Araştırma Makalesi - *Research Article* *Türk Coğrafya Dergisi 78 (2021) 127-144*

Türk Coğrafya Dergisi

Turkish Geographical Review

www.tcd.org.tr

Basılı ISSN 1302-5856 Elektronik ISSN 1308-9773

Şanlıurfa ili'nde kurulu GES'lerin topoğrafik özellikler (yükselti, eğim, bakı) açısından uygunluk analizi[1]

Compliance analysis of SPPs installed in Şanlıurfa province in terms of topographical features (elevation,slope,aspect)[2]

Mehmet Özcanlı [a]* Abdulkadir Güzel [b] Bekir Akgün [c]

[a] *Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye.*

[b] *Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye.*

[c] *Harran Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye.*

ORCID: M.Ö. 0000-0003-2228-8298; A.G. 0000-0002-4168-4803; B.A. 0000-0004-0457-2358

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 18.09.2021
Kabul/Accepted: 30.11.2021

Anahtar Kelimeler:
Güneş enerji santrali (GES)
Şanlıurfa ili
Yenilenebilir enerji

Keywords:
Solar power plant(SPP)
Sanliurfa province
Renewable energy

***Sorumlu yazar/Corresponding author:**
(M. Özcanlı)
mehmetozcanli@harran.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.997146

CC BY NC

Atıf/Citation:
Özcanlı, M., Güzel, A., & Akgün, B. (2021). Şanlıurfa ili'nde kurulu GES'lerin topoğrafik özellikler (yükselti, eğim, bakı) açısından uygunluk analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 127-144.
https://doi.org/10.17211/tcd.997146

ÖZ / ABSTRACT

Güneş Enerji Santrallerinin (GES) araziye olan etkisi doğal örtüye müdahalesi sonucu oluşan doğal yeryüzü örtüsü değişimi GES'ler ile doğa arasındaki ilişkiyi irdelememizi gerektirir. Bu ilişkiyi detaylı bir şekilde araştırıp uygun arazi kullanımları için alanlar önermek gerektiğinde öne çıkan yöntemlerden biri de "uygunluk analizi" dir. Diğer enerji kaynaklarına göre potansiyeli yüksek olan güneş enerjisinin çevreci olması, kontrol ve kullanım kolaylığı, yatırım maliyetinin düşük ve sürdürülebilir olması gibi özelliklerinden dolayı yaygınlaşması daha hızlıdır. Günümüzde ülkeler var olan enerji açıklarını kapatmada ve toplam enerji üretiminde yenilenebilir enerjinin oranını artırmada en önemli kaynak olarak GES'leri görmektedir. GES'lerin kurulum yerleri de enerji verimliliği açısından bir o kadar elzemdir. Bu çalışmada Şanlıurfa ilinnde kurulu GES'lerin topoğrafik özelliklerine (Yükselti, Eğim, Bakı) göre uygunluk analizi yapılmıştır. Bu analizde Şanlıurfa ilinde kurulu GES'lerin sırasıyla yükselti, eğim ve bakı ya göre dağılışları yapılmıştır. Daha sonra GES'lerin yükseltiye, eğime ve bakıya göre ayrı ayrı normalizasyon analizi, yakınlık sınıflandırması ve ikili karşılaştırma matrisi alınarak GES'lerin tutarlılık oranları belirlenmiştir. Bu sınıflama Şanlıurfa ilinde Kurulu olan 30 GES üzerinde yapılmıştır. GES'lerin saptanması ve fiziki özelliklerinin belirlenmesi uzaktan algılama teknikleri ile yapılmıştır. Analizler sonunda elde edilen sonuçlar haritalanarak GES'lerin durumu görsel olarakta netleştirilmiştir. Sonuç olarak il genelinde kurulu olan GES'lerin yükseltiye göre yapılan uygunluk analizi sonucunda 7, 26, 27, 29, 30 nolu santrallerin; bakıya göre yapılan uygunluk analizi sonucunda 4, 26, 27, 28, 29 nolu santrallerin ; eğime göre yapılan uygunluk analizi sonucunda 4, 8, 9, 26, 28, nolu santrallerin uygun olamadığı saptamıştır.

The effect of SPP on the terrain the natural change in the earth's cover caused by the intervention of SPP in the natural cover requires us to dec the relationship between SPP and nature. One of the prominent methods when it is necessary to investigate this relationship in detail and propose areas for appropriate land uses is the "suitability analysis". These properties add value to it as a commercial product. In this study, the suitability analysis was performed according to the topographical characteristics (Elevation, Slope Aspect) of the SPPs established in Şanlıurfa. In this analysis, the distributions of the SPP installed in Şanlıurfa province according to elevation, slope and aspect, respectively, were made. Then, the consistency ratios of the SPP were determined by taking the normalization analysis, proximity classification and binary comparison matrix of the SPP according to elevation, slope and aspect separately. This classification was made on 30 SPP, which are located in the province of Sanliurfa. The detection of SPP and the determination of its physical properties were carried out using remote sensing techniques. The results obtained at the end of the analyzes were mapped and the state of the SPP was clarified visually. As a result, as a result of the suitability analysis of the SPP installed throughout the province according to the altitude, the power plants numbered 7, 26, 27, 29, 30; As a result of the suitability analysis made according to the aspect, the power plants numbered 4, 26, 27, 28, 29; as a result of the suitability analysis made according to the slope, it was determined that the power plants numbered 4, 8, 9, 26, 28 were not suitable.

[1] Bu çalışma Bekir AKGÜN'ün "Şanliurfa İli'nde Kurulu Olan Güneş Enerji Santrallerinin (GES) Coğrafi Açıdan Uygunluk Analizi" başlıklı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

[2] *This study was produced from Bekir AKGÜN's Master's thesis titled "Geographical Compatibility Analysis of Solar Power Plants (GES) Installed in Şanliurfa Province".*

Extended Abstract

Introduction

It has been mentioned in many sources that the slope of the land in solar power plants also affects its efficiency. In order for the efficiency to be high in power plants, the optimal declivity ratings should be between 1% -3%. it is also accepted that productivity will decrease according to the slope in areas where it is more than 3% (Hang et al., 2008; Quoted by: Saner, 2015). But if all the factors are appropriate in choosing the appropriate place, it is considered appropriate to do up to 5% only if the slope is not suitable (Broesamle et al., 2000; Quoted by: Saner, 2015). If the slope is in the areas of 0%; the installation of a power plant is not preferred. This is due to the accumulation of water and the fact that it is difficult to evacuate it (USA, Environmental Protection Agency, 2006).

Many criteria are used when choosing a location in solar energy systems. If these criteria are fully evaluated and the choice of location is made, the yield will be very high. Because of this, there will be little harm to the ecological balance. But if the choice of location is made taking into account only a few of these criteria, then the damage it causes will be greater. Because the purpose of conversion to edible energy is preferred because it is a cleaner, more natural energy source. That is why the choice of a place should not be made taking into account only the costs. Both the costs and the environment were considered in the multiple criteria analysis.

One of the most important conditions for sustainable and sustainable use of SPP (Solar Power Plant), which converts energy from the sun into electrical energy, is the determination of the establishment sites of SPP. In addition to physical factors such as solar energy potential, elevation, maintenance, slope, precipitation, humidity, cloudiness, land use, transportation, energy transmission line, security, etc. in determining the installation sites of SPP the conditions are also effective. Geographical Information Systems provide an important advantage for determining the location selection of solar power plants, where many factors are effective. The purpose of this study is to determine whether the 30 SPP installed in Şanlıurfa province are suitable according to elevation, slope and maintenance by performing suitability analyses according to their location and to determine whether they are suitable according to the installed SPP.

Purpose

This research is also aimed at studying the geographical distribution of solar power plants located in the province of Sanliurfa, located in the Middle Fırat division of the Southeastern Anatolia Region, and to determine the suitability of these power plants. It aims to contribute to the increasing knowledge of SPP by analyzing and comparing the spatial characteristics of the area where Solar Power Plants (SPP) built in the province of Sanliurfa are installed and to contribute to the increasing knowledge about SPP. Due to the novelty of the topic, an analytical framework based on literature review has been developed for the case study. This framework, which focuses on the suitability and transience of SPP according to elevation, slope and aspect, can also enrich environmental impact assessments and multi-criteria decision analyses of SPP response to obvious social concerns.

Discussion and conclusion

Compared to other energy sources, solar energy, which has a high potential, is more environmentally friendly, easy to control and use, low cost of investment and sustainable because of its characteristics, it is faster to spread. These properties add value to it as a commercial product. Nowadays, countries see SPP as the most important resource in closing existing energy deficits and increasing the proportion of renewable energy in total energy production. The installation sites of SPP are also so important in terms of energy efficiency. In this study, the suitability analysis was performed according to the topagraphical characteristics (Elevation, Slope, Aspect) of the SPPs established in Şanlıurfa.In this analysis, the distributions of the SPP installed in Şanlıurfa province according to elevation, slope and aspect, respectively, were made. Then, the consistency ratios of the SPP were determined by taking the normalization analysis, proximity classification and binary comparison matrix of the SPP according to elevation, slope and angle separately. This classification was made on 30 SPP, which are located in the province of Sanliurfa. The detection of SPP and the determination of its physical properties were carried out using remote sensing techniques. The results obtained at the end of the analyzes were mapped and the state of the SPP was clarified visually. As a result, the wife of the suitability analysis of the SPPs installed throughout the province aspect to the elevation, the power plants numbered 7, 26, 27, 29, 30; As a result of the suitability analysis made to the aspects, the power plants numbered 4, 26, 27, 28, 29; As a result of the suitability analysis made according to the slope, it was determined that the power plants numbered 4, 8, 9, 26, 28 were not suitable.

In our research, the state of solar energy, which is independent because it is unlimited and accessible almost everywhere, is also the most preferred form of energy production due to the renewable and non-damaging property of SPP, has been mentioned. SPP has been contributed to meeting the energy needs of our country in revealing the potential of Şanlıurfa province. Despite the fact that Sanliurfa has the highest potential in terms of solar energy, this situation is not an adequate criterion and is affected by many physical, human and economic factors.

Despite the fact that Sanliurfa has the highest potential in terms of solar energy, this situation is not an adequate criterion and is affected by many physical, human and economic factors.The effect of topographic feaatures in the study ((Elevation, Slope, Aspect) which are an important factor affecting the efficiency of SPP, on SPP was mentioned and GIS-based conformity analysis was performed with three different analysis methods of SPP based in Şanlıurfa province. In Şanlıurfa province, which is one of the provinces with a high rate of sunlight utilization, the analysis was carried out according to the criteria important for SPP investment and the appropriate areas were determined. The fact that the consistency ratio in the applied AHP method is also less than 0.10 indicates that the analysis is consistent. By applying this method, the most suitable areas and the least suitable areas were found in the selection of the 30 SPP location established in the province of Sanliurfa and the least suitable areas were revealed. As a result of the analyzes made aspect to the

elevation steps, 40% of the SPPs installed in the province of Şanlıurfa were installed in the least suitable areas, as a result of the analyzes made according to the aspect, only 20% of the SPPs installed in the province were installed in the most suitable areas, as a result of the analyzes made according to the slope. It was determined that only 11% of the installed SPPs were installed in the most suitable areas.

The fact that the SPP locations established in Şanlıurfa and the suitable areas for the SPP determined in this study are largely incompatible, shows that some geographical criteria were not taken into account when establishing the SPPs. Suitability SPP suitability maps obtained in the study can be used as a base for SPP investors. While determining the location of the SPP, investment areas will be determined much more precisely with the diversification of the criteria used in the analysis. For this reason, the results of this study should be used in site selection for the more profitable operation of SPPs to be established in Şanlıurfa.

1. Giriş

Güneş, dünyanın en önemli enerji kaynaklarından biridir ve çevre açısından temiz bir enerji kaynağı özelliği taşıdığı için, fosil yakıtlara alternatif olabilmektedir. Güneş enerjisi, yer ve atmosferdeki fiziksel oluşumları etkileyen bir kaynaktır (Varınca, 2006; Külekçi,2009).

Türkiye'de ve Dünya'da elektrik enerjisine olan ihtiyac sürekli artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamada kullanılan elektrik enerjisi temininde; büyük çoğunlukla kömür, petrol ve doğalgaz gibi yakıtlar kullanılmaktadır. Özellikle bu yakıtların yakın gelecekte tükenme olasılığı ve sanayileşmenin belirli bölgelerde yoğunlaşmasından dolayı fosil yakıtların kullanımdan çevre kirliliği artmaktadır. Fosil yakıtların kullanımı sonucu karbondioksit (CO_2),azot dioksit (NO_2) ve kükürt dioksit (SO_2) değerleri, önemli sonuçlara ulaşmıştır (Ütanır, 1996).

Elektrik enerjisi elde edilen sistemlerin çevreye verdikleri zararların her geçen gün artması sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten sistemler önemli bir hal almıştır. Doğaya ve zararlara zarar vermeyecek bir şekilde elekrik enerjisi ihtiyacının karşılanması, yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde mümkündür. Yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile bir taraftan elektrik ihtiyacı karşılanırken bir taraftan da küresel anlamda iklim değişikliğinin önlenmesine katkı sağlayacaktır. Bu anlamda güneş enerjisi; yüksek potansiyeli, kullanım kolaylığı ve çevre dostu olması nedenleriyle kullanımı büyük önem arz etmektedir (Taktak, & Ilı, 2018).

Geleceğin enerjisi olarak resmedilen güneş enerjisi 1970'li yıllarda gelişmeye başlamıştır. Özellikle diğer enerji kaynaklarına göre potansiyelinin yüksek olması, çevreci olması, kontrol ve kullanımın kolaylığı, yatırım maliyetinin düşük olması ve sürdürülebilirliği gibi avantajlarından dolayı yaygınlaşması daha fazladır. Fakat güneş enerjisi santrallerinin kurulum maliyetinin yüksek olması, düşük kapasite faktörü, enerjinin depolanmasındaki zorlukların aşılması gerekmektedir. Günümüzde gelişen teknoloji ile yaygınlaşması giderek hız kazanmaya başlamıştır ve teknik alt yapısı birçok ülkede oluşmaya devam etmektedir. Türkiye de bu ülkelerden biridir (Güçlüer, 2010; Ayday, Yaman, Sabah & Höke, 2016; Obut, 2016; Kum, Sönmez & Karabaş, 2019; Yalçın & Yüce, 2020).

Dünya'da özellikle gelişmiş ülkeler bu işin ciddi boyutlarını bildikleri için bu enerjiye daha fazla önem vermişlerdir. Bu yüzden de ilk sıraları gelişmiş ülkeler almıştır. Bu ülkelerden ilk sırada Çin Devleti bulunmaktadır. Çin Devleti güneş enerjisine öyle bir önem vermiştir ki ikinci sırada bulunan Japonya'ya bile neredeyse 3.5 kat fark atmıştır. Japonya küçük bir ülke olmasına rağmen elindeki enerjiyi en verimli şekilde kullanmak için çok fazla çaba harcamaktadırlar. Teknolojilerinin gelişmiş olması bu durumu daha da kolay hale getiriyor. Japonya'dan sonra önemli bir diğer ülke ise; ABD'dir. Bu ülke hemen hemen Japonya'yla aynı seviyededir. Bu ülkelerden sonra da Almanya ve Hindistan gelmektedir. Isıl güneş enerjisinde ise İspanya ilk sırayı almaktadır. İspanya'dan sonra ise Japonya yer alır.

Türkiye, Güneş enerji potansiyeli bakımından birçok ülkeye göre çok avantajlı durumdadır. Özellikle Avrupa ülkelerinde İspanya ve Türkiye'nin potansiyeli oldukça fazladır. Bu iki ülkenin coğrafi konumlarına bakıldığında ise; güney ve güneydoğu kesimlerinde güneş ışınımlarının düşme potansiyeli oldukça yüksektir. Bu duruma göre sadece güneş ışıklarının fazla düşmesi ve potansiyelinin fazla olması güneş enerjisinden tam verim sağlayacak olması anlamına gelmemektedir. Işınımların fazla olduğu alanlar bölgesel ve yerel olarak çoklu kriter faktörlerine göre uygunluğu belirlenmelidir (Gürbüz, M., Obut, Z. 2015 s.705).

Türkiye'nin yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saattir. Bu ölçümlere göre günlük güneşlenme süresi ise 7.2 saat olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama ışınım şiddeti ise 1.311 kwk/m², günlük 3,6 kwk/m² olarak tespit edilmiştir. Türkiye Orta Kuşak'ta yer almasına bağlı olarak güneşlenme süresi 110 gündür. Bu derece önemli bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olan ülkemizde gerekli altyapı ve üstyapı yatırımlarından sonra yüksek oranda verim alınacaktır. Bu verim tahmini 1.1100 kwk'lik güneş enerjisidir (Varınca, K. B.,Gönüllü, M. T. 2006 s. 272).

Günümüzde ise Enerji Bakanlığının yaptığı araştırmalara göre (Emeksiz, & Fındık, s.159);

✓ Ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi = 2741,07 saat/yıl

✓ Ortalama günlük toplam güneşlenme süresi = 7,50 saat/gün

✓ Ortalama yıllık toplam ışınım şiddeti = 1527,46 kwh/m²-yıl

✓ Ortalama günlük toplam ışınım şiddeti = 4,18 kwh/m²-gün

Türkiye'de güneş enerji santrallerinin kurulması için üretici firmalar o alanlarda yıllık 1200 kWh/m² güneşlenmenin olması gerektiğini bu şartı sağlayan her yere güneş enerji santrali kurulabileceğini belirtmişlerdir (Çankaya, S., 2013,s:25-28)

Türkiye'nin yıllık güneş enerji potansiyel verilerine göre, ortalamanın oldukça üstündedir. En az verilere sahip olan Karadeniz Bölgesi'nde bile bu veriler 1.200 ile 1.450 kWh/m²'yıldır. Güneşlenme potansiyeli en yüksek bölgeler ise; Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgesi'dir. Bu veriler Türkiye'nin güneşlenme potansiyelinin çok fazla olduğunu göstermektedir (Koç, E. Kaya, K. 2015 s.42).

Kuzey Yarım Küre'de güneş enerji santrallerinde uygun yer seçiminde düzlük ve güney bakı yönleri seçilmektedir. Bu yönlerin tercih edilmesinin asıl nedeni buraların diğer yönlere oranla güneşlenme bakımından oldukça fazla olmasıdır. Topoğrafyası engebeli ve dalgalı olan alanlar ise; maliyet ve gölgelenmeden dolayı az tercih edilmektedir.

Güneş santrallerinde arazinin eğimli olmasının da verimliliğini etkilediğini birçok kaynakta yer verilmiştir. Santrallerde verimliliğin fazla olması için en uygun eğim değerlerinin %1-%3 arasında olması gerekmektedir. %3'den fazla olduğu alanlarda ise verimliliğin eğime göre düşeceği kabul edilmektedir (Hang vd., 2008; Aktaran: Saner, 2015). Eğim %0 alanlarda ise; santral kurulması tercih edilmemektedir. Bunun sebebi ise; su birikmesi ve bunun tahliyesinin zor olmasından dolayıdır (ABD, Çevre Koruma Ajansı, 2006).

Güneş enerji sistemlerinde yer seçimi yapılırken bir çok kriter ve ölçüt kullanılmaktadır. Bu ölçütler tam anlamıyla değerlendirilerek yer seçimi yapılırsa verim çok fazla olacaktır. Bundan dolayı da ekolojik dengeye zararı çok az olacaktır. Fakat bu ölçütlerden sadece bir kaçı dikkate alınarak yer seçimi yapılırsa o zaman verdiği zarar daha fazla olacaktır. Zira yenilenebilir enerjiye dönüşüm amacı daha temiz, daha doğacı bir enerji kaynağı olduğu için tercih edilmektedir. Bu yüzden sadece maliyetler düşünülerek yer seçimi yapılmamalıdır. Çoklu kriter analizlerine hem maliyetler hem de çevre düşünülmüştür.

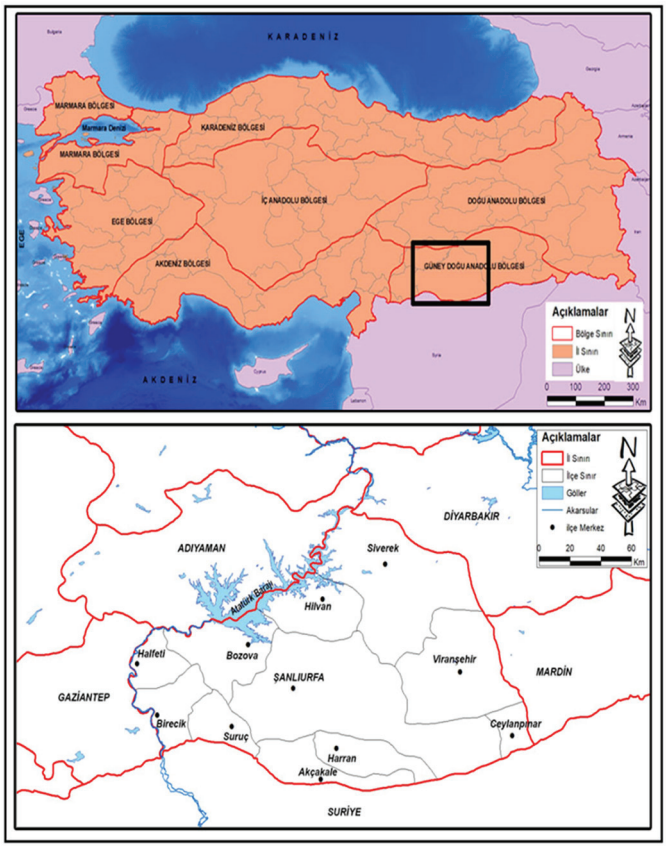
Güneşten gelen enerjiyi elektrik enerjisine çeviren GES'lerden sürdürülebilir ve rantabıl olarak faydalanmanın en önemli koşullarından biri GES'lerin kuruluş sahalarının saptanmasıdır. GES'lerin kurulum sahalarının saptanmasında; güneş enerji potansiyeli, yükselti, bakı, eğim, yağış, nem, bulutluluk, arazi kullanımı gibi fiziki faktörler yanında ulaşım, enerji nakil hattı, güvenlik vb. şartlar da etkili olmaktadır. Birçok faktörün etkili olduğu güneş enerjisi santrallerinin yer seçimini belirlemek için Coğrafi Bilgi Sistemleri önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, Şanlıurfa ilinde kurulu olan 30 GES'in topoğrafik özelliklerine göre uygunluk analizlerinin yapılarak kurulu GES'leri yükselti, eğim ve bakıya göre uygun olup olmadıklarını ortaya koymaktır.

1.1. Araştırmanın Yeri ve Sınırları

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Orta Fırat Bölümü'nün önemli şehirlerinden biri olan Şanlıurfa, kuzey-güney uzanışlı Harran grabeninin kuzeyindeki Balıklıgöl doğal su kaynakları başında kurulmuştur. Harran Ovası ile Eosen-Miyosen dönemlerde oluşan Çaykuyu Platosu'nun geçiş kuşağında (zonunda) tatlı su, korunma imkânları ve geniş bir ekonomik faaliyet sahasının varlığına bağlı olarak kurulan şehir günümüzde kuzeye doğru hızla büyümektedir (Özcanlı, & Güzel, 2015 s.738). Şehir bulunduğu bölgenin sahip olduğu zenginlikleri yanında kuruluş yeri olarak da yerleşmeye ve gelişmeye uygun bir topografyaya sahiptir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Orta Fırat Bölümü'nde bulunan ve doğusunda Mardin, batıda Gaziantep, kuzeybatıda Adıyaman, kuzeydoğuda Diyarbakır ile çevrilidir. İlin güneyinde Türkiye - Suriye sınırı uzanır (Şekil 1). Yüzölçümü 19.336 km² olup genelde bir ova görünümündeki il merkezinin rakımı 518 m'dir.

Şanlıurfa ili, genel olarak plato görünümünde olup başlıca ovaları; Harran, Suruç, Viranşehir, Hilvan, Ceylanpınar, Bozova ve Siverek ovalarıdır. Şanlıurfa karasal iklimi özelliği gösterir. Yazları çok kurak ve sıcak, kışları bol yağışlı, nispeten ılıman geçmektedir. Deniz etkisinden uzak bir bölgede bulunmaktadır. Bu özellik sıcaklık ve yağış bakımından kendisini göstermektedir (Yatırım Destek Ofisi, 2021).



Şekil 1. Çalışma sahası lokasyon haritası.
Figure 1. *Location map of study area.*

1.2 Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmada Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Orta Fırat Bölümü'nde yer alan Şanlıurfa ilinde bulunan güneş enerji santrallerinin coğrafi açıdan dağılışını incelemek ve bu enerji santrallerinin uygunluğunu ortaya koymak amaçlanmıştır. Şanlıurfa ilinde inşa edilmiş GES'lerin kuruldukları alanın mekansal özelliklerini analiz ederek ve karşılaştırarak GES'ler hakkında artan bilgi birikimine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Konunun yeniliği nedeniyle, vaka çalışması için literatür taramasına dayalı analitik bir çerçeve geliştirilmiştir. GES'lerin, Yükselti, Eğim ve bakıya göre uygunluğu, geçiciliğine odaklanan bu çerçeve, belirgin toplumsal kaygılara yanıt olarak GES'in çevresel etki değerlendirmelerini ve çok kriterli karar analizlerini de zenginleştirebilir.

Bunun yanında Şanlıurfa gibi yılın her mevsimde güneş gören ilin potansiyelinin çok ölçütlü karar verme yöntemiyle ortaya çıkarmaktır. Bu amaçlar doğrultusunda alan ile alakalı literatür araştırması yapıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yapılacak olan diğer çalışmalara öncülük edecektir. Bu amaçlar doğrultusunda çalışmanın alt amaçları da şunlardır;

- ✓ Şanlıurfa ilinin güneşlenme potansiyelini alan sınıflama, normalizasyon ve ikili matris analiz yöntemleri ile ortaya koymak,
- ✓ Şanlıurfa ilinde kurulu GES'lerin yükselti basamaklarına göre dağılışı ve uygunluğu,
- ✓ Şanlıurfa ilinde kurulu GES'lerin eğim gruplarına göre dağılışı ve uygunluğu,
- ✓ Şanlıurfa ilinde kurulu GES'lerin bakıya göre dağılışı ve uygunluğu,
- ✓ Kurulmuş olan güneş enerji santralleri doğru alanlarda kurulmuş mudur?

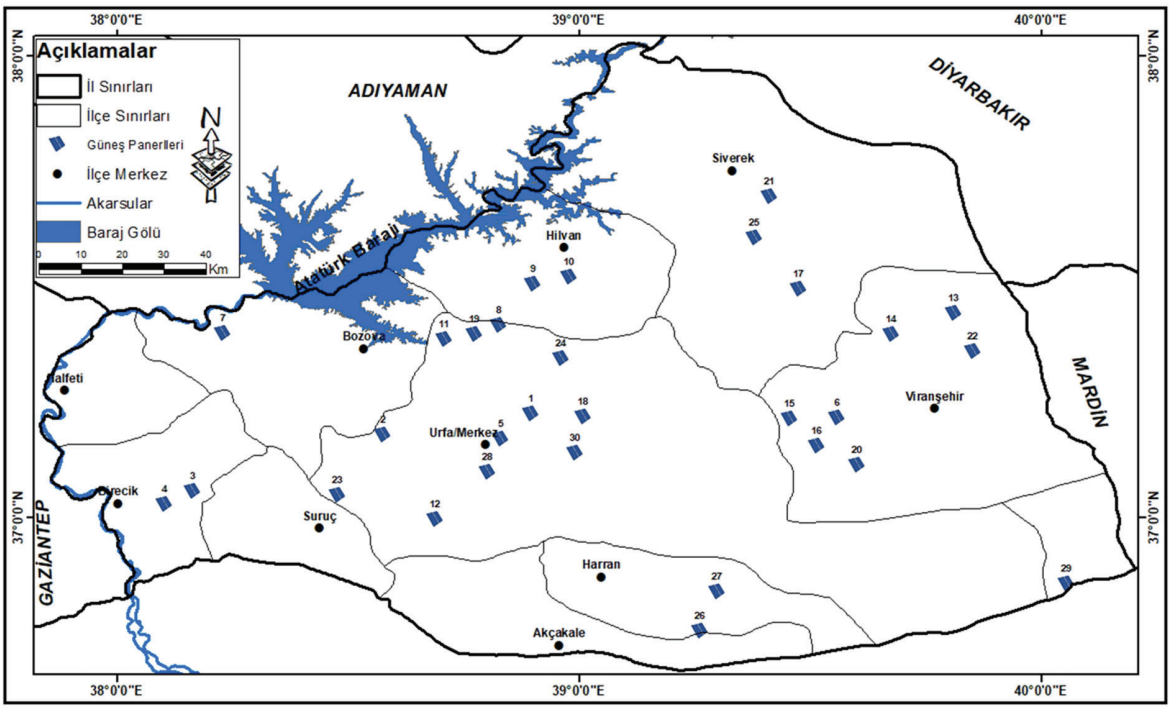
1.3 Araştırmada Kullanılan Materyal ve Metot

Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanarak gerekli parametreler ortaya konulmuştur. Araştırma alanında bulunan bütün güneş enerji santrallerinin çok ölçütlü karar analizi ile değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunun içinde gerekli olan yükselti, eğim ve bakı gibi parametreler belirlenip analizlere geçilmiştir. Güneş enerji santrallerin konumlarını ise; Landsat Uydu görüntüsünü, kontrollü sınıflandırarak elde edilmiştir. Analizlerde kullanılan GES'lerin adları, KW'e güçleri ve kapladıkları alan tablo birde verilmiş olup harita üzerindeki dağılışları da gösterilmektedir (Tablo 1 ve Şekil 2-3).

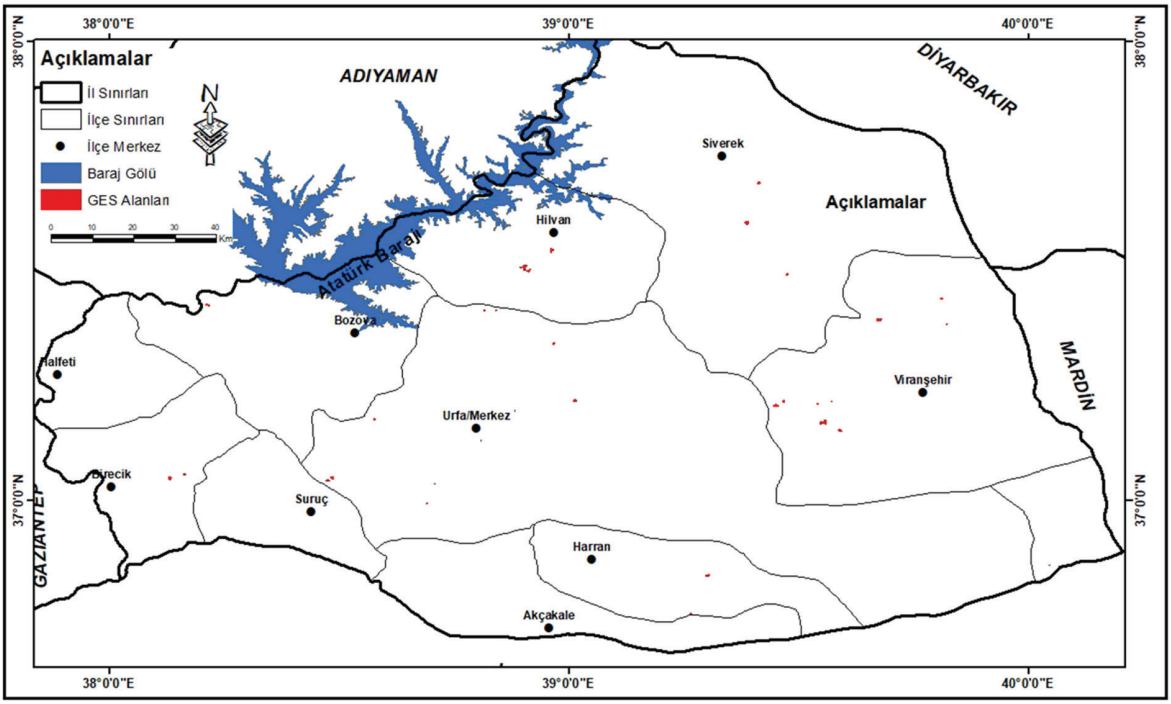
Bu çalışmadaki analizler için Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi (AHS) kullanılmıştır. AHS'de 5 aşamalı bir yol izlenmiştir. Haritalar bu analizler sonucu çıkan verilere göre hazırlanmıştır (Tablo 2).

Tablo 1. Şanlıurfa ilinde kurulu güneş enerji santrallerinin listesi.
Table 1. *List of solar power plants ınstalled in province of Şanliurfa.*

S	Santralin Adresi	İlçe	Gücü (kWe)	Kapladığı Alan (m^2)
1	Nokta Köyü Civarı	Haliliye	250	20.000
2	Kızılburç Köyü Dağ Mevki	Karaköprü	1.000	6,2200
3	Kocaali Köyü	Birecik	1.000	20000
4	Almaşar Köyü Arat Dağı	Birecik	1.000	19000
5	Paşabağı Mahallesi Adalet Caddesi	Haliliye	1.00	18900
6	Kırlık Köyü	Viranşehir	990	60000
7	Işınlı Köyü Norçin Mevki	Bozova	1.000	20,900
8	Bölücek Köyü	Karaköprü	999	20000
9	Kırbaşı Köyü Mevki	Hilvan	990	63000
10	Alpı Köyü Mevki	Hilvan	980	230000
11	Büyükördek Köyü	Karaköprü	380	40000
12	Yanıkçöğür Köyü	Eyyubiye	50	22300
13	Karınca Köyü	Viranşehir	990	73000
14	Eyüpnebi Mahallesi	Viranşehir	1.000	390000
15	Defterdar köyü	Viranşehir	1.000	31,700
16	Göğerli Köyü	Viranşehir	1.000	56,3000
17	Keş Mahallesi	Siverek	990	7,2300
18	Çiçektepesi Köyü	Karaköprü	1.000	208000
19	Bölücek Köyü	Karaköprü	990	62000
20	Alakonak Mahallesi	Viranşehir	1.000	129000
21	Yoğunca Köyü	Siverek	1.000	251000
22	Demirci Köyü	Viranşehir	995	90000
23	Karataş Mahallesi	Karaköprü	1.000	396000
24	Diphisar Mahallesi	Haliliye	993	87000
25	Şekerli Köyü	Siverek	1.000	383000
26	Yenidoğan Köyü	Harran	990	68000
27	Göktaş Mahallesi	Harran	1.000	132000
28	Akçakale Yolu Üzeri 1. Km TMO Karşısı Hyundai Harman İş Plaza Çatısı	Akçakale	120	9800
29	Gümüşsuyu İşletmesi	Ceylanpınar	100	160000
30	Harran Üniversitesi	Merkez	120	65000



Şekil 2. Şanlıurfa'da bulunan güneş enerji santrallerinin dağılış haritası.
Figure 2. *Map of the distribution of solar power plants located in Şanliurfa.*



Şekil 3. Şanlıurfa'da bulunan güneş enerji santrallerinin kapladığı gerçek alanların haritası.
Figure 3. *Map of the actual areas covered by solar power plants located in Şanlıurfa.*

Tablo 2. AHS' de kullanılan standart tercih tablosu (Saaty, 1994).
Table 2. *The standard preference table used in PAHS (Saaty, 1994).*

Standart tercih tablosu	
Önem Değerleri	**Değer Tanımları**
1	Eşit Önemde
3	Biraz Daha Önemli (Az Üstünlük)
5	Oldukça Önemli (Fazla Üstünlük)
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)
2,4,6,8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)

1. Problemin tanımlanarak, ölçüt ve alt ölçütlerin belirlenip hiyerarşinin oluşturulduğu aşamadır. Hiyerarşi oluşturulduktan sonra karar vericinin bilgi ve tecrübeleri standart tercih tablosunda yer alan 1-9 arasındaki ölçeğe göre değerlendirilmektedir (Tablo 2). İkili karşılaştırma matrisinde, ölçütler birbirleri ile karşılaştırıldığında önem derecesine göre değerlendirilerek üstünlük derecelerine göre terslik kuralı uygulanmaktadır. Yani A ölçütünün B ölçütüne göre üstünlüğü 3 ise B'nin A' ya olan üstünlüğü 1/3 oranındadır.

2. Normalizasyonun yapıldığı aşamadır. Öncelikle işlem kolaylığı sağlamak amacıyla matristeki kesirli ifadeler ondalık

sayıya çevrilir. Bu aşamada karşılaştırma matrisinin her bir elemanı, kendi sütün değerlerinin toplamına bölünerek normalize edilir. Elde edilen bu değerlerin sütun toplamları 1'e eşit olacaktır.

3. Her bir ölçütün, ölçüt ağırlıklarının tespit edildiği aşamadır. İlgili ölçüte ait satır değerleri, ölçüt sayısına bölünerek her bir ölçütün ağırlığı ortaya konulur.

4. Ağırlıklı toplam değerlerin hesaplandığı aşamadır. Bu aşamada 1. aşamada oluşturulan ikili karşılaştırma matrisindeki her bir ölçüte ait satırdaki değerler 3. aşamada oluşturulan ölçüt ağırlığı matrisi ile çarpılmaktadır.

5. Tutarlılık oranının belirlendiği aşamadır.3. aşamada elde edilen ölçüt ağırlıklarının tutarlılık oranı belirlenmektedir.

Bu oranın 0.10'dan küçük olması gerekmektedir. 0.10'dan büyük ise karar vericinin karşılaştırdığı ölçüt değerlerinin tutarsız olduğunu ya da hesaplama hatası yapmış olduğunu göstermektedir.

Şanlıurfa ilinde kurulan GES'lerin uygunluk haritası için belirlenen bütün katmanlar (yükselti, bakı, eğim,) ölçüt kapsamında bir örneklem oluşturularak vektör olan veriler raster veriye dönüştürüldükten sonra öklid mesafesi belirlenmiştir. Daha sonra giriş raster katmanındaki her değer sınıfına, değerlendirme ölçeğine dayalı olarak yeni bir değer atanarak yeniden sınıflandırma yapılmıştır. Soyut olan bu veriler somutlaştırılarak haritalandırılmıştır.

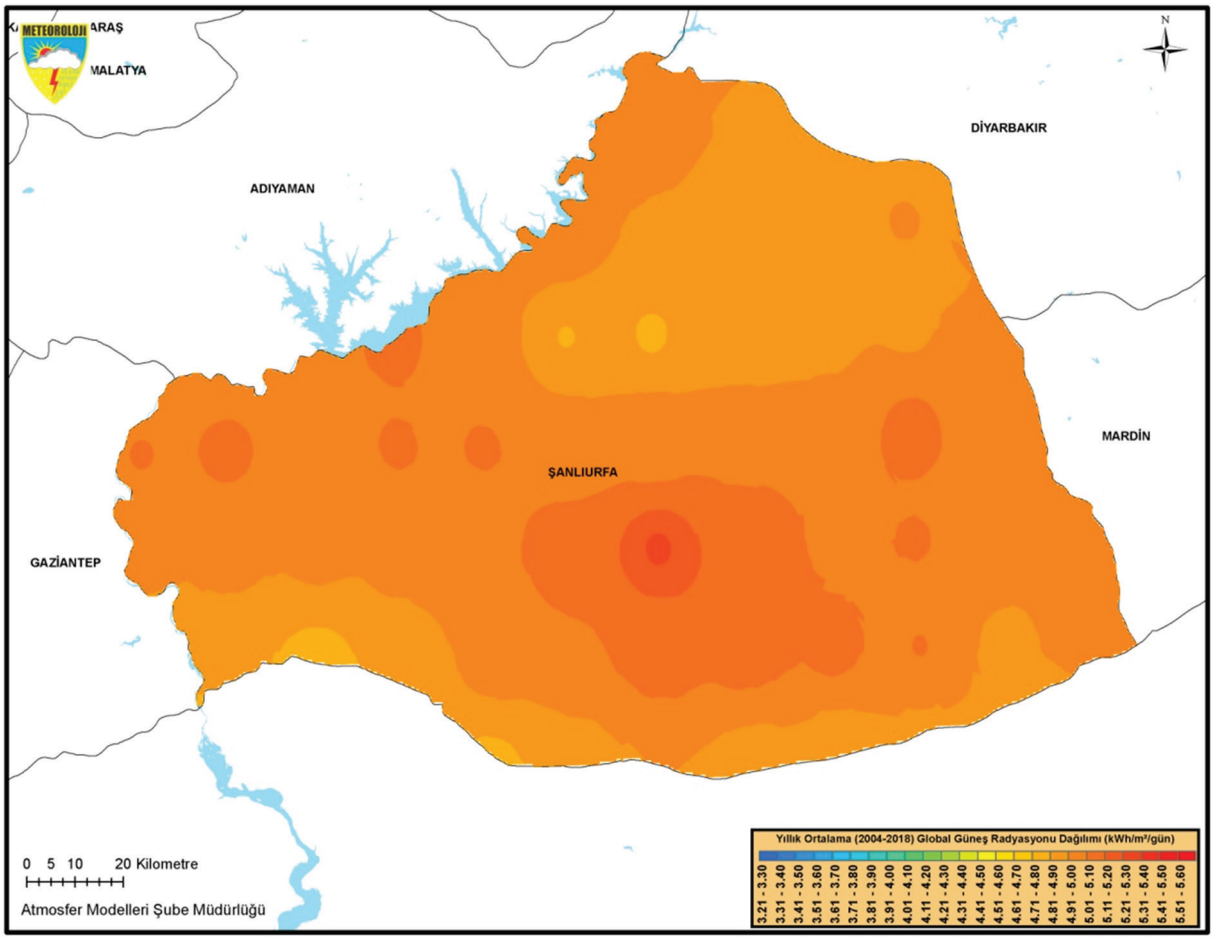
2. Şanlıurfa İlinde Güneş Enerjisi Potansiyeli

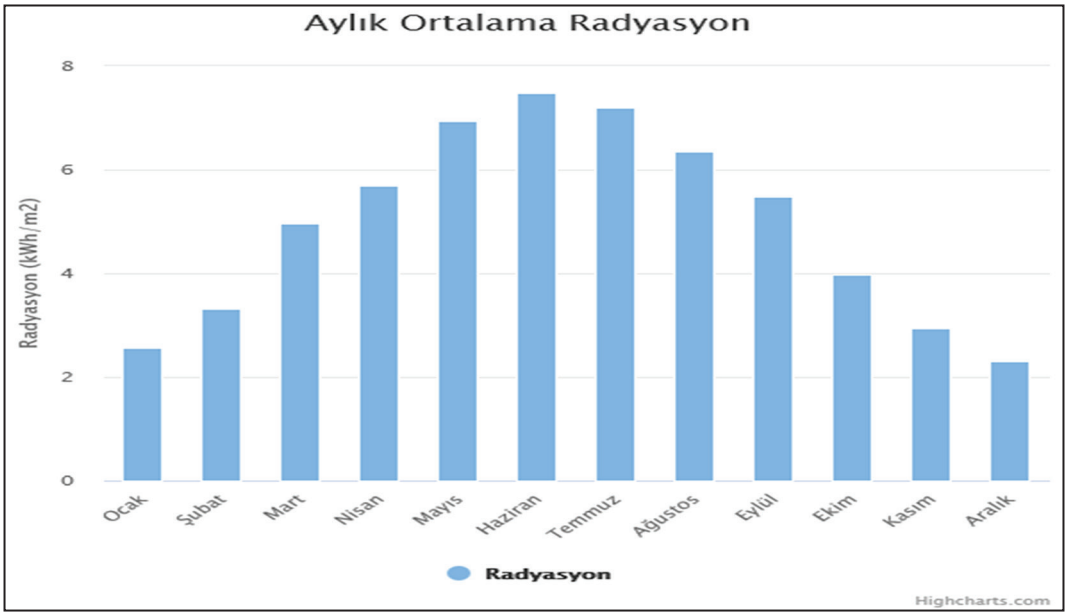
Türkiye'de bölgeler bazında da en fazla potansiyele sahip olan bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesi'dir. Bunun temel sebebi bulunduğu enlemin etkisidir. Ayrıca diğer faktörlerde devreye girdiği zaman güneş enerji santrallerinden faydalanmanın en fazla olacağı iller arasında olması gerekmektedir (Harita 5).

Şanlıurfa iline genel olarak güneşlenme potansiyeli açısından bakıldığında en fazla güneşlenme Siverek ve Viranşehir ilçelerinin kuzeyinde olduğu görülmektedir. Özellikle bu alanlarda güneşlenme 1.700 KWh/m² yıldır (Şekil 3).

Kış aylarında Şanlıurfa'da radyasyon değerleri oldukça düşüktür. Nisan ayından sonra hızlı bir yükselişe geçmektedir. Bu haziran ayına kadar devam eder. Haziran ayında zirveyi gördükten sonra tekrar düşmeye başlamaktadır. Nisan 5.08 KWh/m²-gün görülürken haziran ayına gelindiğinde bu oran 6.83 KWh/m²-gün'dür. Haziran ayından sonra yaz aylarında düşüş devam etmektedir. Aralık ayında en düşük seviyesini yakalamaktadır. Aralıkta 1.80KWh/m²-gün olarak düşmektedir (Şekil 4).

Şanlıurfa'da güneşlenme sürelerine bakıldığında ise; oldukça fazladır. Türkiye geneli ortalama güneşlenme süresi 7,50 gün/saat iken bu Şanlıurfa'da 8,31 gün/saattir. Buda gösteriyor ki; Şanlıurfa'da güneşlenme potansiyeli oldukça fazladır. Bunun sonucunda günlük ışınım şiddeti de fazla olacağından dolayı güneş enerjisinden çok verimli bir şekilde faydalanılacaktır. Güneşlenme potansiyeliyle ışınım şiddeti doğru orantılıdır. Güneşlenme ne kadar fazla olursa ışınım şiddeti de o kadar





Şekil 4. Şanlıurfa ili yıllık ortalama güneş ışınım haritası ve aylık ortalama güneş ışınım grafiği (2004-2018) (MGM)
Figure 4. *Annual average solar radiation map of sanliurfa province, monthly average solar radiation values table and chart (2004-2018) (MGM)*

fazla üretilmektedir. Mevsimlik güneşlenme sürelerine bakıldığında en az güneşlenme kış ve sonbahar mevsimlerindedir. Yaz ve ilkbahar mevsimlerinde güneşlenme süreleri artmaktadır. Özellikle sonbaharda yılın en az güneşlenme süreleri görülmektedir. Aralık ayında 4.4 gün/saat kadar düşmektedir. Bu aydan sonra düzenli bir şekilde arttığı görülmektedir. Ocak ayında 4.68, Şubat'da 5,62 ve haziran da 12,24 çıkmaktadır. Bu aydan sonra en fazla güneşlenme süresi temmuz ayında görülmektedir. Temmuz ayında 12,42 gün/saat olmaktadır. Temmuz ayında zirveyi gördükten sonra aralık ayına kadar güneşleme süresi düşmeye devam etmektedir (Şekil 4).

Türkiye'deki bulunan en önemli güneş enerji santrallerine bakıldığında Şanlıurfa'dan bir tane bile santralin olmadığı görülmektedir. Bu durum gösteriyor ki; Şanlıurfa güneş enerji potansiyelini yeterince kullanamamaktadır.

3. GES'lerin Topografik Özelliklere Göre Uygunluk Analizi

3.1.Yükselti Durumuna Göre Uygunluk Analizi

Yükselti santrallerin verimi ve maliyet açısından çok önemli bir etkendir. Çünkü, uygun bir yükseltide santrali kurmadığında yatırımcının aleyhine bir sonuç doğuracaktır. Araştırma alanının yükselti basamaklarına göre en düşük yükseltide olan kısımları ova alanına karşılık geldiğinden dolayı bu alanlar güneş enerji santralleri için uygun değildir. Bu alanlar aynı zamanda birinci sınıf tarım arazilerine de karşılık geldiğinden bu alanların tarımsal faaliyetler açısından kullanımı daha uygundur. Şanlıurfa ilinde genel itibari ile 600 metre ve altındaki yükseltiye sahip olan araziler ova olarak nitelenen verimli tarım arazilerine karşılık gelmektedir. Bu yükseltiden yüksek olan araziler ise genel itibari ile plato yamacı ve plato yüzeyine karşılık geldiğinden tarımsal aktivite açısından verimli olmayan bir arazi teşekkülünden oluştuğundan bu sahalarda tarım dışı faaliyetlerin yapılması uygun görülmektedir. Bu nedenle yapılan yükselti basamaklarına göre yeniden sınıflandırma ölçeğinde 500 ile 650 metre aralığındaki araziler az uygun olan 5 değeri ile ifade edilmiş olup, 650 metre ile 850 metreler arası 8 değeri ile uygun araziler, 9 ise en uygun arazi sınıfını oluşturmaktadır (Şekil 5-6 ve Tablo 3).

Tablo 3. Yükselti basmağı için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler
Table 3. *The values given after reclassification for the elevation step are*

Aralık (m)	Değer
850+	9 (En uygun)
650-850	8
500-650	5
300-500	1 (En az uygun)

Santrallerin yükselti açısından uygunluğuna baktığımızda en az uygun yükselti aralığı 300-500 m,en uygun yükselti aralığıysa 850 metre ve üzeridir. Yani; yükselti değeri 300 m'den aşağı değer pek uygun değilken,850 metre ve üzeri uygun. Yükselti güneş ışınlarının verimini, santralin kurulumu içi harcanacak maddi imkanlarını, elde edilen enerjinin transferi vb. gibi bir çok etken üzerinde önemli rol oynar. O yüzden santral için uygun yer tespiti yaparken yükselti değerlerini de dikkate almamız gerekiyor (Şekil 5-6 ve Tablo 3).

Tablo 4. Yükselti basamakları için ikili karşılaştırma matrisi.
Table 4. *The binary comparison matrix for the elevation digits is.*

İkili Karşılaştırma Matrisi	850+	650-850	500-650	300-500
850+	1,00	5,00	8,00	9,00
650-850	0,20	1,00	5,00	7,00
500-650	0,13	0,20	1,00	5,00
300-500	0,11	0,14	0,20	1,00

Araştırma alanının yükselti basamaklarını gösteren haritası incelendiğinde Bozova ilçesinin batısı Hilvan ilçesinin güneyi hariç, Halfeti, Birecik ilçesinin batısı, Suruç, Urfa Merkez ilçesinin güneyi, Harran, Akçakale ile Viranşehir ilçesinin güneyi ortalama yükseltisi 300-500 m arasındadır. Geri kalan diğer ilçeler veya ilçelerin diğer yönlerin yükseltileri oldukça yüksektir. Kısacası; yükselti açısından genel olarak güney kesimi kuzeye oranla daha düşük seviyededir. Güneyden kuzeye doğru gidildikçe genel olarak yükselti artmaktadır. Araştırma alanının

Tablo 5. Yükselti basamakları için normalizasyon, ölçüt ağırlığı ve ağırlıklı toplam değerler.
Table 5. *Normalization, criterion weight and weighted total values for the elevation steps.*

Normazilasyon	850+	650-850	500-650	300-500	Ölçüt Ağırlığı	Ağırlıklı Toplam Değerler
850+	0,6963	0,7883	0,5634	0,4091	0,6143	0,89
650-850	0,1393	0,1577	0,3521	0,3182	0,2418	1,40
500-650	0,0870	0,0315	0,0704	0,2273	0,1041	1,34
300-500	0,0774	0,0225	0,0141	0,0455	0,0399	0,71

güneyinde yükseltinin kuzeye oranla bu kadar düşük olmasının nedeni güneyde Suruç Ovası ile Harran Ovası'nın olmasıdır (Şekil 5 ve 6).

Yükselti basamaklarına göre uygunluk analizimiz %10'nun altında çıkmıştır. Bundan dolayı bu alanlar da güneş enerji santrali kurmak için uygun alanlar olarak görülür.

Yükselti basamaklarının tutarlık oranını (Consistency Ratio-CR) hesaplamak için Fiziki Katmanı İçin CI, RI ve CI/RI Değerleri Tablosunu incelediğimizde Consistency Index (CI) değeri 0,083, Rassal Indeks (Random Index-RI) değeri 1,45'tir.CI/RI 'ye bölümü sonucunda ortaya çıkan değer 0,0922'dir. CR değerinin %0,10'dan küçük çıkması sonucu karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğunu göstermektedir (Tablo 6).

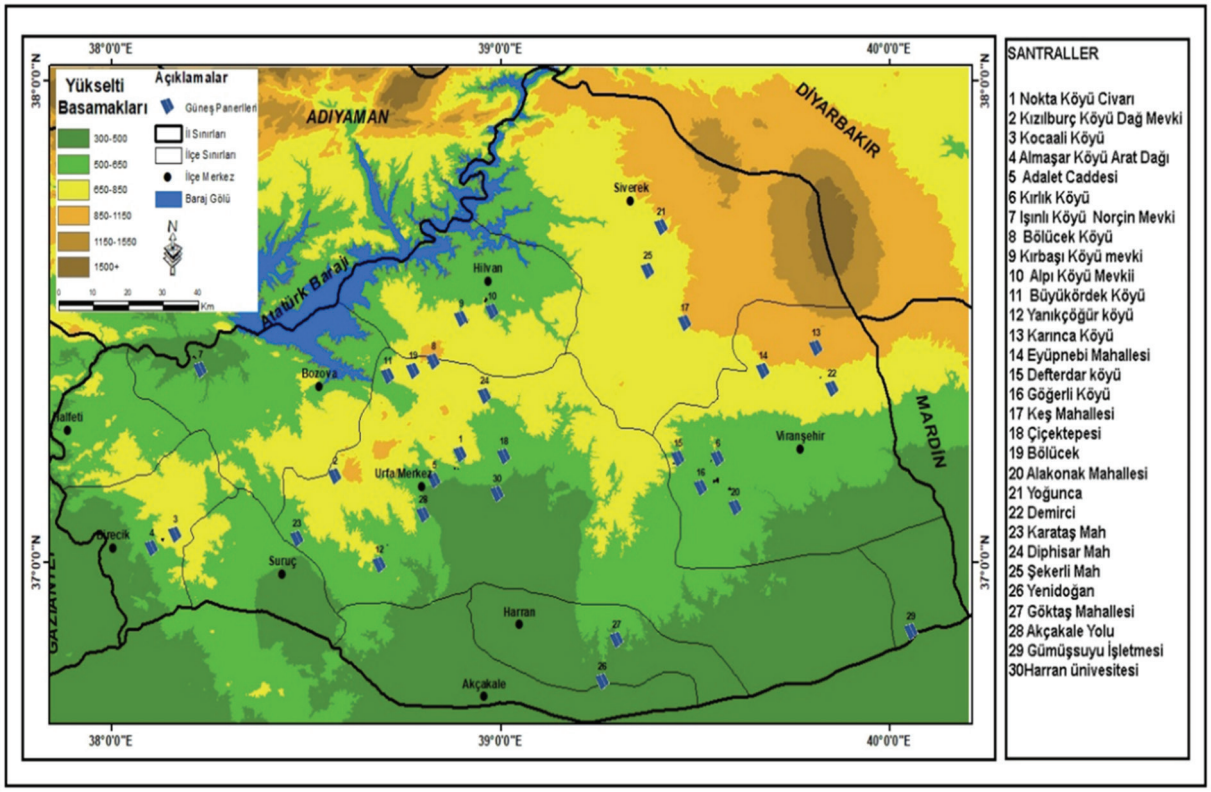
Tablo 6. Yükselti basamakları için CI, RI ve CI/RI değerleri.
Table 6. *The values of CI, RI and CI/RI for the elevation steps are.*

CI	RI	CI/RI
0,083	1,45	**0,0922**

Yükselti değerleri düşük olan araştırma alanımızda bu alanlar ova alanlarına denk gelmektedir. Bu yüzden bu alanlarda tarım yapıldığı için uygun alanlar değillerdir.

Araştırma alanının yükselti basamaklarına göre uygunluk haritası ve mevcut santraller haritası sayesinde mevcut bulunan santraller ile uygunluk çakışımı yapıldığında Şanlıurfa'da uygun olmayan yükselti basamağında kurulmuş olan santraller şunlardır. Bozova ilçesinin batısındaki 7 nolu santral, Harran ilçesinin güneydoğusundaki 26 nolu santral ile doğusundaki 27 nolu santral, Viranşehir ilçesinin güneyindeki 29 nolu santral ile Urfa merkez ilçesinin doğusundaki 30 nolu santrallerdir. Bu santraller kesinlikle uygun değildir. Çünkü bu alanlar da tarım yapılmaktadır. İkinci basamak yer yer uygun olsa da genel anlamıyla yine uygunluk teşkil etmemektedir. Bu alanlar hem platoluk hem de düz alanlara denk gelmektedir. Bu yüzden bu alanlar da tarım yapılmaktadır. Bundan dolayı bu alanlar da uygun değillerdir (Şekil 5-6).

Uygun olmayan diğer güneş enerji santralleri; Urfa merkez ilçesinin kuzeydoğusundaki 1 nolu santral ile Birecik ilçesinin do-



Şekil 5. Şanlıurfa ili'nde kurulu ges'lerin yükselti basamaklarına göre dağılım haritası.
Figure 5. *Distribution map of spps installed in sanliurfa province according to the elevation steps.*

ğusundaki 4 nolu santralerdir. Ayrıca Urfa merkez ilçesindeki 5 nolu santral, doğusundaki 18 nolu santral, güneybatısındaki 23 nolu santral ile güneyindeki 28 nolu santral, Viranşehir ilçesinin batısındaki 6,15 nolu santral ile güneybatısındaki 16,20 nolu santral, Hilvan ilçesinin güneyindeki 10 nolu santral, Urfa merkez ilçesinin güneyindeki 12 nolu santrallerdir (Şekil 5-6).

Asıl alanımıza yüksek ve morfolojik olarak uygun alanlar 3. ve 4. yükselti basamaklarımızdır. Bu yükselti basamaklarında kurulan enerji santralleri; Urfa Merkez ilçesinin batısındaki 2 ile kuzeydoğusundaki 24 nolu santral, Birecik İlçesi'nin doğusundaki 3 nolu santral, Hilvan ilçesinin güneyindeki 8,9 ile 19 nolu santral, Urfa merkez ilçesi'nin kuzeyindeki 11 nolu santral, Viranşehir ilçesinin kuzeyindeki 13,14 ile 22 nolu santraller, Siverek ilçesinin güneyindeki 17,21 ile 25 nolu santrallerdir. Uygun olarak belirlenen 3. ve 4. yükselti basamağında toplam 12 santral kurulmuştur. Bu santraller dışındaki santrallerin yükselti basamağı açısından uygun olmayan alanlarda kurulduğu tespit edilmiştir (Şekil 6).

3.2. Bakı Durumuna Göre GES'ler

Bakı birçok faktör üzerinde etkili olduğu gibi güneş enerji teknolojilerinde de bakı çok önemlidir. İlin konumu itibari ile Kuzey Yarım Küre'de yer olması, ülkemizin en güneyinde bulunması bu faktör açısından üstün önem arz edecek etkiler göstermektedir. Özellikle güney ve düz alanlar da santral kurmak için en ideal alanlardır. Fakat burada gölge boyu göz ardı edilmemelidir.

Modülleri gölgeleyecek herhangi bir yüksek eğim ormanlık gibi faktörlerin olmaması gerekmektedir. Özellikle güney alanları çok fazla ışınım aldığından bu alanlarda çok fazla verimlilik sağlanmaktadır.

Düz alanlarda da verim fazladır fakat düz olduğu için sel riski ve su tahliyesi göz önünde bulundurulmalıdır. AHS ile hesaplanan alanların tekrar CBS ortamına atılarak çıktı alığında 9 kriterli bir harita oluşmaktadır. Bu haritaya göre 9 en uygun 1 ise uygun olmayan alanları göstermektedir (Tablo 7 ve Şekil 7-8).

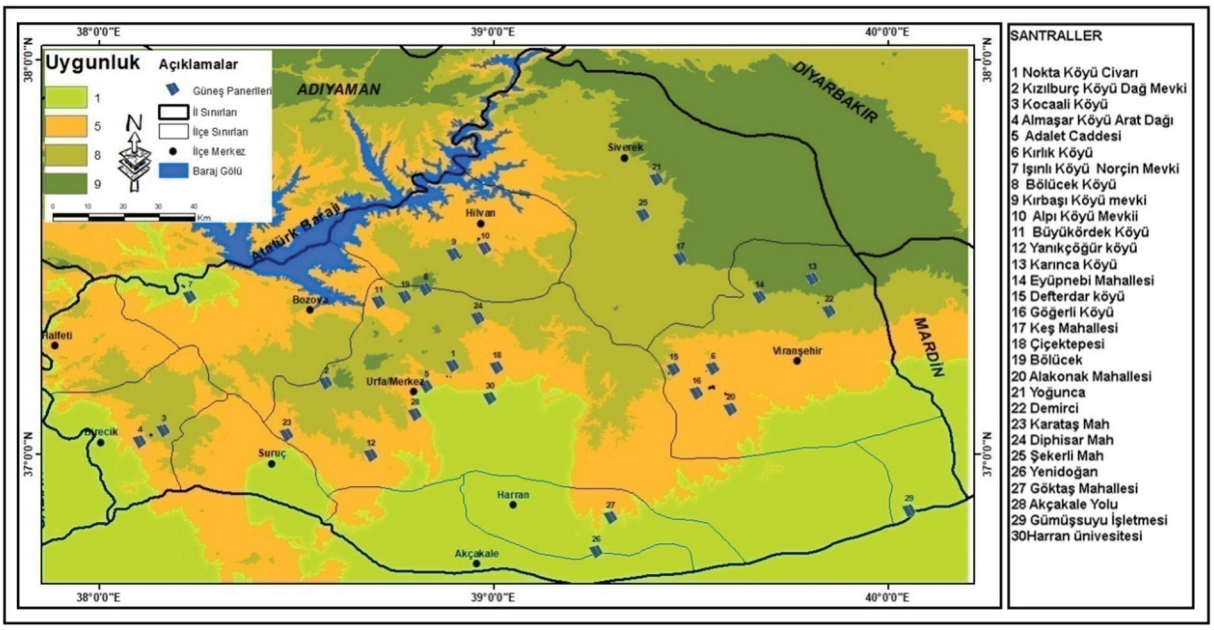
Tablo 7. Bakı katmanı için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler ve il geneli kapladığı alan ve oranı.
Table 7. *The aspectlayer are values given after reclassification for the and the area ıts occupies throughout the province.*

Bakı Yönü	Değer	Kapladığı Alan(km²)	%
Güney	9 (en uygun)	2088	10,74
Düz	8	1535	7,90
Güneybatı	7	1671	8,59
Güneydoğu	6	2304	11,85
Batı	5	3168	16,29
Kuzeybatı	4	2795	14,37
Doğu	3	2159	11,10
Kuzeydoğu	2	1779	9,66
Kuzey	1 (en az uygun)	1742	9,49
	Toplam	**19242**	**100**

Bakı katmanı için uygulanan AHS karar sürecinde tutarlılık oranı 0,0476 olarak belirlenmiştir (Tablo 10). Uygulanan işlem ve sonuçları aşağıdaki gibidir;

Bakı katmanı için yapılan ikili karşılaştırma analizinde tutarlılık oranı ile bakı alanı arasında uygunluk matrisinde 0,23 ile en uygun özellik güneye bakan yamaçlarda kendini göstermiştir (Tablo 9). Kuzey ise en az uygun olmayarak matriste ölçülmüştür. İl genelinde toplam 2.088 km² alan en uygun arazileri olduğu alan olarak belirlenmiştir. Bu alan ilin yaklaşık % 10,74'üne karşılık gelir (Tablo 7).

Bakı katmanı için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler tablosunu incelediğimizde santraller için bakı açısından en az uygun yamaçlar kuzeye ve kuzeydoğuya bakan alanlar, en uygun alanlar ise; düz yerler ile güneye bakan yamaçlardır (Tablo 7). Kısacası santrallerin kurulum yeri belirlenirken özellikle düz yerler ile güneye bakan yamaçlar diğer yamaçlara oranla daha fazla güneş alacağından dolayı tercih edilmesi yatırımcının lehine olmaktadır.



Şekil 6. Araştırma alanının yükselti basamaklarına göre uygunluk haritası ve mevcut santraller haritası.
Figure 6. *A Map of the suitability of the research area according to the elevation steps and a map of the existing power plants.*

Tablo 8. Bakı katmanı için ikili karşılaştırma matrisi.
Table 8. *The layer isaspect comparison matrix for the balance.*

İkili Karşılaştırma Matrisi	Güney	Düz	Güneybatı	Güneydoğu	Batı	Kuzeybatı	Doğu	Kuzeydoğu	Kuzey
Güney	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Düz	2	1	2	2	4	5	6	7	8
Güneybatı	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	7
Güneydoğu	¼	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6
Batı	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5
Kuzeybatı	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4
Doğu	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3
Kuzeydoğu	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2
Kuzey	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1

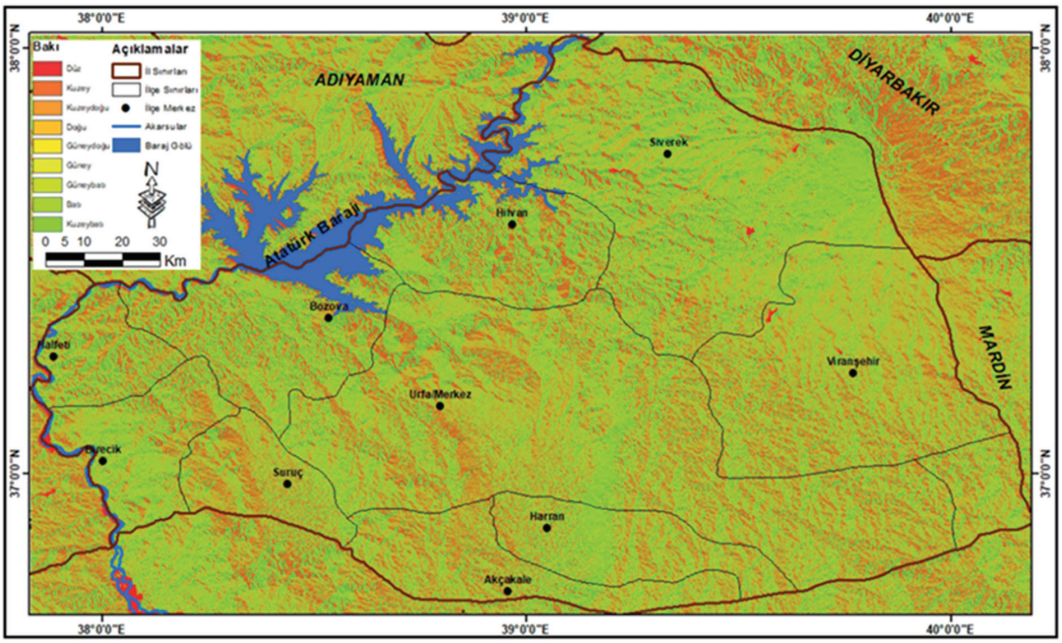
Tablo 9. Bakı katmanı için normalizasyon, ölçüt ağırlığı ve ağırlıklı toplam değerler.
Table 9. *Normalization, criterion weight and weighted total values for the aspect layer.*

Normalizas-yon	Güney	Düz	Güneybatı	Güneydoğu	Batı	Kuzeybatı	Doğu	Kuzeydoğu	Kuzey	Ölçüt Ağır-lığı	Ağırlıklı Toplam Değerler
Güney	0,23	0,42	0,40	0,38	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,2971	0,9223
Düz	0,46	0,21	0,26	0,19	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,2421	0,9165
Güneybatı	0,08	0,11	0,13	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,1516	1,1108
Güneydoğu	0,06	0,07	0,07	0,10	0,12	0,14	0,14	0,14	0,13	0,1064	1,2101
Batı	0,05	0,05	0,04	0,05}	0,06	0,09	0,10	0,11	0,11	0,0742	1,2311
Kuzeybatı	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09	0,0514	1,1771
Doğu	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07	0,0353	1,0779
Kuzeydoğu	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,0244	0,963
Kuzey	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,0176	0,8723

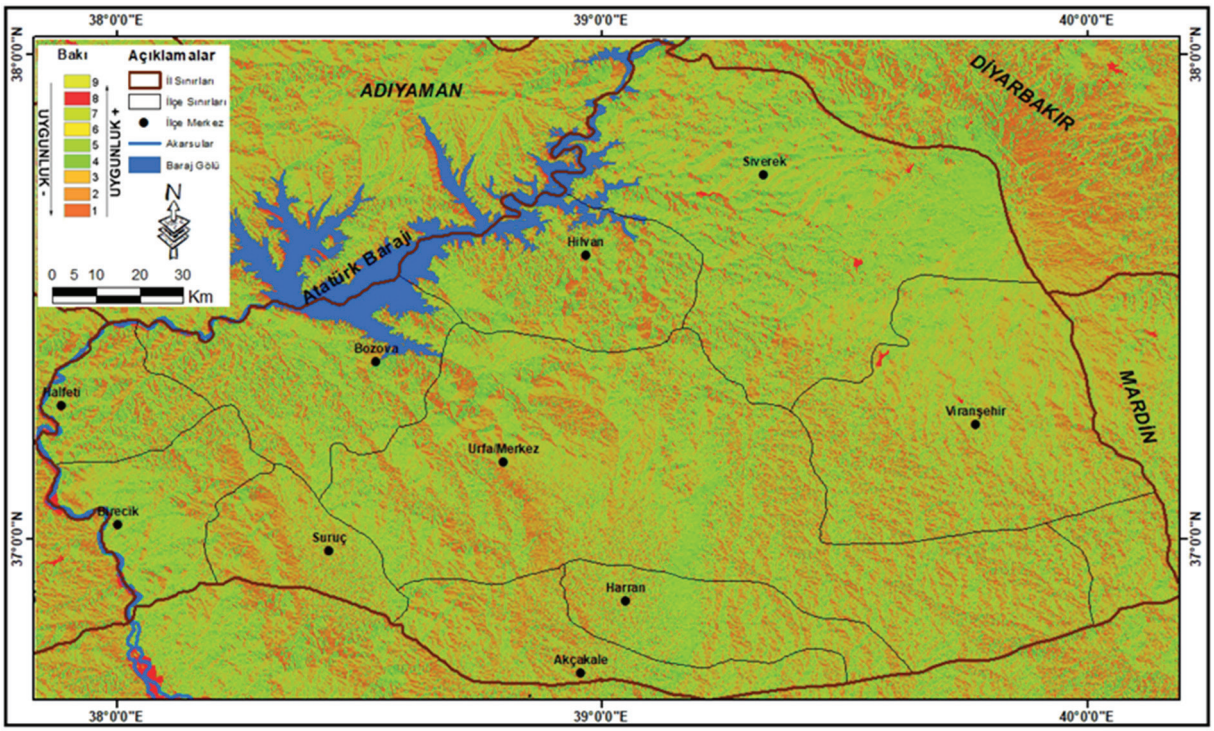
Tablo 10. Bakı katmanı İçin CI, RI ve CI/RI değerleri.
Table 10. *The values of CI, RI and CI/RI for the aspect layer are.*

CI	RI	CI/RI
0,069	1,45	**0,0476**

Hesaplanan AHS 'ye göre tutarlılık indeksi %4 oranında çıkmıştır. Bu oran bakı yönünden arazide santral kurmak için uygun olduğunu göstermektedir. Bakı Katmanının tutarlık oranını (Consistency Ratio-CR) hesaplamak için Bakı Katmanı İçin CI, RI ve CI/RI Değerleri Tablosunu incelediğimizde Consistency Index (CI) değeri 0,069, Rassal Indeks (Random Index-RI) değeri 1,45'tir. CI/RI 'ye bölümü sonucunda ortaya çıkan değer 0,0476'dır. CR değerinin %0,10'dan küçük çıkması sonucu karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğunu göstermektedir (Tablo 10).

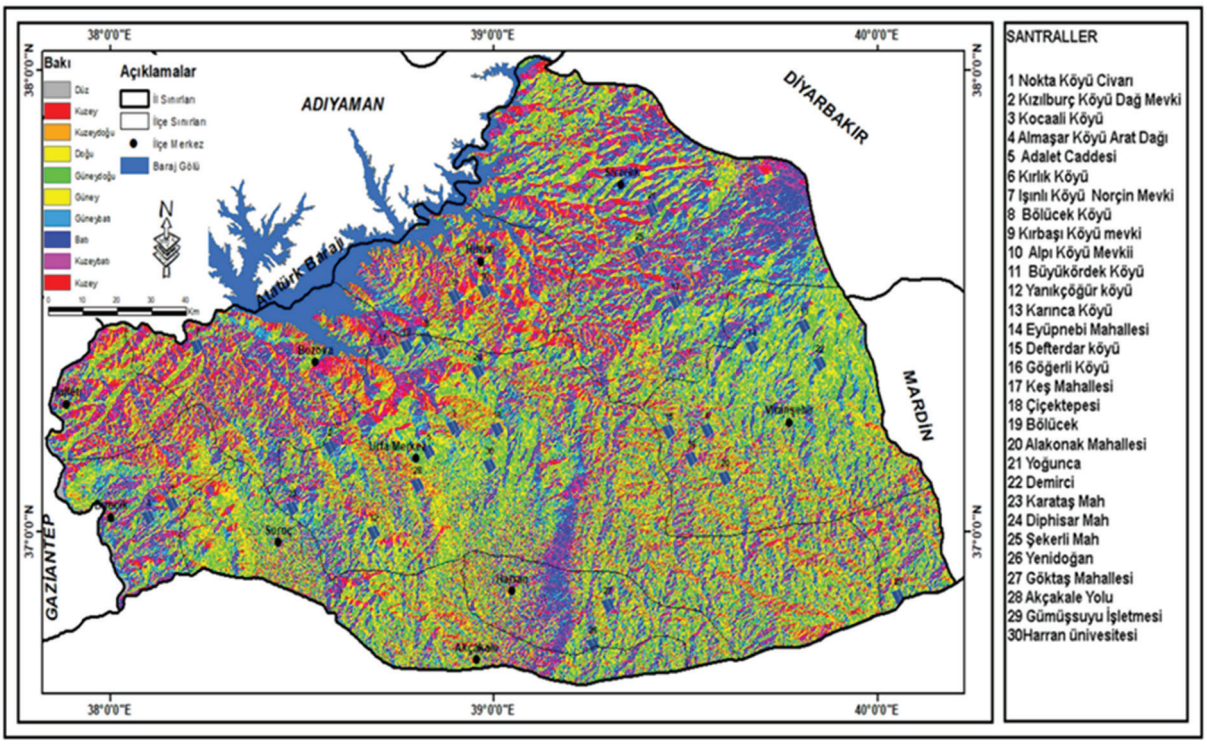


Şekil 7. Şanlıurfa ilinin bakı haritası.
Figure 7. *Aspect map of the province of Şanliurfa.*



Şekil 8. Şanlıurfa ilinin bakı uygunluk haritası.
Figure 8. *Aspect conformity map of the province of sanliurfa.*

Bakı katmanı için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler doğrultusunda Şanlıurfa'nın bakı uygunluk haritası incelendiğinde 9 değerini karşılayan sarı lejantta karşılık gelen yerler santrallerin kurulum yeri açısından en uygun yerlere karşılık gelmektedir. Bakı katmanı için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler doğrultusunda 9'dan1 doğru karşılık gelen yerler ise pek uygun olmayan yerlere karşılık gelmektedir (Şekil 7). AHS' ye göre uygun yer seçimi çıkarılırken tutum % 10'un altında bir değer çıkmıştır. Buna paralel olarak uygunluk haritası çıkarılırken bunlar göz önüne alışmıştır. Buna göre Şanlıurfa'da bakıya göre en uygun açı güney cepheleridir. Bu cephelerden sonra düz alanlar gelmektedir. Düz alanlardan sonra sırasıyla Güneybatı, Güneydoğu, Batı, Kuzeybatı, Kuzeydoğu ve Kuzey gelmektedir. Buna göre en uygunsuz yer seçimi kuzeye bakan alanlardır (Tablo 10).



Şekil 9. Santrallerin bakıya uygunluk haritası.
Figure 9. *Conformity map of power plants according to aspect.*

Şanlıurfa ilinin bakı durumuna göre arazilerinin alansal büyüklük tablosu incelendiğin de en uygun olmayan yerler olan kuzey, kuzeydoğu ile kuzeybatı yamaçlarının kapsadığı alan % 34 oranla 6.520 km² alanken, en uygun yerler olan güney yamaçları ile düz alanların kapladığı alan ortalama olarak % 19 oranla toplam 4.623 km² alandır (Tablo 7).

Şanlıurfa'da en verimli olacak güney ve düz alanlardır. Bu alanların oranı yaklaşık %18 dir. Güneye bakan alanların oranı %10'dur (Tablo 7).

Güneş ışınlarının geliş açısı bakıya göre değişmektedir. Güneyde olan ve güneye bakan yamaç kısımları kuzeye bakan yamaçlara oranla daha fazla güneş alır. Düz alanda ise bakı durumu olmadığından dolayı yaklaşık olarak her yere aynı seviyede güneş ışınlarını düşer. Bundan dolayı düz alanlar ile güneye bakan yamaçlarda kurulan yerler kuzeye bakan yamaca oranla daha fazla güneş ışınıları almaktadır. Bu nedenle santraller için en uygun alanlar araştırma alanımızın güneyinde yer alan yerler ile güney cepheleridir. Araştırma alanımızda bakı açısından en az uygun yerler Halfeti, Bozova, Hilvan, Siverek ve bu ilçelerin kuzey yamaçlarıdır. Yukarıda belirttiğimiz ilçelere göre biraz daha iyi olan yerler Urfa merkez, Viranşehir ve güney yamaçlarıdır.

En uygun yerler ise Birecik, Suruç, Harran, Akçakale ve bu ilçelerin güney yamaçları ile Siverek güneyi ile Viranşehir kuzeybatısındaki düz alanlardır.

Bakı açısından araştırma alanımızda en uygun santraller; Birecik ilçesinin doğusundaki 4 nolu santral, Urfa merkez ilçesinin güneyindeki 28 nolu santral, Harran ilçesinin doğusundaki 26, 27 nolu santraller ile Viranşehir ilçesinin en güneyindeki 29 nolu santrallerdir (Şekil 9).

3.3. Eğim Gruplarına Göre GES'ler

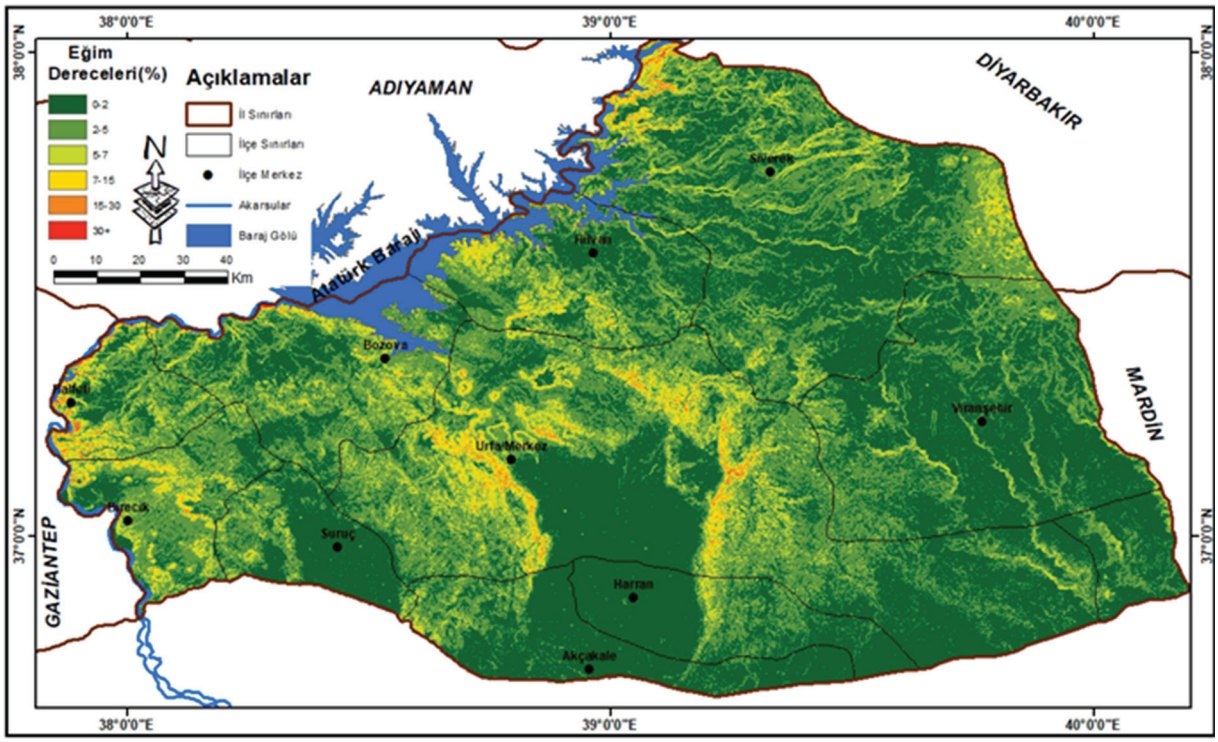
Güneş enerji santrallerinde yer seçimi yaparken uygulanan bir diğer ölçüt eğimdir. Eğim değerleri santrallerin kurulmasında çok önemlidir. En uygun yer seçiminde eğim değerlerinin yüzde 1 ile 3 arasında olması gerekmektedir. Yüzde 3'ün üzerinde eğim değerine sahip alanlarda güneş enerji santrallerinde verim düşmektedir. Eğer bu eğim değerleri için uygun yer seçiminde bulunmazsa %5 olarak ta alınabilir. % 0 eğim değerine sahip alanların da uygun yer olmadığını ABD çevre koruma ajansı belirtmiştir. Çünkü eğimin sıfır olduğu alanlar da su tahliyesinin zor olmasından dolayı bu alanlar uygun görülmemektedir (Obut, 2016).

DEM – SYM'den elde edilen eğim değerlerine göre en uygun yer seçimi belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 11. Eğim için yeniden sınıflandırma sonrası verilen değerler.
Table 11. *The values given after reclassification for the slope are.*

Eğim Aralık (%)	Değer
0-5	9 (En uygun)
5-10	5
10- 15	3
15+	1 (En az uygun)

Santraller için en uygun yerlerin sahip olması gereken eğim aralığı %0-5 değerleri arasında olan yerler olduğundan en az uygun yerlerin sahip oldukları eğim değeri %15+ ve üzeri değere sahip olan yerlerdir. Santrallerin kurulum yerinin uygunluk



Şekil 10. Şanlıurfa ilinin eğim haritası..
Figure 10. *Slope map of the province of Şanliurfa..*

değeri %5 üzerine çıktığı vakit uygunluk açısından dezavantaj oluşturmaktadır (Tablo11).

Eğim karar sürecinde hesaplanan tutarlılık oranı 0,0922 olarak hesaplanmış ve uygun olduğu görülmüştür. Şanlıurfa ili doğal yapısı itibariyle engebeli ya da eğimli bir topoğrafyaya sahip değildir. Geniş Harran Ovası'nın çevresini saran platoluk alanlar vardır. Sadece bu platoluk alanların yamaçlarında eğim görülmektedir. O yüzden Şanlıurfa ilinin eğim kriterine göre uygunluk oranı %5 olarak saptanmıştır (Tablo 14).

Tablo 12. Eğim katmanı için ikili karşılaştırma matrisi.
Table 12. *The binary comparison matrix for the slope layer is.*

İkili Karşılaştırma Matrisi	0-3	3-5	5-10	10+
0-3	1	3	8	9
3-5	1/3	1	5	7
5-10	1/8	1/5	1	1
10+	1/9	1/7	1	1

Tablo 14. Eğim katmanı için CI, RI ve CI/RI değerleri.
Table 14. *The for slope layer are values of CI, RI and CI/RI.*

CI	RI	CI/RI
0,083	0,9	**0,0922**

Eğim Katmanının tutarlık oranını (Consistency Ratio-CR) hesaplamak için Eğim Katmanı İçin CI, RI ve CI/RI Değerleri Tablosunu incelediğimizde Consistency Index (CI) değeri 0,083, Rassal Indeks (Random Index-RI) değeri 0,9'dur.CI/RI 'ye bölümü sonucunda ortaya çıkan değer 0,0922'dir. CR değerinin %0,10'dan küçük çıkması sonucu karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğunu göstermektedir (Tablo 14).

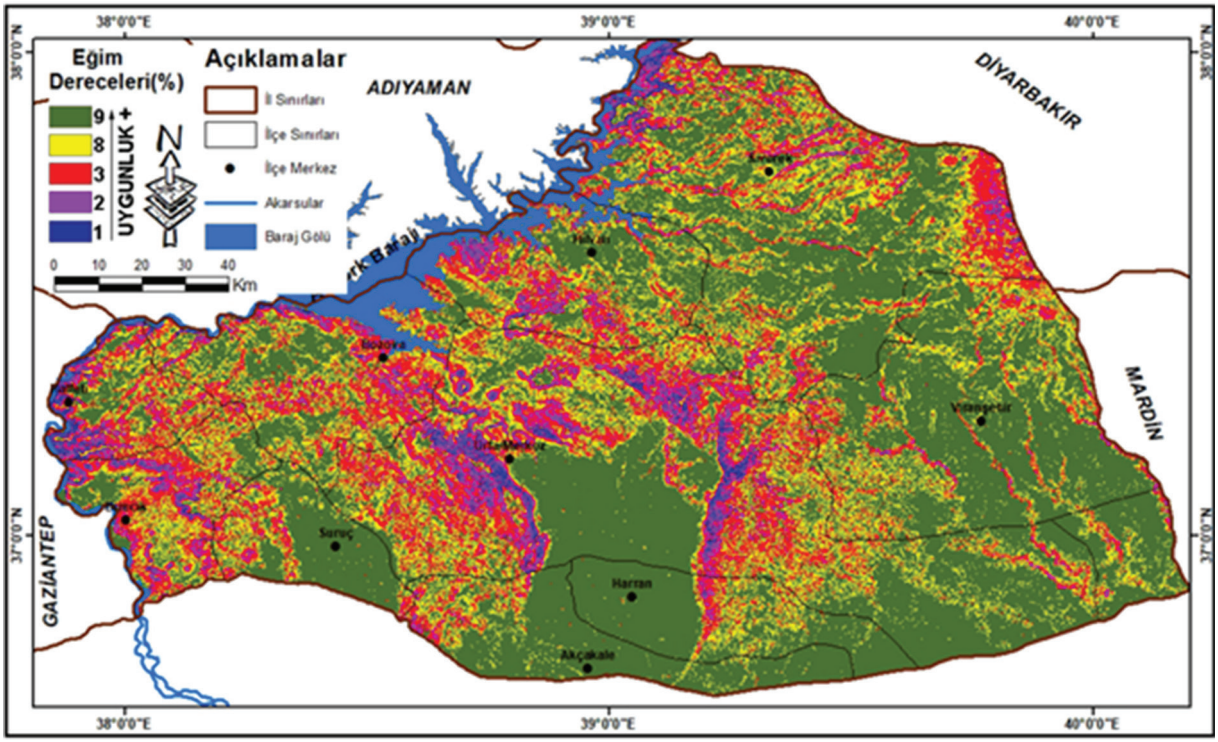
Tablo 15. Şanlıurfa ili'nin eğim gruplarına göre kapladığı alan.
Table 15. *The area covered by province of sanliurfa according to the slope groups.*

Eğim değeri (%)	%	Kapladığı Alan (km)
0-3	56,20	**10.932**
3-5	19,25	**3.745**
5-10	15,67	**3.048**
10+	8,86	**1.723**

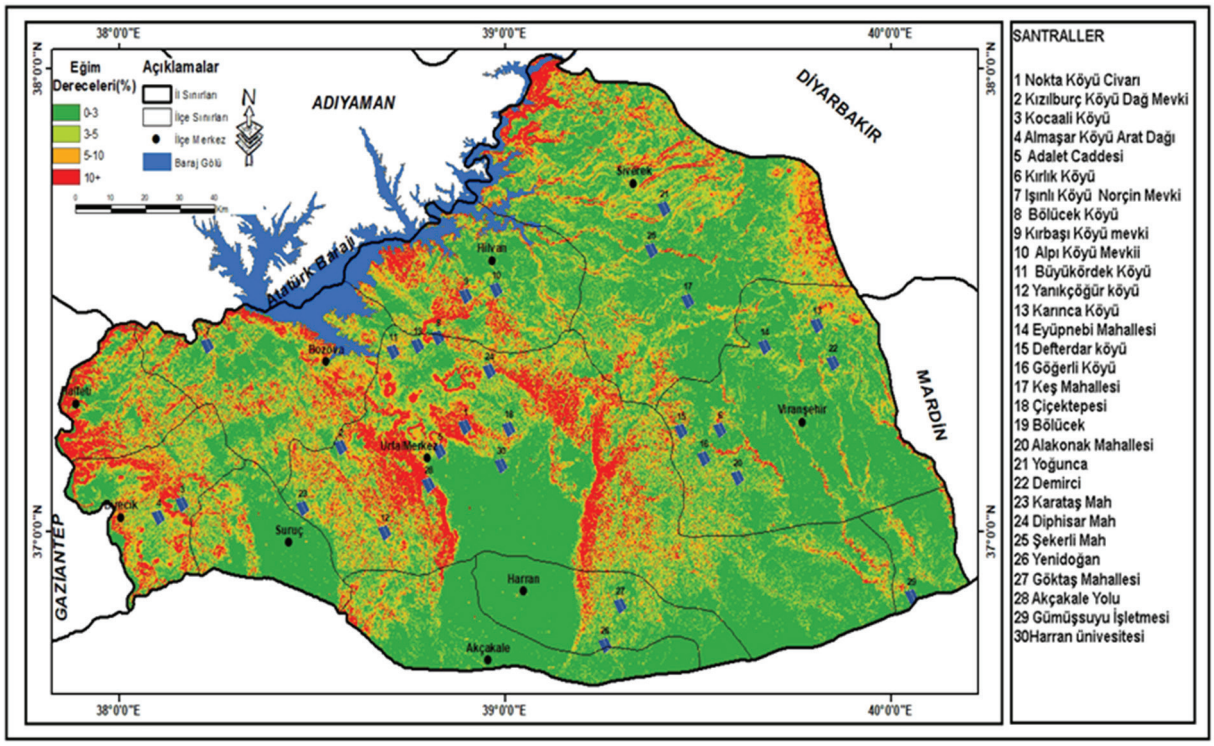
Eğim değeri % 0-3 arasında alanların kapladığı yer ortalama %56 oranla 10.932 km² alan,%3-5 eğim değeriyle %19 oranla 3.745 km² alandır. Santraller için en uygun yerlerin sahip olması gereken eğim değeri %0-5 arasında olan yerlerdir. Araştırma alanımızda bu eğim değerleri arasında kalan yerler %75 oranla 14.677 km² alandır. Kısacası santraller için uygun eğim değer uygunluğu açısından uygun bir yerdir (Tablo 11 ve 15).

Tablo 13. Eğim katmanı için normalizasyon, ölçüt ağırlığı ve ağırlıklı toplam değerler.
Table 13. *Normalization, criterion weight and weighted total values for the slope layer.*

Normalizasyon	1	2	3	4	Ölçüt Ağırlığı	Ağırlıklı Toplam
1	0,6372	0,6908	0,5634	0,4091	0,5751	0,91
2	0,2124	0,2303	0,3521	0,3182	0,2782	1,18
3	0,0796	0,0461	0,0704	0,2273	0,1058	1,40
4	0,0708	0,0329	0,0141	0,0455	0,0408	0,77



Şekil 11. Şanlıurfa ilinin eğim uygunluk haritası.
Figure 11. *Slope compliance pap province of Şanliurfa.*



Şekil 12. Şanlıurfa ili eğiminin mevcut santrallere uygunluk haritası.
Figure 12. *A Map of the suitability of the slope of sanliurfa for existing power plants.*

Şanlıurfa ili topoğrafya olarak oldukça düz bir alana sahiptir. Buna paralel olarak eğim değerleri de oldukça düşüktür. Çalışma alanının %70'den fazlası eğimin az olduğu alanları göstermektedir. Ayrıca santral kurulumu için en ideal eğimin %3'e kadar olduğu düşünülürse Şanlıurfa ilinin potansiyelinin yüksek olduğu görülebiliriz.

Araştırma alanımızın eğim haritası incelediğinde eğim değerleri yer yer sapmaya uğrasa da harran ovasını çevreleyen doğu, kuzey ve batısındaki arazilerde eğim değerleri artış göstermektedir. Aynı şekilde Birecik, Halfeti ve Bozova ilçelerinde de eğim değerleri genel olarak %5 üzerindedir. Genel olarak eğim değerinin % 0-3 arasındaki olan yerler; Urfa ilinin güney kısımlarını teşkil eden; Suruç, Akçakale, Harran ve Ceylanpınar ilçeleridir. Eğim değerinin buralarda olmasının nedeniyse buraların Suruç Ovası; Akçakale Ovası ile Harran Ovası gibi çok önemli ovalara sahip olmasıdır. Bu ilçelerden hariç Viranşehir ilçesinin önemli bir kısmı %0-2 ile %2-5 arasındadır. Halfeti ilçesinin doğusu %0-5 arası, batısı %7+, Bozova ilçesi %5-15 arası, Urfa merkez ilçesi'nin doğusu ile güneydoğusu %0-5 arasında diğer yönleri %5+ üzerinde, Hilvan ilçesinin merkezi %0-5 arasında diğer yönleri %5+ üzerinde, Viranşehir ilçesi genel olarak %0-5 arasındadır (Şekil 11 ve 12).

Araştırma alanımızda kurulan santralleri eğim açısından incelediğimizde en uygun yerler veya ilçeler Suruç, Harran, Akçakale ile Viranşehir ilçeleridir. Araştırma alanımızda eğim açısından uygun olmayan yani; eğim değeri %5+ üzerinde olan santraller şunlardır. Birecik ilçesinin doğusundaki 4 nolu santral, Urfa merkez ilçesinin güneyindeki 26 nolu santral ile doğusundaki 1,18 nolu santraller, Hilvan ilçesinin güneybatısındaki 8, 9 nolu santraller, Viranşehir ilçesinin batısındaki 6 nolu santral, Bozova ilçesinin doğusundaki 11 nolu santral, Siverek ilçesinin güneyindeki 21 nolu santral, Urfa merkez ilçesinin güneyindeki 28 nolu santrallerdir (Şekil 12).

Araştırma alanımızda eğim değerleri oldukça düşüktür. Bunun içinde güneş enerji santrali için potansiyel oldukça fazladır. En ideal eğim değerler %3'e kadardır. Fakat bu oran bulunmuyorsa %5'e kadar ideal olduğu öngörülmektedir. Bunun için araştırma alanımızda kurulan santrallere bakıldığında %5 eğimin altında 20 santral bulunmaktadır. Eğim değerlerinin fazla olduğu santraller sırasıyla 1, 4, 6, 8, 9, 11, 18, 21, 26, 28'dir. Diğer santrallerin ise eğim değerleri %5'in altındadır (Şekil 12).

4. Ana Ölçütler İçin Analitik Hiyerarşi Süreci

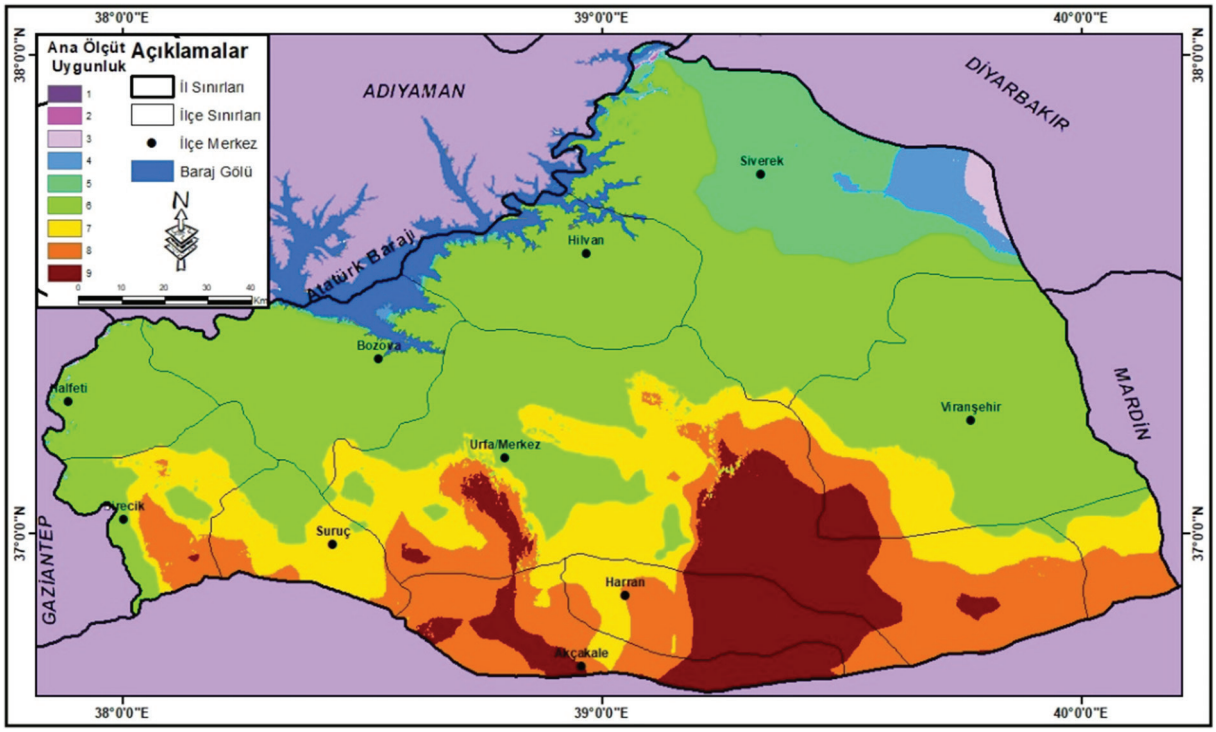
Şanlıurfa ilinde güneş santralleri için en uygun yer seçimi için en önemli alt kriterler uygulanmıştır ve buna paralel olarak da ana kriterlere geçilmiştir. Bu 3 önemli parametre yardımıyla Şanlıurfa ilinde kurulan GES'lerin kuruldukları yerler itibariyle uygunluğu ölçülmeye çalışılmıştır. Bunlara göre analiz yapılmış ve en uygun yer seçimi belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 16. Ana ölçütler matrixi.
Table 16. *Main criteria matrix.*

Ana Ölçüt	Yükselti	Bakı	Eğim
Yükselti	1,00	**1,00**	**2,00**
Bakı	1,00	**1,00**	**2,00**
Eğim	2,00	**0,50**	**1,00**

Tablo 17. Ana ölçütler için normalizasyon, ölçüt ağırlığı ve ağırlıklı toplam değerler
Table 17. *Normalization, criterion weight and weighted sums for main criteria*

Ana Ölçüt	Yükselti	Bakı	Eğim
Yükselti	0,2381	**0,1351**	**0,2923**
Bakı	0,2703	**0,2703**	**0,2923**
Eğim	0,1351	**0,1351**	**0,1461**



Şekil 13. Ana ölçütler (Weight Overlay) haritası.
Figure 13. *Weight overlay map for main meausures.*

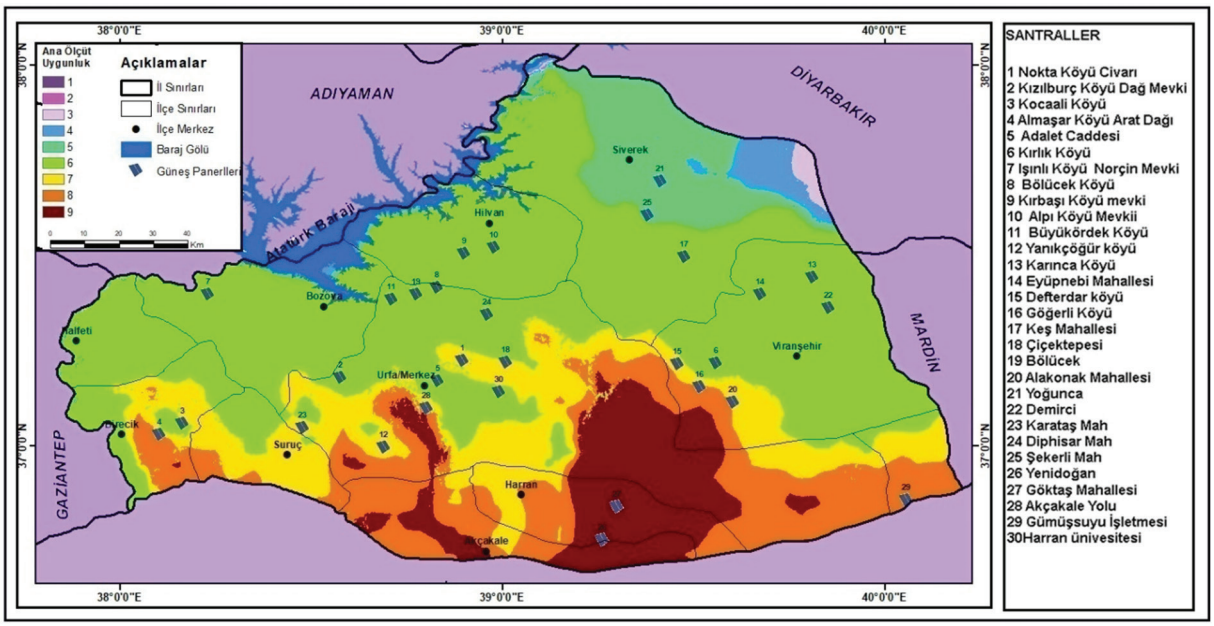
Buna göre AHS kararlılık oranı çok düşük olup bu oran neredeyse %1 tutarlılık göstermektedir.Buna göre ana ölçüt hesapları Şanlıurfa ili için uygun olması anlamına gelmektedir (Tablo 18).

Tablo 18. Ana ölçütler için CI, RI ve CI/RI değerleri.
Table 18. *CI,RI and CI/RI Values for main criteria.*

CI	RI	CI/RI
0,0133	1,49	**0,0089**

Ana Ölçütler İçin CI, RI ve CI/RI değerleri tablosunu incelediğimizde CI/RI 'ye bölümü sonucunda ortaya çıkan değer 0,0089'dur. CR değerinin %0,10'dan küçük çıkması sonucu karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğunu göstermektedir (Tablo 18).

Ana ölçütlerin uygunluğu belirlendikten sonra hepsi yeniden reclassif yapılmış ve 1ile 9 arasında yeniden sınıflandırılmıştır. 1 uygunsuz 9 en uygun olarak belirlenmiştir. Bütün ana kriterler bu şekilde yapıldıktan sonra çakışım (weighted overlay) haritaları çıkarılmıştır. Bu haritalarda tarım arazileri eklenmemiştir. Tarım arazileri eklendiğinde hiçbir yer uygun olarak çıkmamaktadır. Bu yüzden tarım alanları hariç çakışım haritaları oraya konulmuştur. Buna göre Şanlıurfa ilinin güney kısmı çoklu kriterlere göre en uygun yer olmuştur.



Şekil 14. Ana ölçütlerin mevcut santrallere uygunluk haritası
Figure 14. *Conformity map of main criteria to existing power plants*

Tablo 19. Ana ölçütlerin uygunluğu ve kapladığı alanlar.
Table 19. *Eligibility and coverage of main criteria.*

Uygunluk	%	Kapladığı Alan(km)
1	0,00	**0,63**
2	0,04	**7,88**
3	2,54	**494,20**
4	9,19	**1787,02**
5	13,39	**2603,96**
6	24,72	**4809,23**
7	24,83	**4829,40**
8	24,52	**4769,36**
9	0,77	**149,32**

Ana ölçütlerin mevcut santrallere uygunluk haritası incelediğimizde Özellikle Harran Ova'sı en uygun yer statüsündedir. Ceylanpınar'dan başlayarak Şanlıurfa ilinin merkezi güneyinde bırakacak şekilde Suruç ilçesine kadar uygunluk devam etmektedir. Arazi kullanım kriteri hariç diğer kriterler temel alındığında 1 ile 5 arası uygunluğun kapladığı alanlar az, 6,7 ve 8 uygunluğun kapladığı alanlar oldukça fazladır. Bu üç ölçüt yaklaşık % 75 alanı kaplamaktadır. Bu ölçütlerin haritasına bakıldığında ise 26 ve 27'inci santrallerin en uygun olduğu görülmektedir (Tablo 19, Şekil 14).

5. Sonuç

Araştırmamızda; sınırsız ve nerdeyse her yerde erişilebilir olduğu için bağımsız olan güneş enerjisinin, aynı zamanda yenilenebilir ve ikilime zarar vermeyen özelliğinden dolayı giderek en çok tercih edilen bir enerji üretim şekli olan GES'lerin durumuna değinilmiştir. GES'lerin ülkemizin enerji ihtiyacını karşılamada Şanlıurfa ilinin potansiyelini ortaya koymada katkıda bulunulmuştur. Araştırmamız Şanlıurfa ilinin güneş enerji açısından en yüksek potansiyele sahip olmasına rağmen bu durumun yeterli bir ölçüt olmayıp, birçok fiziki, beşeri ve ekonomik faktör tarafından etkilendiği görülmüştür.

Çalışmada GES'lerin verimliliğini etkileyen önemli bir faktör olan topografik özelliklerin (Yükselti, eğim, bakı) GES'ler üzerine etkisine değinilerek, Şanlıurfa ilinde kurulu olan GES'lerin üç farklı analiz metodu ile CBS tabanlı uygunluk analizi yapılmıştır. Güneş ışığından faydalanma oranının yüksek olduğu illerden olan Şanlıurfa ilinde GES yatırımı için önemli olan kriterlere göre analiz yapılmış ve uygun alanlar belirlenmiştir.

Uygulanan AHS metodunda tutarlılık oranının da 0.10 değerinden küçük olması yapılan analizin tutarlı olduğunu göstermektedir. Bu yöntem uygulanarak Şanlıurfa ilinde kurulu olan 30 GES'in yer seçiminde en uygun alanlar ile en az uygun alanlar ortaya çıkarılmıştır. Yükselti basamaklarına göre yapılan analizler sonucunda Şanlıurfa ilinde kurulu olan GES'lerin % 40'nın en az uygun olan alanlara kurulduğu, bakıya göre yapılan analizler sonucunda kurulu olan GES'lerin yanlızca % 20'sinin en uygun olan alanlara kurulduğu, eğime göre yapılan analizler sonucunda kurulu olan GES'lerin yanlızca % 11'nin en uygun olan alanlara kurulduğu saptanmıştır.

Şanlıurfa ilinde kurulu GES konumları ile bu çalışmada belirlenen GES için uygun alanların büyük oranda uyumsuz olması, GES'lerin kurulurken bazı coğrafi kriterleri dikkate almadığını göstermektedir. Çalışmada elde edilen uygunluk GES uygunluk haritaları, GES yatırımcıları için temel altlık olarak kullanılabilir.

GES yeri saptanırken analizlerde kullanılan kriterlerin çeşitlenmesi ile yatırım alanlarının çok daha hassas bir şekilde belirlenecektir. Bu nedenle, Şanlıurfa ilinde kurulacak olan GES'lerin daha rantabıl çalışması için yer seçiminde bu çalışmanın sonuçlarından yararlanılması gerekmektedir.

Kaynakça

U.S. Environmental Protection Agency. (2006). *Solar Power Analysis and Design Specifications, SRA International.* http://www.epa.gov/brownfields

Ayday, C., Yaman, N., Sabah, L., & Höke O. (2016). Güneş enerji santrali yer seçiminde açık kaynak kodlu cbs kullanımı-Eskişehir il örneği. İçinde Maktav, D., & Berberoğlu, **S. (Eds)** *6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (UZAL-CBS)*(ss.491-500). http://uzalcbs.org/wp-content/uploads/2016/11/2016_977.pdf

Çankaya, S. (2013). Güneş enerjisi ile elektrik üretimi. 2. Antalya Güneş Enerji Sempozyumu. 25-28. Antalya.

Güçlüer, D. (2010). *Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların CBS-Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemi ile Belirlenmesi.*(Yayın no: 296834) [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi] Yök Tez Merkezi, https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=JEEa0lCITDv-vyR4kFoenA&no=262zTyIlS6pAF-XYYu4dLQ

Gürbüz, M., & Obut, Z. (2015). Göksun ilçesinde güneş enerjisi santrali kurulacak alanların cbs yöntemi ile belirlenmesi. *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı,* 705-714.

Hang, Q., Jun, Z., Xiao, Y., & Junkui, C. (2008). Prospect Of Concentrating Solar Power in China-The Sustainable Future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12,* 2505–2514.

Kaya, K., & Koç, E. (2015). Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi. *Mühendis ve Makine Dergisi, 56* (660), 61-68.

Külekçi, Ö. C. (2009). Yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal enerjinin yeri ve Türkiye açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 1*(2), 83-91.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2021). *Türkiye global güneş radyasyonu uzun yıllar ortalaması (2004-2018) helıosat model ürünleri.* T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. https://www.mgm.gov.tr/kurumici/radyasyon_iller.aspx?il=sanliurfa)

Obut, Z. (2016). *Göksun ilçesinde güneş enerjisi santrali kurulacak alanların cbs yöntemi ile belirlenmesi.*(Yayın no: 431444) [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi] Yök Tez Merkezi, https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Saaty, T. L. (1994). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces 24,* 19-43.

Saner, H. (2015). *Türkiye'de güneş enerjisi santrallerinin yer seçimi ve çevresel etkileri: karapınar ve karaman enerji ihtisas endüstri bölgeleri örneklerinin değerlendirilmesi.* (Yayın no: 393387) [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi]. Yök Tez Merkezi, https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Ültanır, M.Ö. (1996). 21. Yüzyılın Eşiğinde Güneş Enerjisi. *Bilim ve Teknik Dergisi, 340* (3), 50-55.

Varınca, K. B., & Gönüllü, M. T. (2006). Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma. *1. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi,* 270-275, 21-23 Haziran, Eskişehir.

Yalçın, C., & Yüce, M. (2020). Burdur'da güneş enerjisi santrali (ges) yatırımına uygun alanların cbs yöntemiyle tespiti. *Geomatik, 5*(1), 40-50. https://doi.org/10.29128/geomatik.561962

Yatırım Destek Ofisi (2021). Coğrafi Durum. https://www.investsanliurfa.com/sanliurfa/cografi-durum--409

Özcanlı, M., & Güzel, A. (2015). Şanlıurfa şehrinin alansal gelişiminin çevresindeki tarım arazilerine etkisi. *Turkish Studies 10.* 723-744 http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.7890

Taktak, F., & Ilı, M. (2018). Güneş Enerji Santrali (GES) Geliştirme: Uşak Örneği . *Geomatik , 3* (1) , 1-21 . DOI: 10.29128/geomatik.329561

Kum, G., Sönmez, M. E., & Karabaş, M. (2019). Gaziantep İlinde güneş enerjisi potansiyelinin analitik hiyerarşi süreci yöntemi (ahs) ile belirlenmesi. *Coğrafya Dergisi, 0* (39), 61-72. https://doi.org/10.26650/JGEOG2019-0031

Emeksiz, C., & Fındık, M.M. (2021). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ölçeğinde Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (26)*, 155-164. https://doi.org/10.31590/ejosat.948729