

Burdur İlindeki Mevcut Güneş Enerjisi Santrallerinin (GES) Mekansal Uygunluğunun Değerlendirilmesi

Cihan YALÇIN^{1*}, Mustafa YÜCE²¹Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Burdur İl Müdürlüğü, Burdur
²Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı, Burdur Yatırım Destek Ofisi, Burdur

Geliş Tarihi (Received): 10.05.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 18.09.2019

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author*): cihan.yalcin@sanayi.gov.tr

☎ +90 535 7730573 📠 +90 248 2332585

ÖZ

Son yıllarda ülkemizin artan enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla Güneş Enerji Santrali (GES) kurulumu çalışmaları hız kazanmıştır. Yüksek maliyetler ile kurulan GES'lerin yer seçiminin doğru yapılması da ülke ekonomisi için önem arz etmektedir. Bu sebeple yatırım öncesi çalışmalarda yer seçimi çalışmasının dikkatli yapılması gerekmektedir. Yer seçimi çalışmalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı olması ve önemli kriterlere göre analiz edilebilir olması ise karar vermede avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmada güneş enerjisinden faydalanma oranı yüksek olan Burdur ilindeki mevcut GES'lerin 4 kritere göre mekânsal uygunluk analizi CBS ortamında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) metodu ile gerçekleştirilmiştir. Genel olarak GES'lerin yatırım için uygun alanlara yapıldığı sadece Büyükyaka civarındaki 1 adet tesisin uygun olmayan alana yapıldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerji Santrali (GES), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Mekansal uygunluk, Burdur

Evaluation of the Spatial Suitability of Solar Power Plants (SPP) in Burdur Province, Turkey

ABSTRACT

Solar Power Plant (SPP) construction work has gained speed in order to meet the increasing energy needs of our country in recent years. It is important for the country's economy to make the right choice of SPP site location due to its high cost. Therefore, pre-investment studies should be done carefully. The fact that site selection studies are based on Geographic Information Systems (GIS) and can be analyzed according to important criteria gives an advantage in decision making. In this study, the spatial conformity analysis based on 4 criteria of the existing SPP in Burdur province, which has a high rate of utilization of solar energy, was carried out by Analytical Hierarchy Process (AHP) method in GIS environment. In general, it is determined that SPPs are invested in suitable areas for investment but only 1 facility in Büyükyaka was built in unsuitable area.

Keywords: Solar Power Plant (SPP), Geographic Information Systems (GIS), Spatial suitability, Burdur

GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan ve ülkemizin yararlanma potansiyeli yüksek olan güneş enerjisi sistemleri konusunda son yıllarda birçok çalışma yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmalar genel olarak Yenilenebilir

Enerji Genel Müdürlüğü'nün Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) (URL-1, 2019) baz alınarak bölgelerin potansiyel yararlanma alanlarının belirlenmesi çalışmalarıdır. Bununla birlikte Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), önümüzdeki yıllarda enerjideki talebin büyük bir oranda gelişmiş ülkelerden olacağını

(Buntaine ve Pizer, 2015) belirtmesi, artan nüfus ve endüstrileşme sebebiyle de gelişmekte olan ülkemizin de enerji talebinin her geçen gün artması (Özcan ve Eren, 2014), Türkiye'nin Güneş Enerjisi potansiyelinin 380 milyar kWh/yıl olması (Topçu ve Yünsel, 2016), ve coğrafi konumunun güneşden faydalanma için oldukça elverişli olması (Uyan, 2016) araştırmacıları güneş enerjisi santralleri (GES) kurulumu çalışmalarına yöneltmiştir. Kurulum çalışmalarında fizibilite araştırması esnasında birçok kriterin etkili olması ve kurulum maliyetinin yüksek olması (Effat, 2013) sebebiyle mekânsal analizlerde zorluklar yaşanmaktadır. Çünkü GES yer seçiminde birçok kriterin ele alınması ve beraber değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmaların başarılı sonuçlar verebilmesi de Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) kullanılması ile mümkündür (Khan ve Rathi, 2014). Geçmiş yıllarda birçok kritere göre CBS tabanlı yer seçimi çalışmaları gerçekleştirilmiş (Uyan, 2013; Erol, 2014; Wu ve Geng, 2014; Gürbüz ve Obut, 2015; Khan ve Samadder, 2015; Guo ve Zhao, 2015; Xu ve ark., 2015) ve başarı sağlanmıştır.

Güneş enerjisinden faydalanma potansiyeli bakımından Akdeniz Bölgesi'nde Antalya'dan sonra en iyi il konumunda olan Burdur ilinin yıllık ortalama toplam global radyasyon değeri yaklaşık 1635 kWh/m²'dir (Çifci ve Altundağ, 2017). Bu değer hem Akdeniz Bölgesi (1390 kWh/m²) hem de Türkiye geneli (1527 kWh/m²) ortalamasından oldukça yüksektir (Çifci ve Altundağ, 2017). Bu durum Burdur'un GES kurulumu yatırımı yapmak için uygun olduğunu göstermektedir. Burdur ilinde güneş enerjisi konusunda yapılan çalışmalarda Kırbaş ve ark. (2013) ilin güneş enerjisi potansiyelinin ve güneşlenme oranını, Kılıç ve Kumaş (2016) ise yapay sinir ağıları metodu ile ilin gelecekteki aylık ortalama güneşlenme şiddeti değerlerini ortaya koymuştur. Çifci ve ark. (2014) Burdur'da bir ailenin elektrik tüketimini güneş enerjisi ve fotovoltaik pil uygulamasıyla karşılaştırmış, Çifci ve Altundağ (2017) ise Altınyayla, Çavdır ve Tefenni ilçelerinin güneş enerji santrali kurulması için uygun bölgeler olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada Burdur ilinde faaliyet gösteren GES santrallerinin birçok kritere göre konumsal durumu ve uygunluk durumları ortaya konulacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

İnceleme alanı Burdur ilçelerindeki toplam 12 lokasyondaki GES alanlarıdır. Öncelikle bu alanlarda GES yatırımı alanlarının uygun veya uygun olmayan alanların belirlenmesi için 4 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler eğim, bakı, enerji nakil hattına uzaklık ve yol olarak belirlenmiştir. Bakı ve eğim haritaları çalışmaları için 30 m mekânsal, 16 bit radyometrik çözünürlüklü, SRTM sayısal yükseklik modeli USGS (URL-2, 2019)'den ücretsiz olarak indirilmiş ve konumsal veriler ise (enerji nakil hattına ve yola

uzaklık) Open Street Map'den (URL-3, 2019) ve Türkiye Ulusal Coğrafi Veri Portalından (URL-4, 2019) elde edilmiştir. Elde edilen veriler de CBS ortamında değerlendirilmiştir. Çalışmada açık kaynak kodlu QGIS programı kullanılmıştır. Kriterlere ait sayısal veriler ise Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) metodu (Saaty, 1980; Wind ve Saaty, 1980) kullanılarak değerlendirilmiş ve tematik haritalar hazırlanmıştır.

İl geneline bakıldığında Burdur Merkez ilçe sınırlarında 7, Bucak ilçesi sınırlarında 3 ve Gölhisar ve Çeltikçi ilçesi sınırları içerisinde 1'er olmak üzere toplam 12 farklı lokasyondaki GES santrallerine ait konumsal veriler Open Street Map'den (URL-3, 2019) alınmıştır. Detaylı yorum yapılabilmesi için yüksek ölçekli haritalar hazırlanıp üzerine mevcut GES'lerin konumları atılarak yorumlanmıştır.

BULGULAR

Bir bölgenin güneş enerjisinden faydalanması için en önemli kriterler bakı ve eğim olarak öne çıkmaktadır. Bu sebeple Burdur iline ait kuzey ve güney yönlü alanlar (1350-2250) belirlenmiş ve ilin bakı durumu ortaya konulmuştur (Şekil 1). Burdur ilinin bakısının genel olarak güneye doğru olması GES kurulumu için bir avantaj sağlamaktadır.

GES kurulumu için arazi eğiminin ≤ 100 olması gerektiği bilinmektedir. Bu sebeple il sınırlarındaki arazilerin eğimleri 100'den büyük ve 100'den küçük olacak şekilde sınıflandırılmış, küçük eğimler ise daha detaylandırılmıştır. Bu sınıflandırma sonucunda ise Burdur iline ait eğim haritası oluşturulmuştur (Şekil 2). Oluşturulan haritada Burdur ilinin orta ve batı alanlarında düşük eğimli arazilerin bulunduğu görülmektedir.

GES kurulumunda önemli bir kriter olan enerji nakil hatlarına uzaklık çalışması kapsamında alansal bir dağılım gerçekleştirilmiştir. Farklı mesafelere göre sınıflandırılan bu alanlara ait enerji nakil hatlarına uzaklık haritası hazırlanmıştır (Şekil 3).

GES yatırımının yapılabilmesi için arazilerin yol durumları (karayolu, demiryolu gibi) da önemli bir kriterdir. Bu amaçla arazilerin yola olan uzaklık dağılımları ortaya çıkarılmış ve haritası oluşturulmuştur (Şekil 4).

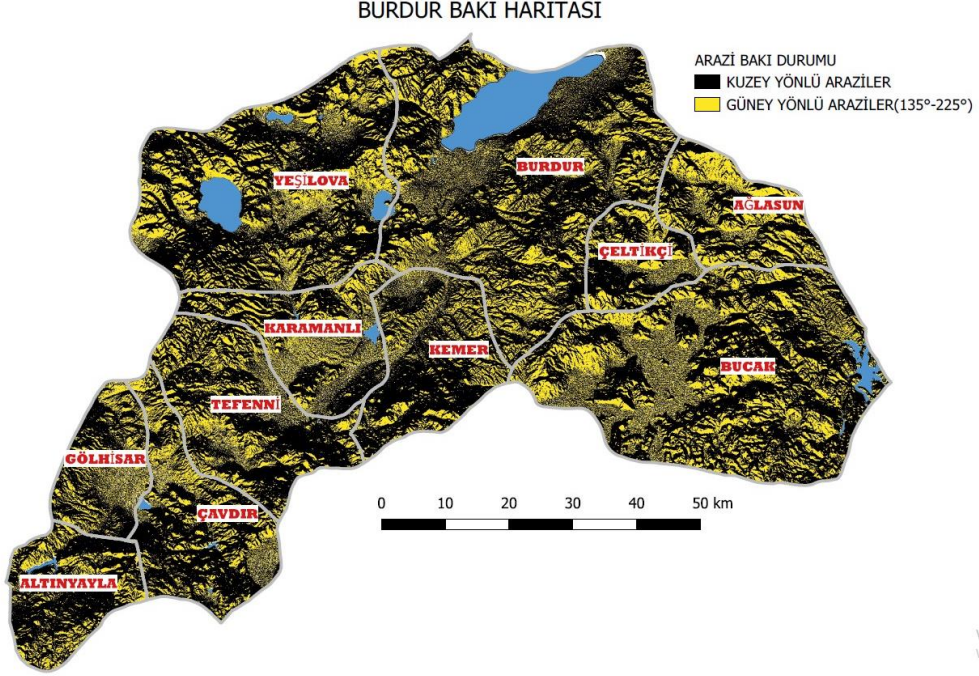
Kriterlerin Analizi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP metodu T. L. Saaty tarafından 1980 yılında geliştirilmiştir. Birçok mekânsal analiz ve planlama çalışmalarında kullanılan AHP metodu en önemli metodlardan biridir (Chen ve ark., 2009; Ayday ve ark., 2014; Yalçın ve Sabah, 2017). Bu metodda derecelendirme önem ölçeğine

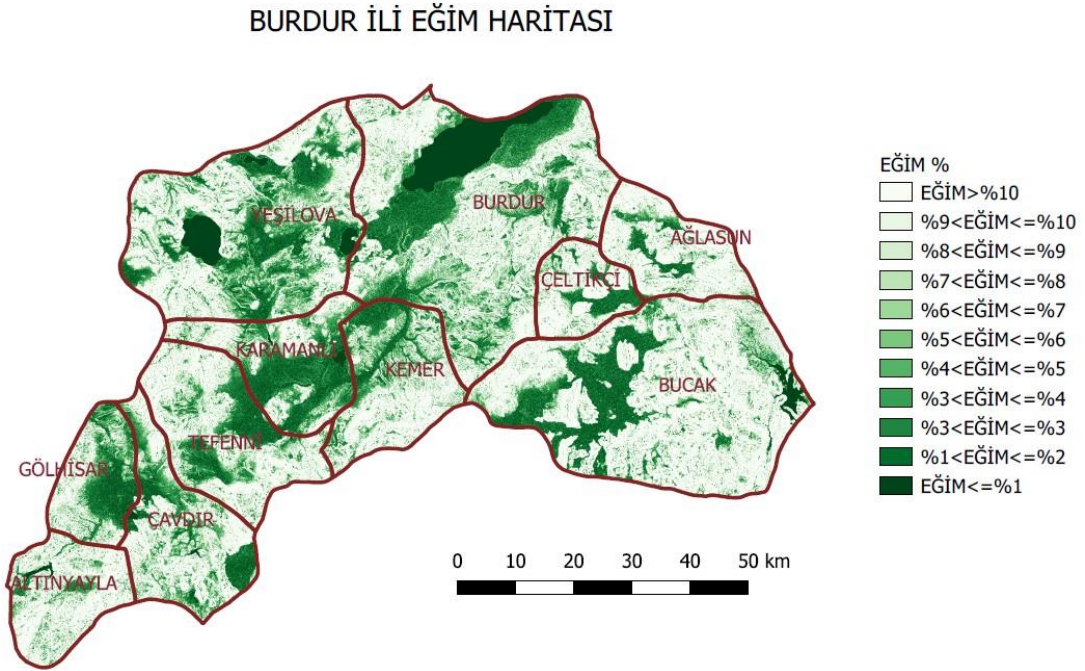
Burdur İlindeki Mevcut Güneş Enerjisi Santrallerinin (GES) Mekansal Uygunluğunun Değerlendirilmesi

göre kriterlere 1 ile 9 arasında ağırlık verilmektedir (Saaty, 1994). Verilen ağırlıklar ise karar vericilerin tercihlerine bağlıdır (Öztürk ve Batuk, 2007). AHP metodunda birden fazla kriterin olduğu konulardan sonuç

alabilmek için kriterlerin ağırlığının belirlenmesi önem arz etmektedir (Chen ve ark., 2009).

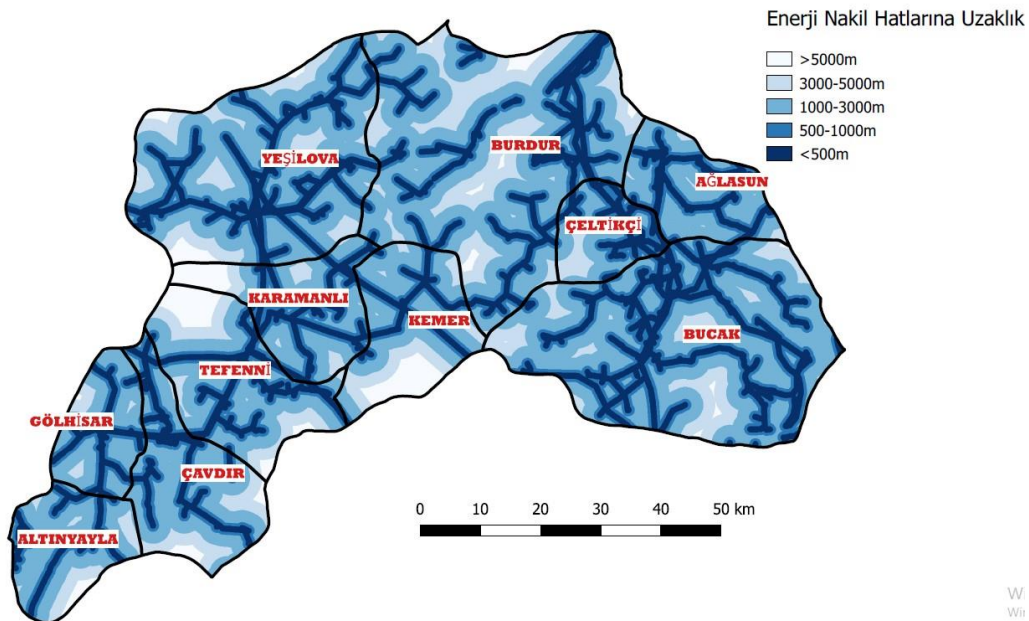


Şekil 1. Burdur iline ait bakı haritası.



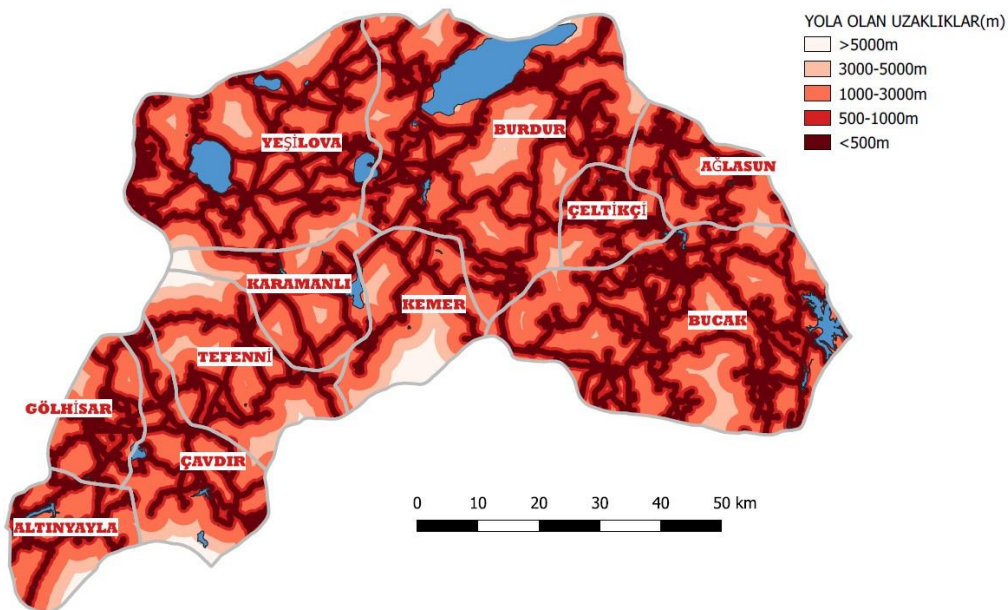
Şekil 2. Burdur ili eğim haritası.

ENERJİ NAKİL HATLARINA UZAKLIKLAR



Şekil 3. Burdur ilinde enerji nakil hatlarına uzaklıkların alansal dağılım haritası.

YOLA OLAN UZAKLIKLAR



Şekil 4. Burdur ilinde arazinin yola olan uzaklık kriterine göre dağılım haritası

Son yıllarda artan teknoloji ile AHP analizi için birçok yazılım gerçekleştirilmiştir (Ishizaka ve Labib, 2009; Osadnik ve Kaspar 2013; Siraj ve ark. 2015; Goepel, 2018). Bu çalışmada belirlenen eğim, baki, enerji nakil hattına uzaklık ve yol kriterleri internet ortamında (URL-

4, 2019) Goepel (2018) tarafından AHP analizi için hazırlanan web tabanlı ücretsiz yazılımda değerlendirilmiştir. Öncelikle AHP öncelikleri için ikili karşılaştırma yapılmıştır (Şekil 5).

	A- Önem-veya	B	Eşitlik	Ne kadar?								
1	<input checked="" type="radio"/> Eğitim	<input type="radio"/> Bakı	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
2	<input checked="" type="radio"/> Eğitim	<input type="radio"/> Enerji nakil hattına uzaklık	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
3	<input checked="" type="radio"/> Eğitim	<input type="radio"/> Yol	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
4	<input checked="" type="radio"/> Bakı	<input type="radio"/> Enerji nakil hattına uzaklık	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
5	<input checked="" type="radio"/> Bakı	<input type="radio"/> Yol	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input checked="" type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
6	<input checked="" type="radio"/> Enerji nakil hattına uzaklık	<input type="radio"/> Yol	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
<input type="button" value="HESAPLA"/>												

Şekil 5. İkili karşılaştırma yapılan modülün görünümü (URL-4, 2019); AHP Ölçeği: 1- Eşit Önem, 3- Orta önem, 5- Güçlü önem, 7- Çok kuvvetli önem, 9- Aşırı önem (2, 4, 6, 8 arada değer)

Kriterlerin önemine göre AHP cetvelinde 1-9 arası seçim yapılmış ve otomatik hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda tutarlılık oranının (Consistency Ratio) %8,01 olarak belirlenmesi uygulanan analizin (tutarlılık oranının 0,10 değerinden küçük olması) tutarlı olduğunu göstermektedir. Karşılaştırma sonucunda ise kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir (Tablo 1). Buna göre eğitim kriteri %44,40 değeri ile en yüksek önceliğe sahiptir. Eğimi %35,50 ile bakı, %14,40 ile enerji nakil hattına uzaklık

ve %5,70 ile yol kriteri izlemektedir. Bu değerler daha sonra QGIS programında mekânsal hesaplama sekmesinde değerlendirilmiş ve Burdur'un 4 kriterine göre GES yatırıma uygun ve uygun olmayan alanları belirlenmiştir. Bu alanlar üzerine de mevcut GES'ler konumları atılmıştır. Bu çalışmada sadece GES kuruluşlarının bulunduğu alanların büyük ölçekli haritaları kullanılmış ve değerlendirilmiştir.

Tablo 1. İkili karşılaştırma sonucunda ortaya çıkan kriterlerin öncelik değerleri ve sırası

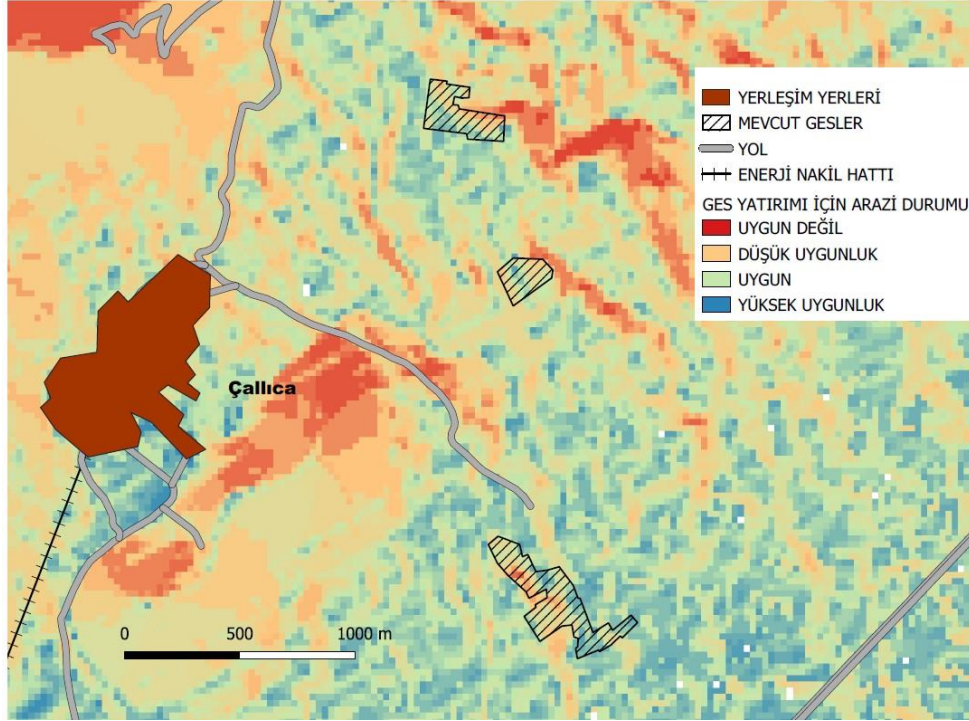
KATEGORİ	ÖNCELİK	RANK
Eğitim	44.40%	1
Bakı	35.50%	2
Enerji nakil hattına uzaklık	14.40%	3
Yol	5.70%	4

Mevcut GES'lerin Mekansal Uygunluk Değerlendirmesi

Burdur Merkez ilçesine bağlı Çallıca köyü doğusunda yer alan 3 farklı lokasyondaki GES'lerin konumu değerlendirildiğinde genel olarak GES kurulmasının uygun

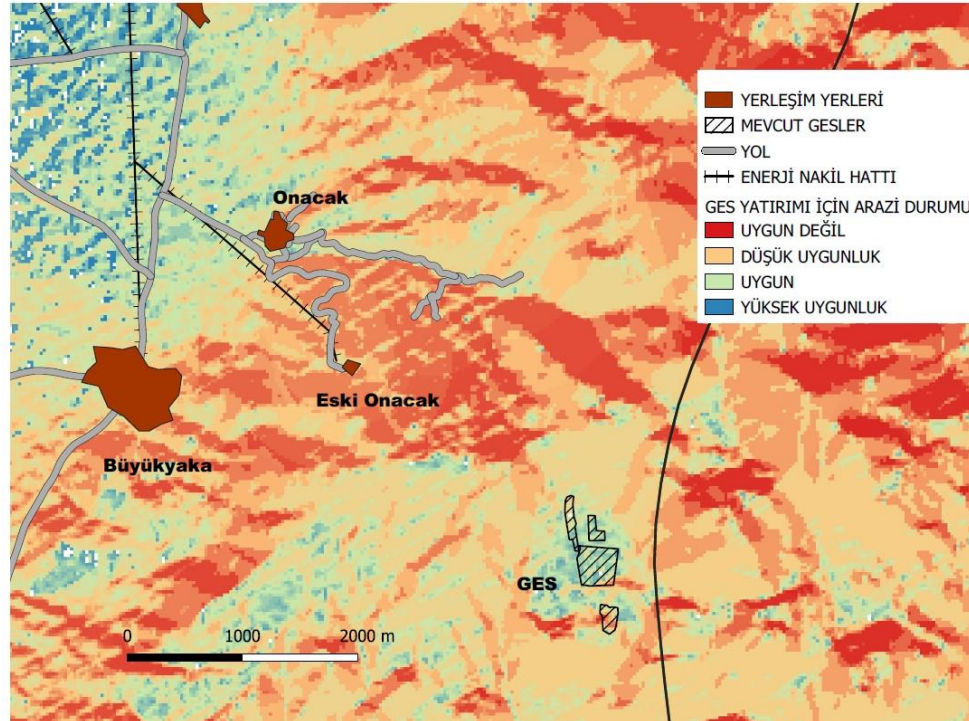
alanlara yapıldığı görülmektedir (Şekil 5). Büyükyaka doğusundaki 4 adet tesisten ise 3 adeti uygun alana düşmekte en güneydeki 1 adet tesis ise büyük oranda uygun olmayan alana düşmektedir (Şekil 6). Bu durum 1 tesisin yer seçiminin verimli olmadığını göstermektedir.

**BURDUR MERKEZ MEVCUT GÜNEŞ ENERJİSİ
SANTRALLERİ-1**



Şekil 6. Çallica bölgesindeki GES'lerin analiz sonucuna göre düştüğü alanları gösteren tematik harita

**BURDUR MERKEZ MEVCUT GÜNEŞ ENERJİSİ
SANTRALLERİ-2**



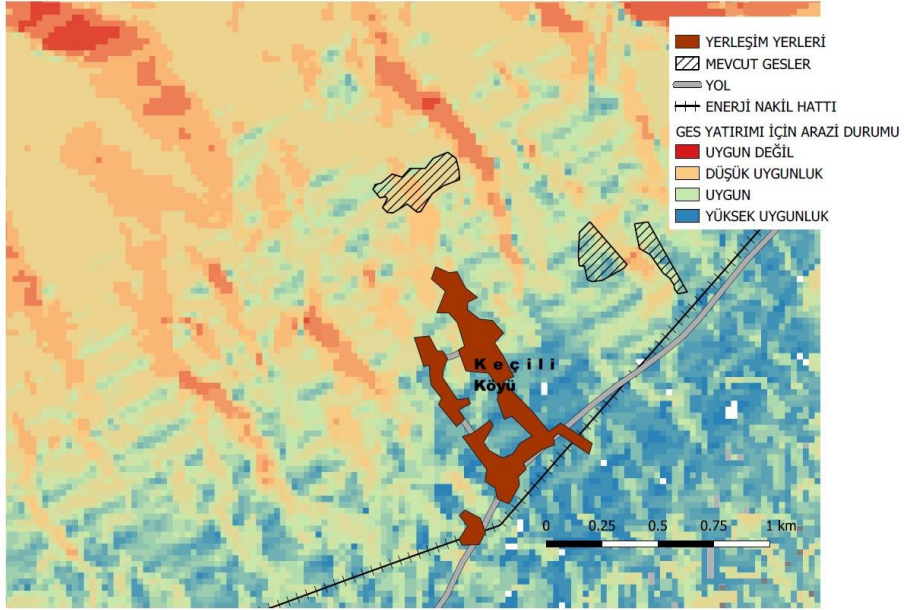
Şekil 7. Büyükyaka bölgesindeki GES'lerin analiz sonucuna göre düştüğü alanları gösteren tematik harita

Bucak Keçili köyü civarındaki 3 adet GES'in konumları değerlendirildiğinde 2 tanesinin yüksek uygun alanlara düştüğünü 1 tanesinin de düşük uygun alanlarına düştüğü görülmektedir (Şekil 8).

Göhlisar Sorkun köyü civarındaki GES'in konumu değerlendirildiğinde tesisin uygun ve yüksek uygun alana yapıldığı görülmektedir (Şekil 10).

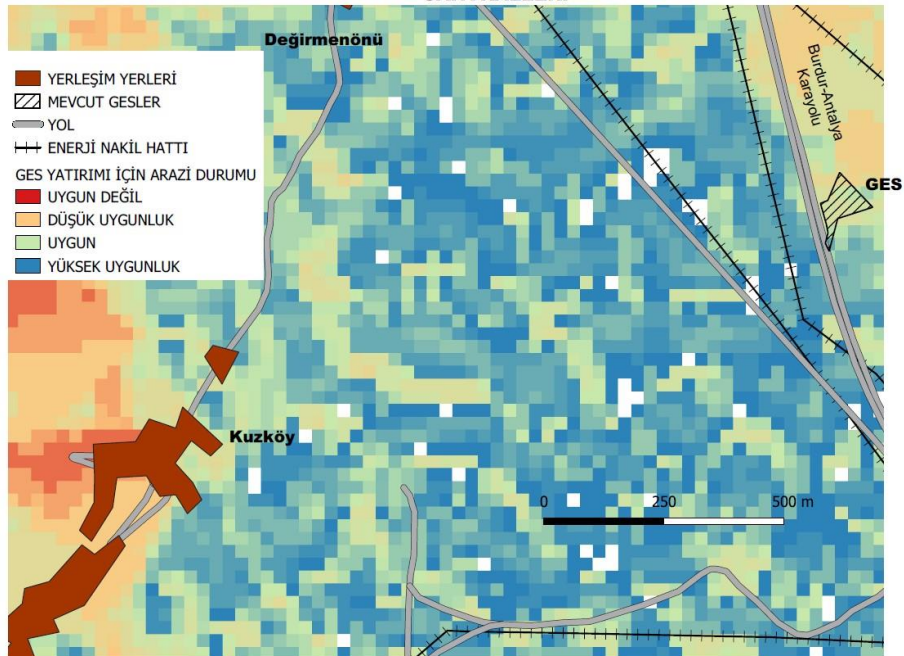
Çeltikçi ilçesi Kuzköy doğusunda Burdur-Antalya yolu yakınında yer alan GES'in mekânsal analizine göre genel olarak uygun bir alana yapıldığı görülmektedir (Şekil 9).

BUCAK İLÇESİ MEVCUT GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİ



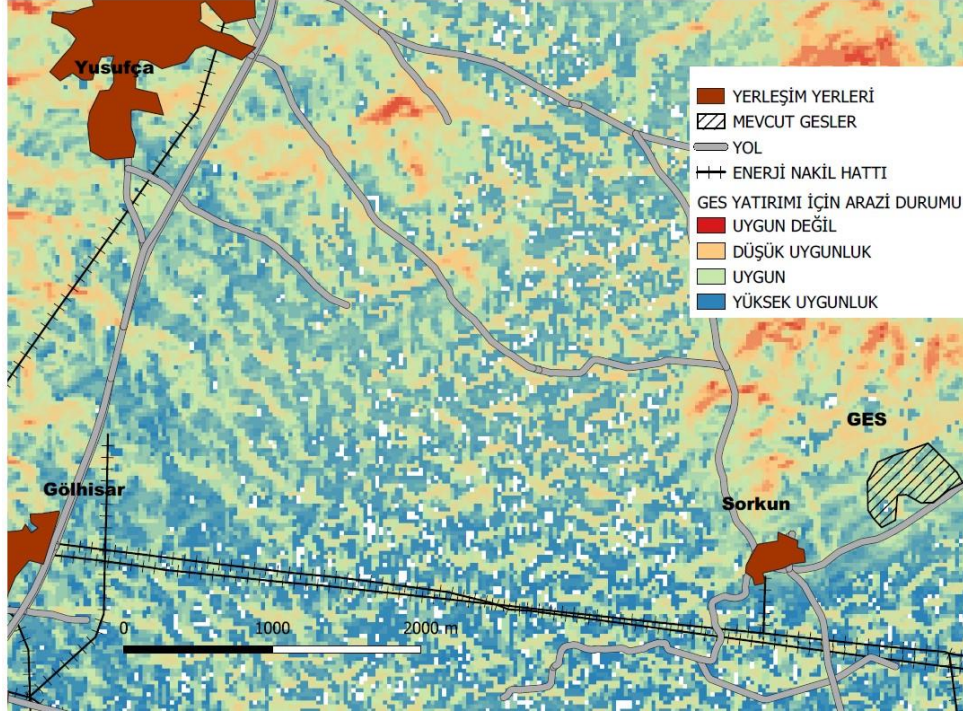
Şekil 8. Bucak Keçili köyü civarındaki GES'lerin analiz sonucuna göre düştüğü alanları gösteren tematik harita

ÇELTIKÇI İLÇESİ MEVCUT GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİ



Şekil 9. Çeltikçi ilçesindeki GES'in analiz sonucuna göre düştüğü alanları gösteren tematik harita

GÖLHISAR İLÇESİ MEVCUT GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİ



Şekil 10. Gölhisar Sorkun köyü civarındaki GES'in analiz sonucuna göre düştüğü alanları gösteren tematik harita

SONUÇLAR

Son yıllarda popüler olan ve önümüzdeki yıllarda da yaygınlaşacak GES'ler için yer seçimi çalışmalarında önemli kriterlerin CBS ortamında AHP metodu ile analizi mümkün olabilmektedir. Daha önceden Burdur ili için yapılan çalışmalarda güneşten faydalanma potansiyeli ile GES'lerin kurulmasına olan ihtiyaçlar vurgulanmıştır. Bu çalışmada ise mevcut GES'lerin konumlarının mekânsal uygunluk değerlendirmeleri ilk defa yapılmıştır. Genel olarak bakıldığında Burdur GES'lerinin uygun alanlara yapıldığı sadece Büyükyaka bölgesindeki 1 tesisin uygun olmayan bir alana yapıldığı belirlenmiştir. Yüksek maliyeti sebebiyle yatırımın zor olduğu GES kurulumları çalışmaları için bu bölgelerde daha sonra yapılacak tesislerde CBS çalışmalarıyla mekânsal uygunluk değerlendirmeleri yapılabilecektir. Kriterlerin artırılması ile daha detaylı tematik haritalar oluşturulabilir ve yer seçimi konusunda daha iyi kararlar verilebilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu makale Burdur Valisi Sayın Hasan ŞILDAK himayesinde ve Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı Burdur Yatırım Destek Ofisi tarafından hazırlanan "Burdur İli Güneş Enerji Santrali (GES) Yer Seçimi Alan Araştırması" kapsamında hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Ayday, C., Sarıdöl, S., Sabah, L., Yaman, N. (2014). Eskişehir ilçelerinin açık kaynak kodlu CBS ve önerici sistemleri kullanılarak deprem tehlikesi analizi. TMMOB Eskişehir İl Koordinasyon Kurulu TMMOB Eskişehir Kent Sempozyumu, Eskişehir.
- Buntaine, M.T., Pizer, W.A. (2015). Encouraging Clean Energy Investment in Developing Countries: What Role for Aid?. *Climate Policy*, Vol. 15(5), pp.543-564.
- Chen, Y., Yu, J., Shahbaz, K., Xevi, E. (2009). GIS-Based sensitivity analysis of multi-criteria weights. 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns-Australia.
- Çifci A., Kırbaz, I., İşyarlar, B. (2014). Güneş Pili Kullanılarak Burdur'da Bir Evin Ortalama Elektrik İhtiyacının Karşlanması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1): 14-17.
- Çifci, A., Altundağ, E. (2017). Burdur Bölgesi Güneş Enerjisi Potansiyelinin Elektrik Üretiminde Kullanılabilirliği. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 6 (2): 111-120.
- Effat, H. A. (2013). Selection of Potential Sites for Solar Energy Farms in Ismailia Governorate, Egypt using SRTM and Multicriteria Analysis, *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS 2013*, Volume 2, Issue 1, pp.205-220, Article ID Tech-125 ISSN 2320 – 0243.
- Erol, İ., Sencer, S., Ozmen, A., Searcy, C. (2014). Fuzzy MCDM framework for locating a nuclear power plant in Turkey. *Energy Policy*, 67: 186-19.
- Goepel, K.D. (2018). Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS). *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 10(3): 469-487.

- Guo, S., Zhao, H. (2015). Optimal site selection of electric vehicle charging station by using fuzzy TOPSIS based on sustainability perspective. *Applied Energy*, 158, 390-402.
- Gürbüz, M., Obut, Z. (2015). Gökşun İlçesinde Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların CBS Yöntemi İle Belirlenmesi. *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı*, s. 705-714, 21-23 Mayıs 2015, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ishizaka, A., Labib, A. (2009). Analytic Hierarchy Process and Expert Choice: Benefits and Limitations. *OR Insight*, 22(4): 201-220.
- Khan, G., Rathi, S., (2014). Optimal Site Selection for Solar PV Power Plant in an Indian State Using Geographical Information System (GIS). *International Journal of Emerging Engineering Research and Technology*, Volume 2, Issue 7, October 2014, PP 260-266 ISSN 2349-4395 (Print) & ISSN 2349-4409 (Online).
- Khan, D., Samadder SR. (2015). A simplified multi-criteria evaluation model for landfill site ranking and selection based on AHP and GIS. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 23 (4): 267-278.
- Kılıç, B., Kumaş, K., (2016). Burdur İli Güneşlenme Değerlerinin Yapay Sınır Ağları Metodu ile Tahmini. *SDÜ Teknik Bilimler Dergisi*, 6(1): 38-44.
- Kırbaş, İ., Çifci, A., İşyarlar, B. (2013). Burdur İli Güneşlenme Oranı ve Güneş Enerjisi Potansiyeli. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (2): 20-23.
- Ossadnik, W., Kaspar, R. (2013). Evaluation of AHP software from a management accounting perspective. *Journal of Modelling in Management*, 8(3): 305-319.
- Özcan, E.C., Eren, T., (2014). Bakım Planlamasında TOPSIS Yöntemi Uygulaması: Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali Örneği. *Kırıkkale Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 6(2).
- Öztürk, D., Batuk, F., (2007). Çok Sayıda Kriter ile Karar Vermede Kriter Ağırlıkları. *Yıldız Teknik Üniversitesi Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 25: 86-98.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, ISBN 0- 07-054371-2, McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1994). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces*, 24: 19-43.
- Siraj, S., Mikhailov, L., Keane, J. A., PriEsT (2015). An Interactive Decision Support Tool To Estimate Priorities From Pairwise Comparison Judgments. *International Transactions in Operational Research*, 22(2): 217-235.
- Topcu, C., Yünsel DT. "Yenilenebilir Enerji Raporu". <http://www.cka.org.tr/dosyalar/enerji.pdf> (09.05.2019).
- URL-1 (2019). <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü web sitesi, Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA), 07.05.2019.
- URL-2 (2019) <https://earthexplorer.usgs.gov>, USGS/ 07.05.2019.
- URL-3 <https://www.openstreetmap.org/#map=7/39.031/35.252>, 07.05.2019.
- URL-4 (2019). <https://www.geoportal.gov.tr/>, Türkiye Ulusal Coğrafi Veri Portalı, 07.05.2019.
- Uyan, M. (2013). GIS-Based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapınar region, Konya/Turkey. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 28: 11-17.
- Uyan, M., (2016). Güneş enerjisi santrali kurulabilecek alanların AHP yöntemi kullanılarak CBS destekli haritalanması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4): 343-351.
- Wind, Y., Saaty, T. L. (1980). Marketing Application of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 26(7): 641-658.
- Wu, Y., Geng, S. (2014). Multi-criteria decision making on selection of solar-wind hybrid power station location: A case of China. *Energy Conversion and Management*, 81: 527-533.
- Xu, JP., Song, XL., Wu, YM., Zeng, ZQ. (2015). GIS-modelling based coal-fired power plant site identification and selection. *Applied Energy*, 159: 520-539.
- Yalçın, C. Sabah, L. (2017). Açık Kaynak Kodlu CBS ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (AHP) Kullanılarak Edirne Sanayisinin Deprem Tehlikesi Analizi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2): 524-537.