

Ceyhan (Adana) İlçesinde Güneş Enerjisi Santrali Kurulumu için Uygun Alanların CBS ve AHP Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi

Determination of Suitable Areas for Solar Energy Power Plant Installation in Ceyhan (Adana) District using GIS and AHP Method

Remziye Özdar¹, Reşat Geçen^{2*}

¹ Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ABD, Hatay/Türkiye.

² İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Malatya/Türkiye.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

*Sorumlu yazar:

Reşat Geçen
rgecen@gmail.com

doi: 10.48123/rsgis.1713936

Yayın süreci

Geliş tarihi: 04.06.2025
Kabul tarihi: 27.10.2025
Basım tarihi: 26.03.2026

Özet

Günümüzde Dünya’da ve Türkiye’de büyük oranda fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Ülkelerin gelişmesiyle doğru orantılı olarak artan enerji ihtiyacı tükenen fosil kaynakları, çevre kirliliğini had safhaya çıkaran, karbon ayak izini artıran ve küresel ısınmayı tetikleyen kaynaklardan ziyade; daha temiz, sınırsız, çevre dostu olarak nitelendirdiğimiz yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yönelmeyi mecbur kılmaktadır. Bu çalışma Adana ili Ceyhan ilçesinde kurulabilecek güneş enerji santrallerine uygun alanları belirlemek için yapılmıştır. Bir bölgenin sadece güneş enerjisi potansiyeline bakılarak santralleri kurmak yarardan çok zarar sağlayabileceği için rasyonel değildir. Bu çalışmada kriter olarak; güneş enerjisi potansiyeli, eğim, baki, yollara yakınlık, iletişim hatlarına yakınlık, trafo merkezlerine yakınlık, yerleşim alanlarına yakınlık, akarsulara yakınlık, fay hatlarına yakınlık, taş ocaklarına yakınlık, bitki örtüsü - Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), toprak kabiliyeti ve kuş göç yollarına yakınlık olmak üzere toplamda 13 parametre kullanılmıştır. Her bir kriter ayrı bir katman olarak kendi içerisinde 0-10 ölçeğinde uygunluğa göre puanlandırılmıştır. Puanlandırılan bu katmanlar çakıştırılarak çalışma sahasındaki en uygun alanlar tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda uygun alanların homojen dağılım göstermediği ve farklı birçok alanda olduğu ortaya konulmuştur. Mevcut santraller ile elde edilen uygun alanların birbirleriyle örtüştüğü görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Güneş paneli, CBS, ÇÖKA, Güneş enerjisi santrali

Abstract

Today, fossil fuels are largely used in the world and in Turkey. The increasing need for energy in direct proportion to the development of countries necessitates turning more to cleaner, unlimited, environmentally friendly renewable energy sources rather than sources that will run out, increase environmental pollution, increase carbon footprints and trigger global warming. This study was conducted to determine the suitable areas for solar power plants to be established in Ceyhan district of Adana province. Establishing power plants by only looking at the solar energy potential of a region is not rational as it may cause more harm than good. Many criteria were evaluated for the result. In this study, a total of 13 parameters were used as criteria: solar energy potential, slope, aspect, proximity to roads, proximity to communication lines, proximity to transformer stations, proximity to residential areas, proximity to rivers, proximity to fault lines, proximity to quarries, vegetation cover – Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), land capability, and proximity to bird migration routes. Each criterion was scored according to suitability on a scale of 0-10 within itself as a separate layer. The most suitable areas in the study area were determined by overlapping these scored layers. The results of the study revealed that the suitable areas do not exhibit a homogeneous distribution and are located across various different regions. A similarity was observed between the existing plants and the suitable components obtained.

Keywords: Solar panel, GIS, MCDM, Solar power central

1. Giriş

İnsan, tarih sahnesine çıktığı günden itibaren gelişim ve değişim içerisinde. Ekonomik, toplumsal ve siyasal dönüşümlere sebep olan Sanayi Devrimi 18. yüzyılda İngiltere’de başlayan bir makineleşme çağıdır. En temelindeki hammadde kömür ve demirdir. Başlangıçta Batı dünyasının gelişimine katkı sağlayan ve insan yaşamında kolaylık sağlayan bu atılım, bölgesel ve küresel anlamda olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir. Küresel iklim değişimi ve beraberinde gelen çevresel felaketlerin başlangıç noktası olarak görülmektedir.

Dünyadaki hızlı nüfus artışı ile doğru orantılı olarak iklim sorununun merkezi konumunda olan enerji talebi de aynı ölçüde artış göstermektedir. Kömür, doğalgaz ve petrol gibi fosil yakıtlar yakın gelecekte tükenmesi beklenen sınırlı kaynaklardır ve sürdürülebilir gelecek açısından olumsuz etkilere sahiptir.

Özellikle 1973 yılında meydana gelen dünya ekonomisini sarsan petrol krizi, 1990 yılları sonrasında tüm dünyayı etkileyen Körfez Krizleri, Arap Baharı, Ortadoğu ülkelerinin bazılarında meydana gelen devrimler ekonomik yapıyı ve küresel enerji piyasasını olumsuz olarak etkilemiştir. Bu doğrultuda farklı alternatif kaynakları değerlendirmeyi gerekli kılmış olup enerji görünümünün bugünkü halini almasını sağlamıştır (Yılmaz & Kalkan, 2017). Yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılan hidroelektrik, jeotermal, rüzgar, güneş, biyokütle, gel-git ve dalgadan elde edilen enerji daha temiz, çevre dostu, sürdürülebilirlik açısından daha faydalı ve sınırsız kaynaklar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Dünya’nın atmosferi çeşitli gazlardan oluşmaktadır. Güneşten gelen ışınlar bu atmosferi aşip yeryüzünü ısıtır. Atmosferin varlığı ve içerisindeki gazlar (CO₂, CH₄, N₂O, O₃, CFC) güneşten gelen ısıyı belli bir oranda tutup yaşanılabilir bir sıcaklık derecesinde kalmasını sağlamaktadır. Fakat zamanla Sanayi Devrimi ve beraberinde artan nüfus faaliyetleri CO₂, CH₄, N₂O gibi gazların atmosfere fazla salınması sonucu aşırı sera etkisi oluşturup sıcaklığın artmasına sebep olmuştur (Akin, 2006).

Günümüzde iklim değişiminin olumsuz etkisini gözle görülür şekilde hissettiğimiz ani ve şiddetli yağışlar, kuraklık, aşırı sıcak hava dalgaları, sel gibi hava olayları hem bölgesel hem de küresel çapta ciddi artmış şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bunun başlıca sebeplerinden biri, Sanayi Devrimi’nde artan fosil yakıt kullanımı olarak belirtilmektedir. 1850 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede ortalama küresel sıcaklık 1.1°C artmıştır. Artışın devamı durumunda küresel sıcaklık artışının 3°C’yi bulması beklenmektedir. İklim değişikliği ile ilgili küresel ölçekte ülkeler bir araya gelip insan kaynaklı etkileri azaltmak için işbirliği yapmıştır. Anlaşmada küresel sıcaklık artışının 1.5°C ile sınırlandırılması hedeflenmektedir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025).

İklim değişimi ile ilgili ortak mücadele kapsamında 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), 1997 yılında Kyoto Protokolü ve 2015 yılında Paris Anlaşması imzalanmıştır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2024).

Paris’te 12 Aralık 2015’te düzenlenen BM İklim Değişikliği Konferansı’nda iklim değişikliği ve olumsuz etkileri üzerine dünya liderleri anlaşmaya varmıştır. Anlaşma içeriğinde uluslara rehberlik edecek uzun vadeli hedefler belirtilmektedir (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2024).

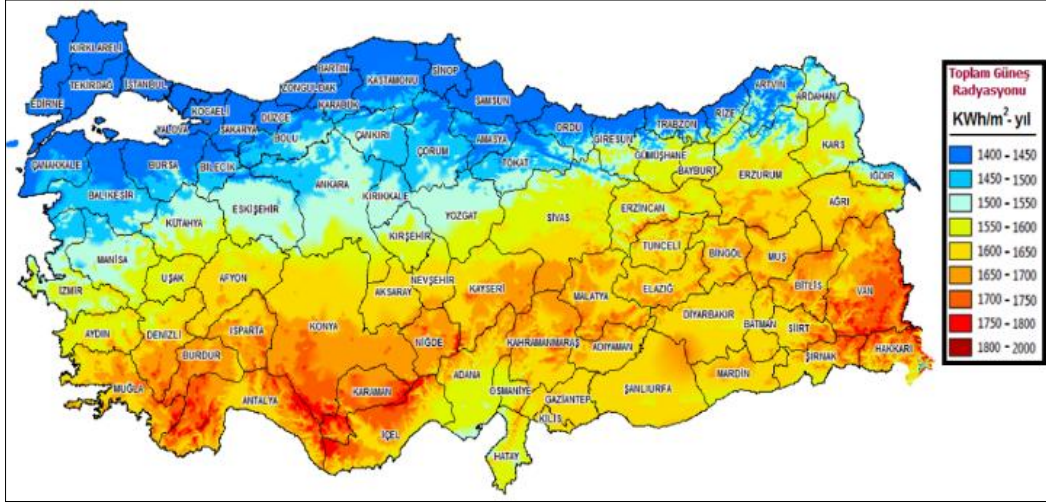
Günümüz koşullarında artan enerji talebine karşı mevcut kaynakların sınırlı olması sebebiyle alternatif enerji kaynaklarına yönelim zorunlu bir hal almıştır. Bununla beraber artan enerji talebine bağlı olarak enerji üretim ve tüketimden kaynaklı çevresel etkilerin azaltılması da önem arz etmektedir. Küresel iklim değişikliğine ve çevre kirliliğine neden olan fosil yakıtlardan enerji üretmek yerine çevreye olumsuz etkisi daha az olan, sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji teknolojilerine, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme gerekliliği doğmuştur (Obut, 2016; Turan, 2022). Yenilenebilir enerji kaynakları dışa bağımlılığı azaltma konusunda daha fazla çalışma yürütülmesi ve daha fazla yatırım yapılması gereken bir alandır. Yenilenebilir enerji kaynakları için gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülke her geçen yıl daha fazla yaygınlaştırma çalışmaları yapmaktadır.

Küresel düzeyde enerji kaynakları içerisinde güneş enerjisi sistemleri önemli bir yere sahiptir. Güneş enerjisinin kolay erişilebilir olması, sınırsız enerji kaynağına sahip olması ve yenilenebilir kaynak özelliklerine sahip olması çevre dostu olarak nitelendirilmesini sağlamıştır. Dünya’da birçok ülke enerji üretiminde güneş enerjisine önemli oranda araştırma geliştirme ve ekonomik pay ayırmaktadır. Türkiye’de bu açıdan, uluslararası kuruluşlar ile işbirliği içerisinde girip güneş enerjisinin temiz enerji kaynağı olarak değerlendirilmesini ve kullanılmasını desteklemektedir. Bu doğrultuda, Türkiye’de birçok yatırımcı ve kuruluş güneş enerjisine kaynak ayırarak çalışmalar yürütmeye başlamıştır (Şenlik, 2017; Yalçın & Yüce, 2020; Orhan & Şahin, 2022; Arca & Keskin Çıtıroğlu, 2022; Demir, 2023).

Araştırmalar doğrultusunda Türkiye’nin yüksek güneş enerjisi potansiyeli barındırmasına rağmen su ısıtma haricinde yeteri kadar kullanılmadığı görülmüştür. Bu konuyla alakalı Türkiye’nin birçok ili ve ilçesinde çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın temel amacı Türkiye’nin güney kesiminde yer alan Ceyhan ilçesinin güneş enerjisi potansiyelini ortaya koyarak santral kurulabilecek en uygun alanların tespit edilmesidir.

1.1. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli

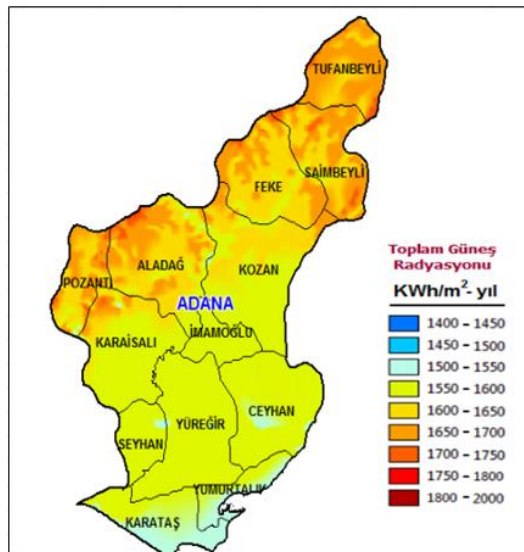
Türkiye 36–42° kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Orta kuşakta yer alması yıl içerisinde güneş ışınlarının geliş açısında değişime sebep olmaktadır ve bu doğrultuda yıl içerisinde sıcaklık değişimi fazla olmaktadır. Coğrafi konumundan ötürü ülkemiz GES kurulumuna elverişli pek çok lokasyona sahiptir ve önemli oranda güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Şekil 1'de gösterilen Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'nı incelediğimizde Türkiye'nin yıllık ortalama güneşlenme süresi 2.741 saat olup yıllık ortalama ışınlam değeri 1.527 kWh/m^2 olarak hesaplanmıştır. Haritada görüldüğü üzere Türkiye'nin coğrafi konumunun etkisi ile güneyden kuzeye doğru güneş enerjisi potansiyelinin azaldığı görülür. En yüksek potansiyele sahip alanlar ise Türkiye'nin güney ve güneydoğu bölgeleri olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Türkiye'de yıllık toplam güneş radyasyonu dağılışı (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024)

1.2. Adana'nın Güneş Enerjisi Potansiyeli

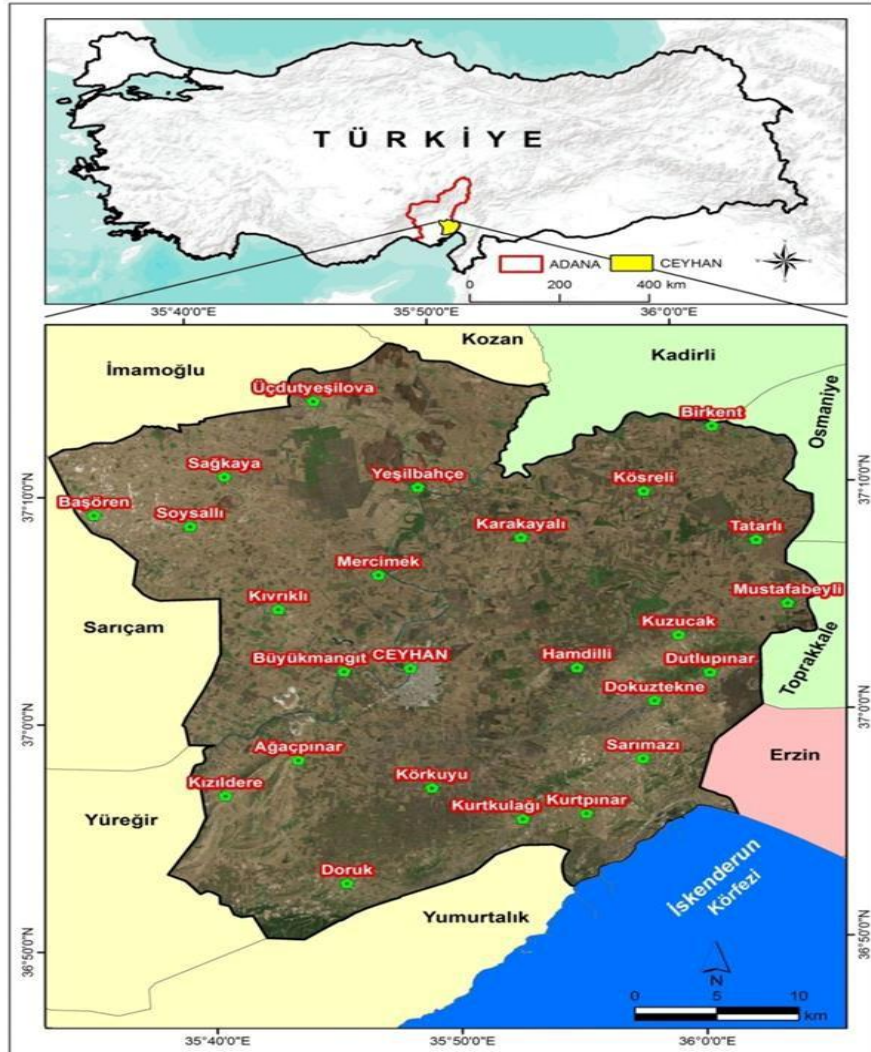
Güneş'in doğduğu andan battığı ana kadar geçen sürede güneş ışınlarının yeryüzüne ulaştığı zaman aralığına güneşlenme süresi denir. Güneş ışınlarının geliş açısına bağlı olarak Türkiye'nin güneyinde yer alan illerin radyasyon değeri daha yüksektir. Adana ili coğrafi konumu ve güneşlenme süresi bakımından Türkiye'nin birçok ilinden daha avantajlıdır. Adana, Şekil 2'de yer alan toplam Güneş Radyasyonu Dağılışı Atlasında da görüldüğü üzere radyasyon açısından büyük potansiyele sahiptir.



Şekil 2. Adana'da yıllık toplam güneş radyasyonu dağılışı (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024)

2. Çalışma Sahası ve Genel Özellikleri

Çalışma alanı olarak belirlenen Adana'nın Ceyhan ilçesi, Türkiye'nin güneyinde, 37°14'2''K- 35°48'50''D koordinatları arasında yer almaktadır (Şekil 3). Akdeniz Bölgesi'nin Doğu Akdeniz Bölümü içerisinde yer almaktadır. Ceyhan ilçesi; yükseltisi fazla olmayan dağlık, tepelik alanlar ve geniş oranda da ovalık diyebileceğimiz topoğrafyaya sahiptir (Vikipedi, 2024). Doğusunda Hatay ilinin Erzin ilçesi ve Osmaniye ili, kuzeydoğusunda Osmaniye ilinin Kadirli ilçesi, kuzeyinde Adana ilinin Kozan, kuzeybatıda İmamoğlu, batısında Sarıçam, güneybatısında Yüreğir, güneyinde ise Yumurtalık ilçeleri ile İskenderun Körfezi yer almaktadır.

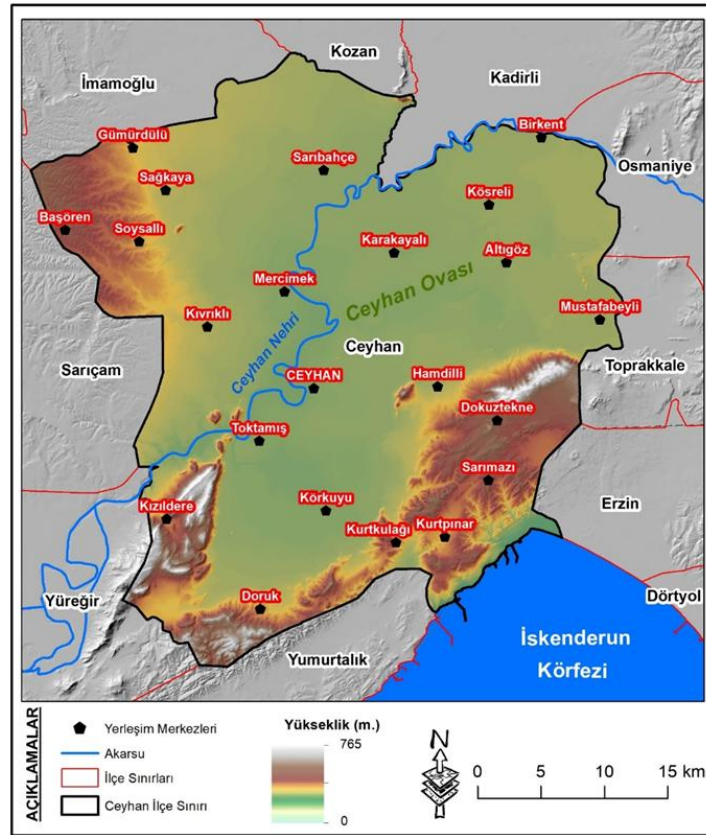


Şekil 3. Ceyhan lokasyon haritası (Geçen, 2019a)

Ceyhan ilçesi Türkiye'nin ekonomik açıdan en verimli ovaları olan Çukurova'nın bir bölümünde yer almaktadır. İlçeden Türkiye'nin önemli nehirlerinden biri olan Ceyhan nehri geçmektedir (Şekil 4). Bitki örtüsü makidir. Ceyhan ovaları ormanların tahrip edilmesiyle tarım alanlarına çevrilmiştir. Yer yer çam ormanlarına rastlanılmaktadır. Tipik bir Çukurova ilçesi olan Ceyhan'ın temel geçim kaynağı tarımdır. Daimi olmayıp zaman zaman değişmekle beraber buğday, mısır, karpuz, yer fıstığı ve soya üretimine sık rastlanır. Ayrıca BTC (Bakü-Tiflis- Ceyhan) Boru Hattı olan Bakü'den Yumurtalık'a uzanan Petrol Boru Hattı'na, Yumurtalık- Sugözü Termik Santrali'ne, Yumurtalık Serbest Bölgesi'ne, Adana ve Osmaniye Organize Sanayi Bölgelerine ve Toros Gübre Sanayisi'ne yakın olması ekonomisini etkilemiştir (Vikipedi, 2024).

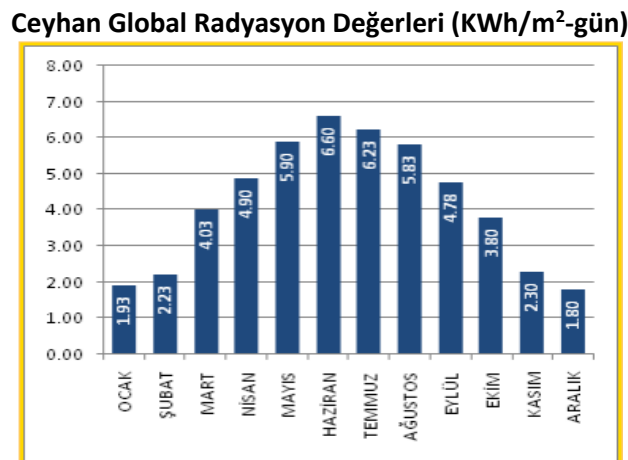
Bir bölge yüksek ışınlım değerine sahip olsa da gölgelenme ve olumsuz iklim koşullarına sahipse güneş enerjisi santrallerinde verimliliğin düşük olmasına sebep olacaktır. Kar yağışının yoğun olduğu, karın yerde kalma süresinin uzun olduğu alanlarda panellerin üzeri karla kaplanacağı için verim düşecektir.

Ceyhan ilçesi bulunduğu mutlak konum gereği yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Yoğun bulutluluk oranına, gür bitki örtüsüne, yüksek binalara, yoğun engebeli arazilere sahip olmaması, mevcut iklim koşulları sebebiyle güneş enerjisi santralleri açısından değerlendirilmesi gereken önemli çalışma alanıdır.

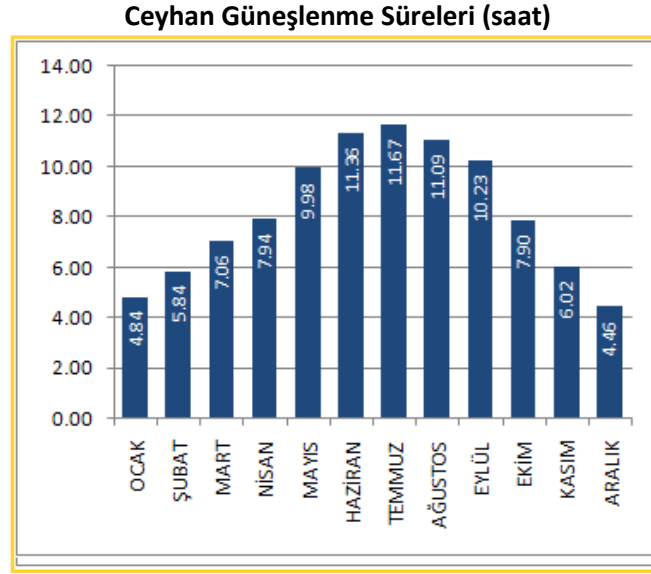


Şekil 4. Ceyhan ilçesi fiziki haritası (Geçen, 2019a)

Ceyhan ilçesinde, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan aylık güneşlenme süresi ve aylık radyasyon değeri grafikler ışığında değerlendirme yapıldığında, yaz aylarında güneşlenme süreleri 11 saat üzerinde iken, kış aylarında 4-5 saatlere düşmektedir (Şekil 5, Şekil 6). Kış aylarında düşüş yaşanmasının sebebi güneş ışınlarının geliş açısının daralması, gündüz sürelerinin kısalması ve buna bağlı olarak güneşlenme sürelerinin kısalması gibi faktörler etkili olmaktadır.



Şekil 5. Adana-Ceyhan radyasyon değerleri (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2025)



Şekil 6. Adana-Ceyhan güneşlenme süreleri (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2025)

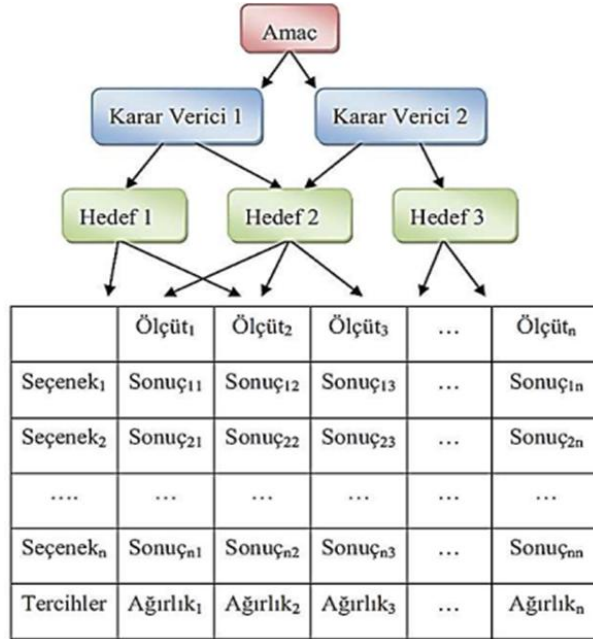
3. Metodoloji

Çalışmanın yöntemi CBS ortamında yürütülen Çok Kriterli Karar Analizi'nden (ÇKKA) oluşmaktadır.

3.1. Çok Ölçütlü Karar Analizi

Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA), birden çok ölçütün mevcut olduğu ve çözüm sürecinde bu ölçütlerin birlikte değerlendirilmesi gereken durumlarda kullanılan bir yöntemdir (Şekil 7). Problemi daha küçük ve basit parçalara bölüp bu parçaları birbirleri ile bağlantılı olacak şekilde anlamlı bir yapı ortaya çıkarır (Demir, 2023).

Kriter ağırlıklarının belirlenmesi ÇÖKA yönteminin en önemli aşamasıdır. Çünkü yapılacak analiz sonucunda elde edilecek olan sonuç haritası belirlenen ağırlıklara göre oluşturulmaktadır. Kriter ağırlıklarında yapılacak en ufak değişiklik bile sonuçta farklılıklara sebep olacaktır. Ağırlık değeri, analiz için belirlenen kriterlere atanan ve diğer kriterlere göre göreceli önemini ifade etmekte olan değerdir (Güney & Turoğlu, 2018).



Şekil 7. ÇÖKA modeli (Güçlüer, 2010)

3.2. Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP), belirsiz ve karmaşık olarak görülen problemlerde karar vericilerin, kriterlerin ve alternatiflerin önem derecelerini analiz etmelerini sağlar. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegre olan bu yöntem, güneş enerjisi santralleri gibi karmaşık lokasyon seçiminde sıkça kullanılmaktadır (Chen vd., 2018; Demir, 2023).

Analitik Hiyerarşi Yöntemi; güneş enerjisi potansiyeli, eğim, bakı, yollara yakınlık, iletişim hatlarına yakınlık, trafo merkezlerine yakınlık, yerleşim alanlarına yakınlık, akarsulara yakınlık, fay hatlarına yakınlık, taş ocaklarına yakınlık, normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (NDVI), toprak kabiliyeti ve kuş göç yollarına yakınlık kriterleri dikkate alınarak uygulanmıştır. İkili karşılaştırma metoduyla kriterler birbirleriyle karşılaştırılıp ağırlık değerleri atanmıştır. Ağırlık değerleri ArcGIS 10.3 yazılımında “Raster Calculator” aracılığıyla analiz edilerek güneş enerjisi santralleri için en uygun alanlar belirlenmiştir. Verilen ağırlık değerleri literatür taraması ve uzman görüşü alınarak hazırlanmıştır. AHP yöntemi ile kriterler önem derecelerine göre ikili karşılaştırma metodu uygulanmış olup tutarlılık endeksinden faydalanılarak hesaplanmıştır. Tutarlılık endeksi hesaplanmasında %10’un altında bir sonuç elde edildiği takdirde, önem seviyelerinin kullanılabilir olduğu kabul edilmektedir.

4. Bulgular ve Tartışma

4.1. Santral Verimliliği ile İlgili Çalışma Verileri ve Kriterler

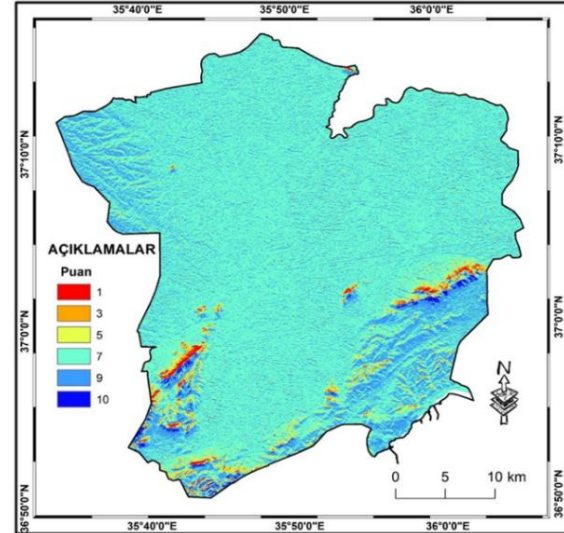
4.1.1. Güneş Enerjisi Potansiyeli

Güneş enerjisi santralinden alınacak verimin maksimum derecede olması için solar radyasyon şiddetinin ve verimliliğin yüksek olması ekonomik yatırım hususunda önemli bir kriterdir. (Eroğlu, 2018; Matpay, 2024). Akdeniz iklim özellikleri görülen Ceyhan ilçesinin yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Yüksek bir potansiyele sahip olması, bulutluluk yoğunluğunun az olması, güneşlenme süresinin fazla olması santralden alınacak verimliliği arttıracaktır.

Tablo 1’de solar radyasyonun uygunluk puanlamaları verilmiştir. Görüldüğü gibi, güneş radyasyon değerinin en düşük olduğu 1000 ve daha küçük değerlere sahip alanlara 1 puan verilmiştir. Güneş radyasyon değerinin 1400 ve üzeri olduğu alanlara ise en yüksek puan olan 10 verilmiştir. Analizler sonucu Şekil 8’deki güneş enerjisi potansiyeli haritası oluşturulmuştur. . Bu çalışmada hazırlanan güneş radyasyonu uygunluk haritası sınıflaması literatür taraması ve uzman görüşü referans alınarak hazırlanmıştır (Gerçek, 2018; Demir, 2023; Matpay, 2024).

Tablo 1. Solar radyasyonun uygunluk puanları

Solar Radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Puan
<1000	1
1000_1100	3
1100_1200	5
1200_1300	7
1300_1400	9
>1400	10



Şekil 8. GES kurulumu açısından solar radyasyon özelliğinin etkisi ve uygunluğu

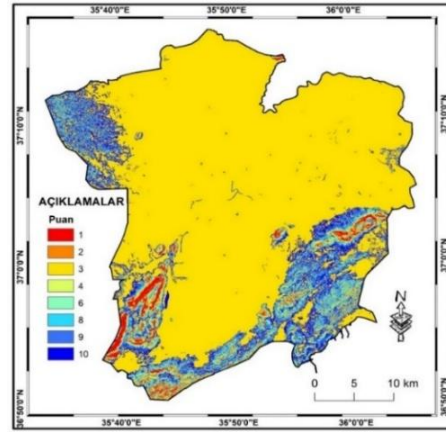
4.1.2. Arazinin Eğimi

Arazinin eğimi ve pürüzlülüğü güneş enerji santrali verimliliği açısından oldukça önemlidir. Fazla eğimli alanlar, iş gücünü ve maliyeti artıracak için tercih edilmemelidir. Güneş panellerinin en elverişli şekilde konumlandırılması en uygun açıyla yerleştirildiği takdirde verimlilik artacaktır (Geçen, 2019b). Arazi eğiminin fazla olduğu sahalarda kurulan güneş santralleri birbiri üzerine gölge yapmakta ve verimi düşürmektedir (Arca & Keskin Çıtıröğlu, 2022; Matpay, 2024).

Tablo 2’de eğim sınıfları ve uygunluk puanları verilmiş olup Şekil 9’da Ceyhan’da Güneş Enerji Santrali’nin kurulması açısından eğim özelliğinin etkisi ve uygunluğu harita üzerinde puanlanmıştır. Çok yüksek alanlar kurulumu zorlaştıracak için, çok düz alanlar ise su birikintisi gibi sorunlara neden olacağı için ve olası drenaj problemlerine karşı tercih edilmemektedir. Buna göre 0-3 derece eğimli arazilere düşük puan verilmiştir. Yine 15 ve 25 derece üzeri eğimli alanlar düşük puanlandırılmıştır. Ekonomik açıdan kazanç sağlayacak en uygun eğim derecesi 3-6 derece olması sebebiyle en yüksek puan olan 10 verilmiştir.

Tablo 2. Eğim sınıfları ve uygunluk puanları

Eğim (°)	Puan
0 – 3	3
3 – 6	10
6 – 9	9
9 – 12	8
12 – 15	6
15 – 18	4
18 – 21	3
21 – 25	2
25 +	1



Şekil 9. GES kurulumu açısından eğim özelliğinin etkisi ve uygunluğu

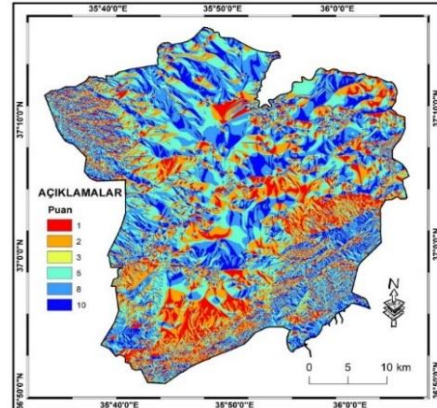
4.1.3. Arazinin Bakısı

Türkiye 36°-42° kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Bulunduğu matematik konum sebebiyle güneş ışınlarını büyük oranda güney yamaçları görmektedir. Bu sebeple bakı yönüne doğru santralleri kurmak santralden alınacak verimi etkileyeceği için oldukça önemlidir (Geçen, 2019b). Arazilerin bilhassa güney ve güneydoğuya bakan yamaçları kuzeye bakan yamaçlara oranla daha fazla ısındığından dolayı santraller için en uygun alanlardır. (Koç, 2011; Obut, 2016; Yalçın & Yüce, 2020; Turan, 2022).

Tablo 3’te yer alan bakı sınıfları ve uygunluk puanlarına göre oluşturulmuş harita Şekil 10’da verilmiştir. Ceyhan ilçesinin güney yamaçlarına en yüksek puan olan 10 verilmiştir. Güneydoğu ve güneybatı yönlerine de yüksek puan olan 8 verilmiştir. Kuzey yamaçlarına ise en düşük puan olan 1 verilmiştir.

Tablo 3. Bakı sınıfları ve uygunluk puanları

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



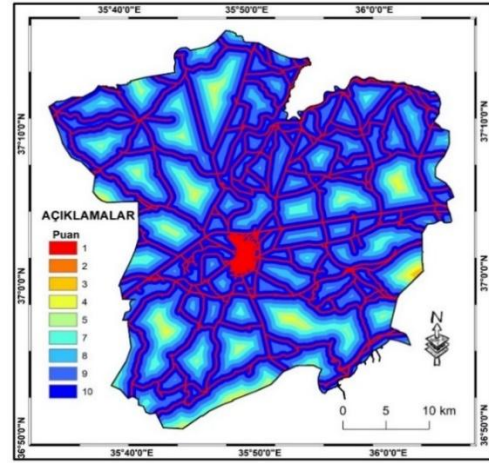
Şekil 10. GES kurulumu açısından bakı özelliğinin etkisi ve uygunluğu

4.1.4. Yollara Yakınlık

Enerjinin taşınabilmesi açısından yollara yakınlık önemli bir kriter olmaktadır (Güçlüer, 2010; Obut, 2016; Al Garni & Awasthi, 2017; Gül vd., 2017; Uyan, 2017; Eroğlu, 2018; Aslan, 2019; Geçen, 2019b; Altınışık, 2020; Turan, 2022). Ağır vasıtaların geçebileceği ve trafikten kaynaklı oluşabilecek atıklar düşünülerek yolun tam kenarına kurulmasının panellere zarar verebileceği göz ardı edilmemelidir. GES'lerin yollara 100 metreden yakın mesafede bulunmaması daha uygundur (Uzar & Koca, 2020; Kurt, 2024). Buna bağlı olarak Tablo 4'te 0-100 m olan alanlara en düşük puan olan 1 verilmiştir. Taşıma maliyeti düşünülerek 100-500 m olan alanlara en yüksek puan olan 10 verilmiştir. Mesafe arttıkça kademeli olarak düşük puanlar verilmiştir. Sonuç olarak Şekil 11 oluşturulmuştur.

Tablo 1. Yollara yakınlık ve uygunluk sınıfları

Yollara Yakınlık (m)	Puan
0 - 100	1
100 - 500	10
500 - 1000	9
1000 - 1500	8
1500 - 2000	7
2000 - 2500	5
2500 - 3000	4
3000 - 3500	3
3500 - 4000	2



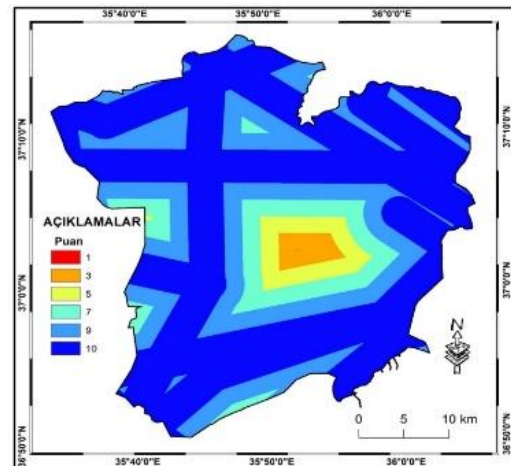
Şekil 11. GES kurulumu açısından yollara yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

4.1.5. İletişim Hatlarına Yakınlık

Enerji üretim noktasından tüketim noktasına enerji akışı, enerji iletişim hatları ile sağlanmaktadır. Bu sebeple önem arz etmektedir. Enerji nakil hatlarına uzak olduğu durumlarda yeni şebekeler kurulması gerekir ve bu da ek maliyete sebep olur. (Geçen, 2019b). Tablo 5 incelendiğinde Ceyhan ilçesinde iletişim hatlarına yakınlık 0-2 km mesafede bulunan alanlar 10, 2-4 km mesafede bulunan alanlar 9, 4-6 km mesafede bulunan alanlar 7, 6-8 km mesafede bulunan alanlar 5, 8-10 km mesafede bulunan alanlar 3, 10-12 km mesafede bulunan alanlar 1 olacak şekilde GES için uygun alan sınıflandırılması yapılmıştır. GES kurulumu için iletişim hatlarına mesafe olarak en fazla uygun olan alanlar 10, en az uygun olan alanlar 1 olacak şekilde sınıflandırma yapılarak oluşturulmuştur. Sonuç haritası Şekil 12'de gösterilmiştir.

Tablo 2. İletişim hatlarına yakınlık uygunluğu ve puanlaması

İletişim Hatlarına Yakınlık (km)	Puan
0 - 2	10
2 - 4	9
4 - 6	7
6 - 8	5
8 - 10	3
10 - 12	1



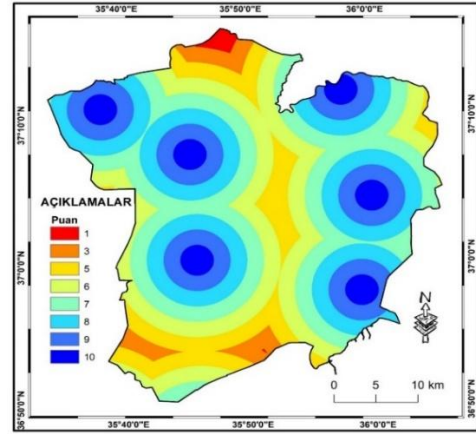
Şekil 12. GES kurulumu açısından iletişim hatlarına yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

4.1.6. Trafo Merkezlerine Yakınlık

Santral kurulumunda trafo merkezine yakınlık da önemli kriterdir. Elde edilen enerji trafolardan kullanım alanlarına iletilecektir. Dolayısıyla uygun yer seçimi yapılırken trafo merkezine yakın olmasına dikkat edilmelidir aksi takdirde yeni trafo merkezi kurma zorunluluğu doğar, trafo merkezi kurulumu ise ekstra maliyet artışına sebebiyet verebilecektir (Geçen, 2019b). Trafo merkezine yakınlık kriter olarak birçok çalışmada irdelenmiştir (Obut, 2016; Al Garni & Awasthi 2017; Gül vd., 2017; Uyan, 2017; Duman, 2018; Gerçek, 2018; Aslan, 2019; Geçen, 2019b; Turan, 2022). Tablo 6’da trafo merkezine en yakın olan 0-2 km arasına en yüksek puan verilmiş olup en uzak olan 14-16 km arasına en düşük puan olan 1 verilmiştir Sonuç olarak Şekil 13 oluşturulmuştur.

Tablo 3. Trafo merkezlerine yakınlık uygunluğu ve puanlaması

Trafo Merkezlerine Yakınlık (km)	Puan
0 - 2	10
2 - 4	9
4 - 6	8
6 - 8	7
8 - 10	6
10 - 12	5
12 - 14	3
14 - 16	1



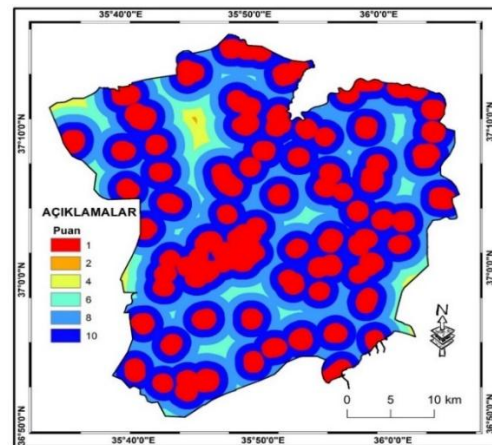
Şekil 13. GES kurulumu açısından trafo merkezlerine yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

4.1.7. Yerleşim Alanlarına Yakınlık

Panellerden elde edilen enerjinin yerleşim yerlerine ve sanayi alanlarına yakın olması gerekmektedir. Uzak olması halinde tekrar bir taşıma maliyeti gerekeceği için değerler iyi belirlenmelidir. Yerleşim yerine çok yakın olması ve çok uzak olması istenen bir durum değildir (Geçen, 2019b). Yerleşim alanlarına yakınlık kriter olarak birçok çalışmada kullanılmıştır (Obut, 2016; Al Garni & Awasthi, 2017; Gül vd., 2017; Geçen, 2019b; Aslan, 2019; Turan, 2022). Bu sebeple Tablo 7’ de 0-1 km arası alana en düşük olan 1 puan verilmiştir. En uzak olan 5-6 km arasına yine düşük puan olan 2 verilmiştir. 1-2 km arasına ise en yüksek puan olan 10 verilmiştir. Sonuç olarak Şekil 14 oluşturulmuştur.

Tablo 4. Yerleşim alanlarına yakınlık uygunluğu ve puanlaması

Yerleşme Yakınlık (km)	Puan
0 - 1	1
1 - 2	10
2 - 3	8
3 - 4	6
4 - 5	4
5 - 6	2



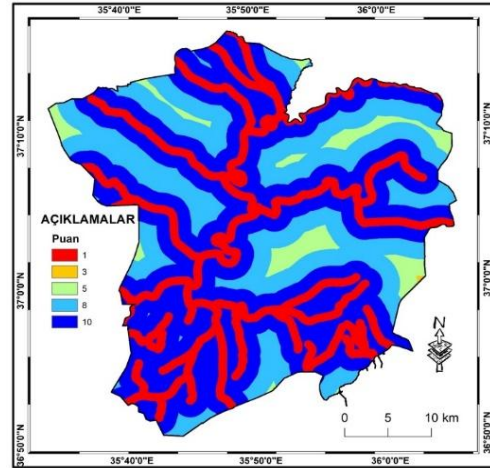
Şekil 14. GES kurulumu açısından yerleşme alanlarına yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

4.1.8. Akarsulara Yakınlık

Akarsulara yakınlık güneş enerjisi santralleri için panellerin temizliğinde ve santralleri soğutması açısından önem arz etmektedir. Fakat akarsu vadilerinde heyelan, taşkın, kaya düşmesi gibi riskli alanlar olmasıyla birlikte yabani hayvanların su ihtiyaçlarını karşılamaları sebebiyle akarsu vadilerinden belli bir mesafede kurulması doğru olacaktır (Geçen, 2019b). Akarsulara yakınlık kriter olarak birçok çalışmada kullanılmıştır (Carrion vd., 2008; Obut, 2016; Gül vd., 2017; Uyan, 2017; Geçen, 2019b; Altınışık, 2020; Turan, 2022; Matpay, 2024). Tablo 8’ de 500 m’den yakın, 6 km’ den uzak alanlar uygun olmadığından düşük puan verilmiştir. 500 m ve 2 km arasına ise en yüksek puan verilmiştir. Sonuç olarak Şekil 15 oluşmuştur.

Tablo 5. Akarsu yakınlık uygunluğu ve puanlaması

Akarsulara Yakınlık (km)	Puan
0 - 0.5	1
0.5 - 2	10
2 - 4	8
4 - 6	5
6 - 8	3



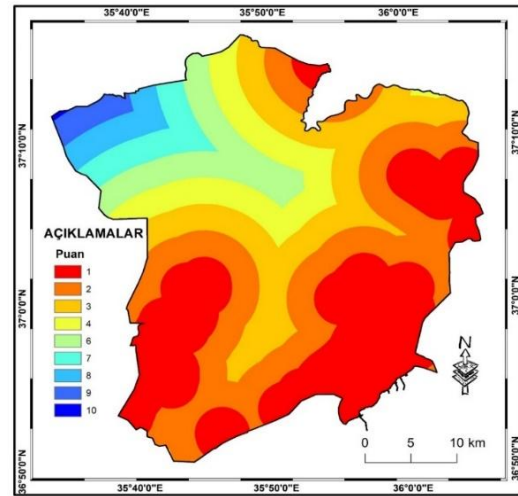
Şekil 15. GES kurulumu açısından akarsulara yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

4.1.9. Fay Hatlarına Yakınlık

Güneş enerji santrallerinin fay hatlarına mesafesi oldukça önemlidir. Santraller için deprem riskinin az olduğu alanlar belirlenmelidir ve aktif faylardan uzak bölgelere kurulmalıdır. Depremın yıkıcı riski göz ardı edilmeden değerlendirmeler yapılmalıdır (Geçen, 2019b). Fay hatlarına yakınlık kriter olarak birçok çalışmada kullanılmıştır (Güçlüer, 2010; Obut, 2016; Gül vd., 2017; Duman, 2018; Gerçek, 2018; Geçen, 2019b; Altınışık, 2020; Turan, 2022; Matpay, 2024). Bu sebeple Tablo 9’da görüldüğü üzere fay hatlarına en yakın alanlara en düşük puanlar verilmiştir. En uzak alanlara ise en yüksek puan verilmiştir. Sonuç olarak Şekil 16 oluşturulmuştur.

Tablo 6. Fay hatlarına yakınlık uygunluğu ve puanlaması

Faylara Yakınlık (km)	Puan
0 - 3	1
3 - 6	2
6 - 9	3
9 - 12	4
12 - 15	6
15 - 18	7
18 - 21	8
21 - 24	9
24 - 27	10



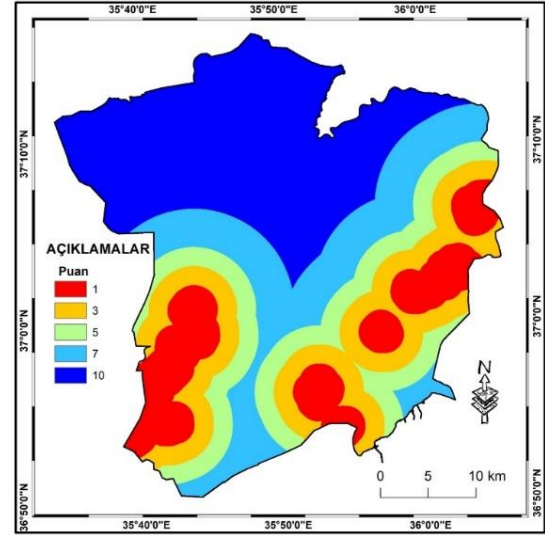
Şekil 16. GES kurulumu açısından fay hatlarına yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

4.1.10. Taş Ocakları Yakınlık

Güneş panellerinden maksimum verim almak için güneş ışınlarının panellere direkt ulaşması gerekmektedir. Toz, kir gibi verimi düşürecek materyallerin uzağına kurulması gerekmektedir (Geçen, 2019b). Bu sebeple taş ocaklarından gelebilecek tozun panellerin verimini düşürmemesi için Tablo 10’da görüldüğü üzere, taş ocaklarına en uzak mesafe olan 10 km ve üzeri alanlara en yüksek puan verilmiştir. En yakın olan 0-2 km arasına ise en düşük puan olan 1 verilmiştir. Sonuç olarak Şekil 17 oluşturulmuştur.

Tablo 7. Taş ocakları yakınlık uygunluğu ve puanlaması

Taş Ocakları Yakınlık (km)	Puan
0 - 2	1
2 - 4	3
4 - 6	5
6 - 10	7
10 +	10



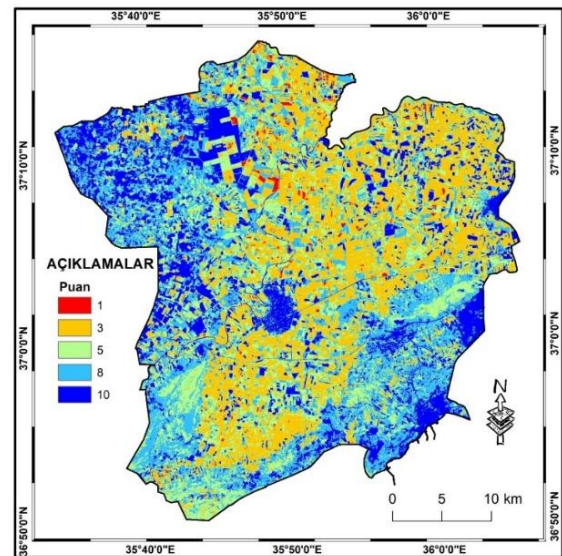
Şekil 17. GES kurulumu açısından taş ocaklarına yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

4.1.11. Bitki Örtüsü (NDVI)

Güneş panellerinden maksimum verim alabilmek için panellerde oluşabilecek gölgelik alanları engellemek gerekir (Geçen, 2019b). Bu sebeple enerji üretiminin azalmaması için bitki örtüsünün yoğun olmadığı alanlara kurulması gerekmektedir. Tablo 11’de bitki örtüsü uygunluğu ve puanlaması verilmiştir. Şekil 18’de ise Ceyhan’da Güneş Enerji Santrali’nin kurulması açısından bitki örtüsü özelliğinin etkisi ve uygunluğu haritası verilmiştir.

Tablo 8. Bitki örtüsü uygunluğu ve puanlaması

Bitki Örtüsü (NDVI)	Puan
<0.2	10
0.2 - 0.3	8
0.3 - 0.4	5
0.4 - 0.5	3
> 0.5	1



Şekil 18. GES kurulumu açısından bitki örtüsü özelliğinin etkisi ve uygunluğu

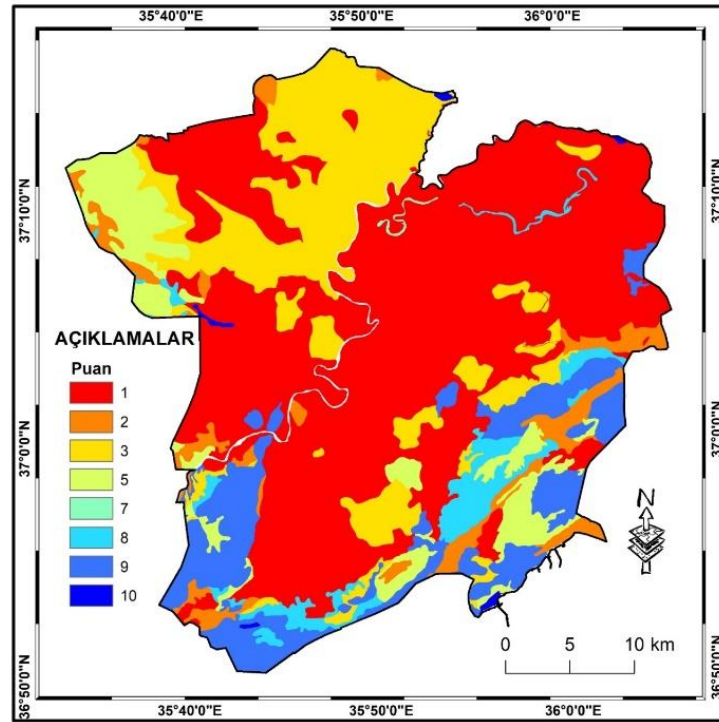
4.1.12. Toprak Kabiliyeti

En önemli faktörlerden bir diğeri de arazi kabiliyetidir. Öncelik her zaman verimli arazilerin tarımsal faaliyette kullanılması olmalıdır. Bu sebeple güneş enerjisi santralleri için tarıma elverişsiz araziler tercih edilmelidir (Geçen, 2019b).

Tablo 12’de görüldüğü gibi 1. sınıf tarıma elverişli araziler paneller için kullanılmaması gerektiğinden en düşük puan olan 1 verilmiştir. 8. sınıf tarıma elverişsiz arazilere ise en yüksek olan 10 puan verilmiştir. Sonuç olarak Şekil 19 oluşmuştur.

Tablo 9. Toprak kabiliyeti sınıfları uygunluğu ve puanlaması

Toprak Kabiliyet Sınıfları	Puan
I. Sınıf Toprak İşlemeli Tarıma Elverişli Araziler	1
II. Sınıf Toprak İşlemeli Tarıma Elverişli Araziler	2
III. Sınıf Toprak İşlemeli Tarıma Elverişli Araziler	3
IV. Sınıf Toprak İşlemeli Tarıma Elverişli Araziler	5
V. Sınıf Toprak İşlemeli Tarıma Elverişsiz Araziler	7
VI. Sınıf Toprak İşlemeli Tarıma Elverişsiz Araziler	8
VII. Sınıf Toprak İşlemeli Tarıma Elverişsiz Araziler	9
VIII. Sınıf Tarıma Elverişsiz Araziler	10



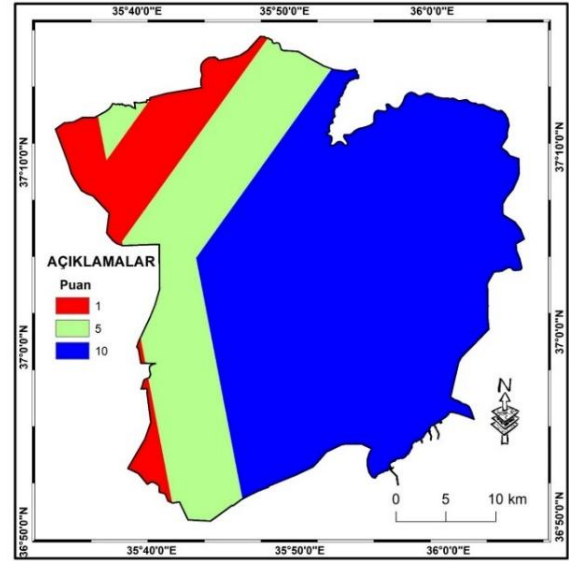
Şekil 19. GIS kurulumu açısından toprak kabiliyet sınıflarının etkisi ve uygunluğu

4.1.13. Kuş Göç Yollarına Yakınlık

Diğerlerine oranla çok önemli olmamakla birlikte değerlendirilmeye alınan kriterdir. Güneş panellerinden yüksek verim alabilmek için panelleri kirliletecek etkenlerden olabildiğince uzak yerde kurulması gerekmektedir. Kuş göç yolu güzergahında panelleri kurmak kuşların dışkılarını bırakıp kirlilemesine sebep olabilmektedir (Geçen, 2019b). Güneş enerji santralleri yoğun ışık yansımaya sebep olduğundan kuşların güzergah değişikliği riski taşımakta olup göç hareketlerini de olumsuz etkilemektedir (Wagner vd., 1984; Gül vd., 2017; Turan, 2022). Tablo 13’te kuş göç yollarına 0-3 km yakın olan alanlara en düşük puan olan 1 verilmiştir. 10 km ve üzeri olan alanlara ise en yüksek olan 10 puan verilmiştir. Sonuç olarak Şekil 20 oluşturulmuştur.

Tablo 10. Kuş göç yolları yakınlık uygunluğu ve puanlaması.

Kuş Göç Yollarına Yakınlık (km)	Puan
0 - 3	1
3 - 10	5
10+	10

**Şekil 20.** GES kurulumu açısından kuş göç yollarına yakınlık özelliğinin etkisi ve uygunluğu

4.2.AHP ile Kriterlerin Değerlendirilmesi

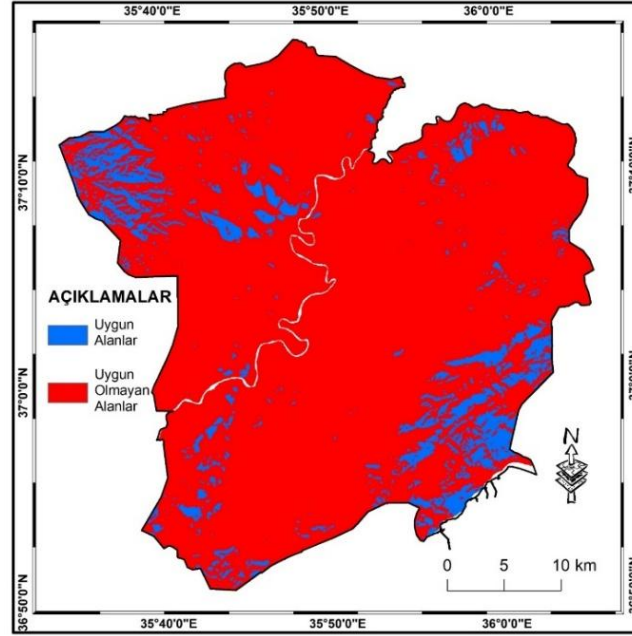
Yukarıda yer alan 13 kriterin AHP analizi için hiyerarşi modeli oluşturulup her kriter için ikili karşılaştırma matris tablosu oluşturulmuş ve kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 11. İkili karşılaştırma matrisi tablosu

Parametreler	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	Ağırlık
(1) Bakı	1	3	4	5	6	1	1	3	4	4	4	1	8	0.16
(2) Eğim	1/3	1	2	3	2	1/3	1/3	1	1/3	3	1	1/4	3	0.05
(3) Yollara Yakınlık	1/4	1/2	1	2	2	1/2	1/2	1	1/2	3	2	1/5	6	0.06
(4) Akarsulara Yakınlık	1/5	1/3	1/2	1	1	1/4	1/4	1	1/4	1	1	1/5	3	0.03
(5) Faylara Yakınlık	1/6	1/2	1/2	1	1	1/4	1/4	1	1/4	1	1	1/5	3	0.03
(6) Trafolarla Yakınlık	1	3	2	4	4	1	1	3	2	5	4	1/2	8	0.13
(7) İletim Hatları Yakınlık	1	3	2	4	4	1	1	3	2	5	4	1/2	8	0.13
(8) Bitki Örtüsü	1/3	1	1	1	1	1/3	1/3	1	1/4	2	1	1/5	4	0.04
(9) Toprak Kabiliyet Sınıfları	1/4	3	2	4	4	1/2	1/2	4	1	5	2	1/3	7	0.09
(10) Taş Ocakları Yakınlık	1/4	1/3	1/3	1	1	1/5	1/5	1/2	1/5	1	1/2	1/8	3	0.02
(11) Yerleşimlere Yakınlık	1/4	1	1/2	1	1	1/4	1/4	1	1/2	2	1	1/5	5	0.04
(12) Solar Radyasyon	1	4	5	5	5	2	2	5	3	8	5	1	9	0.20
(13) Göçmen Kuş Güzergahına Yakınlık	1/8	1/3	1/6	1/3	1/3	1/8	1/8	1/4	1/7	1/3	1/5	1/9	1	0.02
Tutarlılık Oranı = %8														

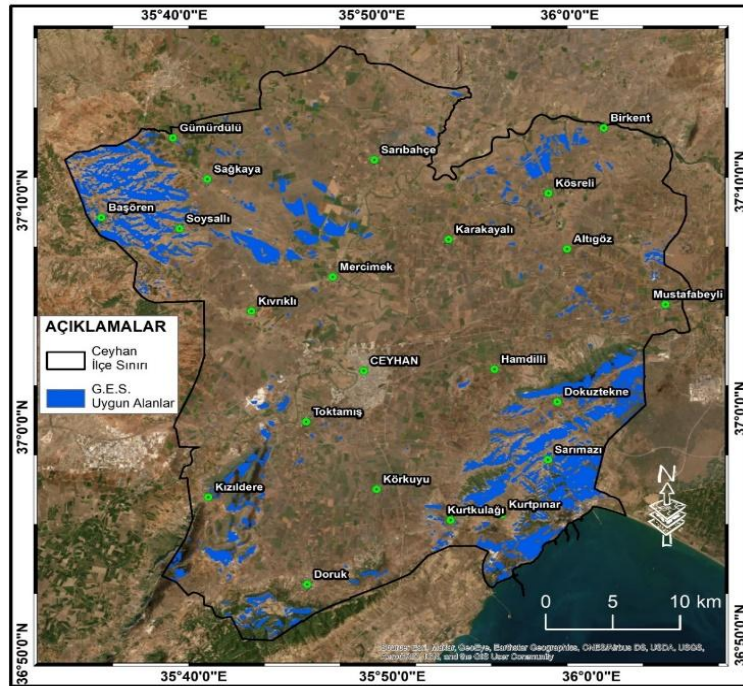
Ceyhan ilçesinde güneş enerjisi santraline uygun yer seçimini analiz etmek için 13 kriter (solar radyasyonu, eğim, bakı, yollara mesafe, iletişim hatlarına mesafe, trafo merkezlerine mesafe, yerleşim alanlarına mesafe, akarsulara mesafe, fay hatlarına mesafe, taş ocaklarına mesafe, bitki örtüsü (NDVI), toprak kabiliyeti ve kuş göç yollarına

mesafe) kullanılarak AHP ile çok kriterli karar verme analizi gerçekleştirilmiştir. Tüm bu kriterler arasında Excel’de ikili korelasyon kurularak Saaty önem ölçeğine göre 1-9 arasında puanlar atanmış, tüm kriterlerin ağırlık ve tutarlılık oranları hesaplanmıştır. Güneş enerjisi santrali kurulumu uygunluk analizi için gerçekleştirilen çok ölçütlü karar analizi sonucunda Ceyhan ilçesinde kullanılan 13 kriter coğrafi faktöre göre tutarlılık oranı %8 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 21. Ceyhan ilçesinde Güneş Enerji Santrali kurulumu için uygun alanlar

Sonuç haritasında elde edilen uygun alanlar uydu görüntüsü (ESRİ Basemap) ile karşılaştırılarak uygun alanların Ceyhan ilçesinde dağılımı gösterilmiştir (Şekil 22). Ceyhan ilçesinin güneydoğusunda yer alan Dokuztekne, Sarımazı ve Kurtpınarı mahalleri ve çevresinde, kuzeybatı kesiminde ise Soysallı ve Başören mahalleri ve çevresinde GES için uygun alanlar olduğu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 22. Ceyhan ilçesinde güneş enerji santrali kurulumu için uygun alanlar

5. Sonuç ve Öneriler

Enerji hayatın sürdürülmesi için gerekli olan en temel ihtiyaçlardan biri olarak hayatımıza entegre olmuştur. Sürdürülebilir gelecek adı altında ülkelerin de iş birliği içerisinde olması, yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımları arttırmaları yaşadığımız yer küre için olumlu gelişme olarak karşılanmaktadır.

Refah seviyesi yüksek ve güçlü bir Türkiye için ithal enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltıp ülkenin mevcut potansiyelini en üst düzeyde kullanarak yeşil enerji kaynaklarına yönelmeli ve yatırımları arttırmak gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından oldukça iyi konumda olan Türkiye, potansiyel ve faydalanma arasındaki makası daraltma konusunda hızla yol kat etmektedir.

Son yıllarda iklim değişimi sebebi ile çevre sorunlarının ağırlık kazanması ülkeleri düşük karbonlu enerji teknolojilerine yöneltmiştir. Güneş enerjisi santralleri kurulumu yüksek maliyetlidir. Bu sebeple yer seçiminin iyi analiz edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, Adana ilinin Ceyhan ilçesi GES kurulumu için en uygun yer seçimi analizi yapılmıştır. Çalışmada solar radyasyonu, eğim, bakı, yollara mesafe, iletişim hatlarına mesafe, trafo merkezlerine mesafe, yerleşim alanlarına mesafe, akarsulara mesafe, fay hatlarına mesafe, taş ocaklarına mesafe, bitki örtüsü (NDVI), toprak kabiliyeti ve kuş göç yollarına mesafe olmak üzere 13 kriter değerlendirilmiştir. Her bir kriter ayrı bir katman olarak kendi içerisinde 0-10 ölçeğinde uygunluğa göre puanlandırılmıştır. Puanlandırılan bu katmanlar çakıştırılarak çalışma sahasındaki en uygun alanlar tespit edilmiştir.

Ceyhan ilçesinde GES kurulumu için en uygun alanlar ağırlıklı olarak kuzeybatı yönündeki Başören, Gümürdülü, Soysallı, Sağkaya mahalleleri ve güneydoğu yönündeki Dokuztekne, Sarımaçı, Kurtpınar, Kurtkulağı mahalleleri olduğu tespit edilmiştir.

Ceyhan ilçesinde GES kurulumu için uygun alanlar haritası incelendiğinde, GES kurulumu için uygun olan birçok yer olduğu ortaya çıkmıştır. Ve mevcut olan GES ile çalışmadan elde edilen uygun alanların örtüştüğü çalışma sonucunda görülmüştür.

Literatür taraması yaptığımızda genel olarak belirlediğimiz kriterlerin veya daha azının kullanılmış olduğu görülmektedir. Kriterler genel olarak 5 ya da 3 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışmamızda ise kriterler 10 puan üzerinden değerlendirme yapıp daha ayrıntılı sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.

Güneş enerjisine yatırımların artması ile birlikte fosil yakıtların kullanımı daha ölçülü olabilmekte ve hatta gerileme eğilimi göstermektedir. Çevreyi kirleticiler atıklarının olmaması, çevre dostu olması, yenilenebilirlik özelliği, uzun yıllar sorunsuz çalışabilmesi ve temiz enerji olması güneş enerjisi santrallerinin oldukça cazip özellikleridir. Bu çalışma Ceyhan ilçesinde kurulması planlanan güneş enerjisi santrallerinin yer seçiminin belirlenmesinde kılavuz olarak değerlendirilebilir.

Güneş enerjisi santrali kurulması planlanan bölgelerde, verimli tarım alanları tercih edilmemelidir; özellikle çalışma içerisine dahil edilmelidir, sürdürülebilir tercihlerle çevreyi koruyup yaban hayatını ve doğadaki diğer canlıların yaşam alanlarını göz ardı etmeden planlama yapılması tercih edilmelidir.

Katkı Belirtme

Bu çalışma, 06.02.2025 tarihinde Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Ana Bilim Dalında tamamlanan “Ceyhan (Adana) ilçesinde güneş enerjisi santrali kurulumu için uygun alanların CBS yöntemi ile belirlenmesi” başlıklı yüksek lisans tezi esas alınarak hazırlanmıştır.

Kaynakça

- Akın, G. (2006). Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 46(2), 29–43.
- Al Garni, H. Z., & Awasthi, A. (2017). Solar PV power plant site selection using a GIS-AHP based approach with application in Saudi Arabia. *Applied Energy*, 206, 1225-1240. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.10.024>
- Altınışık, A. (2020). *İzmir ili için fotovoltaiik güç santralleri yer seçiminin coğrafi bilgi sistemi (CBS) ile gerçekleştirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Arca, D., & Keskin Çıtıröğlu, H. (2022). Güneş enerjisi santral (GES) yapım yerlerinin CBS dayalı çok kriterli karar analizi ile belirlenmesi: Karabük örneği. *Geomatik*, 7(1), 17–25. <https://doi.org/10.29128/geomatik.803200>
- Aslan, Ş. (2019). *Güneş enerji santrali yer seçiminde CBS kullanımı: Kayseri ili örneği* [Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>

- Carrión, J. A., Estrella, A. E., Dols, F. A., & Ridaio, A. R. (2008). The electricity production of photovoltaic power plants and the selection of solar energy sites in Andalusia (Spain). *Renewable Energy*, 33, 545–552.
- Chen, Z., Chen, T., Qu, Z., Yang, Z., Ji, X., Zhou, Y., & Zhang, H. (2018). Use of evidential reasoning and AHP to assess regional industrial safety. *PLoS ONE*, 13(5), Article e0197125. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197125>
- Demir, M. (2023). Kars ilinde güneş enerjisi santrali kurulum potansiyeli taşıyan alanların, CBS analizleri ve AHP yöntemi kullanılarak belirlenmesi. *Coğrafya Dergisi*, 46, 93–109. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2023-1168805>
- Duman, M. H. (2018). *Batı Akdeniz Bölgesinde güneş enerjisi santrali için kuruluş yeri seçimi* [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. (2025). *Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)*. Adana Ceyhan radyasyon değerleri. 1 Ocak 2025'te <https://gepa.enerji.gov.tr/pages/1.aspx> adresinden alındı.
- Eroğlu, H. (2018). Güneş enerji santralleri için uygunluk haritasının elde edilmesi: Bir uygulama. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(4), 97–106. <https://doi.org/10.21597/jist.430615>
- Geçen, R. (2019a). Ağ analizi kullanılarak acil durumlarda itfaiye araçlarının erişebilirlik analizi: Ceyhan (Adana) örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 28(2), 199–211.
- Geçen, R. (2019b). Hatay ilinde güneş enerjisi potansiyeli ve güneş enerjisi santrali kurulacak alanlarının belirlenmesi. *Turkish Studies - Social Sciences*, 14(6), 3031–3054.
- Gerçek, Y. (2018). *Güneş enerji santralleri için CBS ile en uygun yer tayini: Malatya ili örneği* [Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Güçlüer, D. (2010). *Güneş enerjisi santrali kurulacak alanların CBS-çok ölçütlü karar analizi yöntemi ile belirlenmesi* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Gül, A., Karakoç, A., & Rehimbeyli, S. (2017, September 29–30). *Mekansal planlama alan kullanım kararlarında güneş enerji santrallerinin yer seçimi kriterleri* [Bildiri sunumu]. 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES 2017), Baku, Azerbaijan.
- Güney, Y., & Turoğlu, H. (2018). Çok ölçütlü karar analizi ile erozyon duyarlılık çalışmalarında erozyon yüzeyleri envanter verisinin kullanımı: Selendi Çayı havzası örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16(1), 105–119.
- Koç, T., & Kesmen, E. (2011). Kaz Dağı'nda yüzeye gelen güneş enerjisinin dağılışında topografyanın etkisi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9(1), 101–115. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000120
- Kurt, E. (2024). *Kilis ilinde güneş enerjisi santrali (GES) kurulacak alanların CBS ile belirlenmesi* [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Matpay, B. (2024). Coğrafi bakımdan güneş enerji santrali (GES) için uygun yerlerin belirlenmesi: Van ili örneği. *Türk Coğrafya Dergisi*, 85, 7–19.
- Obut, Z. (2016). *Göksun ilçesinde güneş enerjisi santrali kurulacak alanların CBS yöntemi ile belirlenmesi* [Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Orhan, N., & Şahin, S. (2022). Bir besi çiftliğinde güneş enerji sisteminin uygulanması ve ekonomik analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(1), 33–40. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1013347>
- Şenlik, İ. (2017). Güneş enerjisi santrallerinin yer seçimi. *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 462, 94–98.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2025). *İklim değişikliği azaltım stratejisi ve eylem planı (2024–2030)*. 27 Aralık 2024'te [https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/%C4%B0klim%20De%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi%20Azalt%C4%B1m%20Stratejisi%20ve%20Eylem%20Plan%C4%B1%20\(2024-2030\).pdf](https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/%C4%B0klim%20De%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi%20Azalt%C4%B1m%20Stratejisi%20ve%20Eylem%20Plan%C4%B1%20(2024-2030).pdf) adresinden alındı.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2024). Çevre, iklim değişikliği ve suya dair sürdürülebilir kalkınma hedefleri. 27 Aralık 2024'te <https://www.mfa.gov.tr/surdurulebilir-kalkinma.tr.mfa> adresinden alındı.
- Turan, E. S. (2022). *Adana ili için coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi prosesi kullanılarak güneş enerjisi santrali yer seçiminin optimizasyonu* [Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Uyan, M. (2017). Güneş enerjisi santrali kurulabilecek alanların AHP yöntemi kullanılarak CBS destekli haritalanması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4), 343–351.
- Uzar, M., & Koca, H. (2020). Güneş enerjisi santrallerinin yer seçimi için uygunluk haritasının oluşturulmasında klasik ve bulanık mantığa dayalı yöntemlerin analizi: Menemen örneği. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 7(1), 11–28. <https://doi.org/10.9733/JGG.2020R0002.T>
- Vikipedi. (2024). *Ceyhan*. 12 Aralık 2024'te <https://tr.wikipedia.org/wiki/Ceyhan> adresinden alındı.

- Wagner, W. D., Mckernan, R. L., Flanagan, P. A., & Schrelber, R. W. (1984). *Wildlife interactions at Solar One facility*. Report for Research and Development Southern California Edison Company.
- Yalçın, C., & Yüce, M. (2020). Burdur’da güneş enerjisi santrali (GES) yatırımına uygun alanların CBS yöntemiyle tespiti. *Geomatik*, 5(1), 36–46. <https://doi.org/10.29128/geomatik.561962>
- Yılmaz, S., & Kalkan, D. K. (2017). Enerji güvenliği kavramı: 1973 petrol krizi ışığında bir tartışma. *Uluslararası Kriz ve Siyaset Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 169–199.