar kullanılarak üretilmektedir. Bu durum kaynak sahibi belli başlı ülkelerin ve bu ülkelerin hamisi konumunda olan büyük güçlerin söz sahibi olmalarına ve keyfi uygulamalar ile diğer dışa bağımlı ülkeler üzerinde bir tehdit unsuru olarak kullanmalarına sebep olmaktadır.

Türkiye hızla gelişen, büyüyen ve küresel anlamda söz sahibi olma yolunda ilerleyen bir ülkedir. Bu yürüyüşün ve büyümenin devamlılığı açısından özellikle enerji ihtiyacı konusunda dışa bağımlılığın asgariye indirilmesi gerekmektedir. Ülkemizde üretilen enerjinin en büyük payında kaynak olarak dışarıdan ithal edilen kömür ve doğalgaz gibi fosil kaynaklar kullanılmaktadır. Enerji üretimimizin yaklaşık 1/5 milli kaynak olarak ifade edebileceğimiz hidroelektrik santrallerinden üretilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları açısından yüksek potansiyele sahip Türkiye’de maalesef yeteri düzeyde bu kaynaklardan faydalanılamamaktadır. Özellikle güneş enerjisi açısından bu durum daha da vahimdir.

Çalışmada Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyeli ve bölgesel dağılışı irdelenmiştir. Özellikle Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerimizde potansiyelin yüksek olduğu görülmektedir. Akdeniz bölgesinde yer alan Hatay ili bulunduğu coğrafi konum itibarıyla güneş enerjisi potansiyeli yüksek illerimizin başında gelmektedir.

Hatay ili özelinde güneş enerjisi santralının kurulabileceği uygun alanlar CBS ortamında ÇÖKA yöntemiyle analiz edilmiş, uygun alan olarak ilin kuzey kesiminde Erzin ilçesi sınırları içerisinde yer alan leçelik saha tespit edilmiştir. Yaklaşık 60 km² lik alanda yapılacak fizibilite çalışmalarıyla tamamında ya da belli kesimlerinde santralin kurulabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada ayrıca alternatif alanlar da belirlenmiştir.

Uygun alan olarak belirlenen bu saha kamu, özel sektör ya da kamu-özel sektör işbirliği tarafından güneş enerji santrali kurulumu açısından değerlendirilmeli ve çalışmalar başlatılmalıdır.

Hatay ili gibi potansiyeli yüksek birçok ilimizde benzer çalışmalar yapılmalı ve ülkemizde enerji üretimi açısından güneş enerjisinin payı arttırılmalıdır.

Yenilenebilir enerji kaynakları konusunda yasal mevzuat elden geçirilmeli, girişimcilere çeşitli kolaylıklar ve teşvikler sağlanmalıdır.

Özellikle yenilenebilir, temiz enerji olarak adlandırılan kaynaklar açısından ülkemizin sahip olduğu potansiyel değerlendirilmeli enerji üretiminde çeşitlilik sağlanarak dışa bağımlılık azaltılmalıdır.

Teşekkür: Çalışmaya katkıda bulunan ve emeği geçen öğrencim Durmuş DARAN'a teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- Atasoy, A. (2016). "Hassa (Hatay) Bazalt Platosu'nda Öne Çıkan Tipik Volkanik Şekiller İle Lav Akıntısı Yapıları". *Turkish Studies*, 11(2): 85-112.
- Durak, M. (2009). *1. Türkiye Güneş Enerjisi Kursu*, TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, Ankara.
- Ege, İ. (2014). *Amik Ovası Ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi*. Doğu Mat Grup Matbaacılık Ltd. Şti.
- Geçen, R. (2018). *Hatay'da Yerleşim Alanlarının Genel Coğrafi Özellikleri*, Hatay Araştırmaları IV, Pozitif Matbaa, ISBN: 978-605-64626-3-4, Syf: 59-81.
- Geçen, R. Varol, M. (2016). *GIS-Tabanlı Çok Kriterli (Multicriteria) Karar Analizi Yöntemi Kullanılarak Amanos Dağları'nda (Hatay) Uygun Kamp Alanı Tespiti*, Hatay Araştırmaları II, Syf: 165-176, ISBN: 978-605-82868-0-1.
- Güçlüer, D. (2010). *Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak alanların CBS Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemi ile Belirlenmesi*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve CBS Yüksek Lisans Programı, İstanbul
- Güçlüer, D. ve Batuk, F. (2011). "Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak alanların CBS-ÇÖKA Yöntemi ile Belirlenmesi". *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara
- Gül, A., Karakoç, A. ve Rehimbeyli, S. (2017). "Mekânsal Planlama Alan Kullanım Kararlarında Güneş Enerji Santrallerinin Yer Seçimi Kriterleri". *5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, Bakü – AZERBAIJAN*
- International Energy Agency, 2013
- Korkmaz, H. ve Fakı, G. (2009). "Kuseyr Platosu'nun İklim Özellikleri". *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. Cilt: 6, Sayı: 12, Syf. 324-350.
- Küçükönder, M. ve Karabulut, M. (2007). "Çok Kriterli Analiz Yöntemi Kullanılarak Kahramanmaraş'ta Çöp Depolama Alanı Tespiti", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5 (2), syf. 55-76
- Obut, Z. (2016). *Göksun İlçesinde Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların CBS Yöntemi İle Belirlenmesi*. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş
- Şahin, A. D. (2009). *1. Türkiye Güneş Enerjisi Kursu*. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, Ankara.
- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı (<http://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa>)

Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>)

Usun, F., Geçen, R. ve Varol, M. (2016). *CBS Yardımıyla Alış Veriş Merkezleri İçin Uygun Yer Seçimi*. Hatay Araştırmaları II, Syf: 165-176, ISBN: 978-605-82868-0-1, Hatay

Yılmaz, S. ve Duhan, D.K. (2017). “Enerji Güvenliği Kavramı: 1973 Petrol Krizi Işığında Bir Tartışma”. *Uluslararası Kriz ve Siyaset Araştırmaları Dergisi*, 2017, 1 (3), Syf. 169-199, Ankara