

Burdur'da Güneş Enerjisi Santrali (GES) Yatırımına Uygun Alanların CBS Tabanlı AHP Yöntemiyle Tespiti

Cihan YALÇIN*¹, Mustafa YÜCE²

¹Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, Türkiye

²Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı, Burdur Yatırım Destek Ofisi, Burdur, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Güneş enerjisi santrali (GES)
Yatırım Alanı
CBS
Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

ÖZ

Güneş enerjisinden faydalanma potansiyeli açısından ülkemizin avantajlı olduğu bilinmektedir. Ülkenin gelişmesi ile beraber artan nüfus ve sanayi sektörünün enerji tüketimi de artmaktadır. Bu sebeple enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından olan Güneş Enerjisi Santralleri (GES) ile elde edilmesi zorunlu hale gelmektedir. Güneş enerjisinden faydalanma potansiyeli bakımından Akdeniz bölgesinde Antalya'dan sonra ikinci sırada yer alan Burdur ilinde GES yatırım alanlarının belirlenmesi çalışmaları önem arz etmektedir. Bu çalışmada uzaktan algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) metodu kullanılarak Burdur ilinin potansiyel GES yatırım alanları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Burdur Merkez ilçesinden Gölhisar ilçesine kadar uzanan KD-GB hat boyunca, Ağlasun, Çeltikçi ve Bucak ilçelerinde KD-GB hat boyunca ve Yeşilova ilçesinde yaklaşık K-G hattı boyunca uygun alanlar belirlenmiştir. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasında (GEPA) toplam güneş radyasyonu en yüksek ilçe olan Altınyayla ilçesi bu çalışmada GES yatırımı için en az uygun alanların olduğu ilçe olarak belirlenmiştir.

Determination of the areas for The Investment of Solar Power Plants (SPP) In Burdur via GIS Based AHP Method

Keywords

Solar Power Plants (SPP)
Investment Area
GIS
Analytic Hierarchy Process (AHP)

ABSTRACT

It is known that our country has an advantage in terms of the potential to benefit from solar energy. The energy consumption is also increasing, on the upgrade of population and industry sector within the development of the country. Therefore, it is compulsory to obtain the energy need by means of Solar Power Plants (SPP) which are renewable energy sources. In Burdur province, where the potential of benefiting from solar energy in the Mediterranean region after Antalya in the second place, determination of SPP investment areas is important. In this study, potential SPP investment areas of Burdur province were determined by using remote sensing, Geographical Information Systems (GIS) and AHP method. As a result of the study suitable areas were determined along the NE-SW line extending from Burdur Merkez to Gölhisar district, NE-SW line in Ağlasun, Çeltikçi and Bucak districts and the N-S line in Yeşilova district. In this study, it is determined that least suitable areas for SPP investment in Altınyayla district where the highest total solar radiation county on Turkey Solar Energy Potential Atlas (GEPA).

1. GİRİŞ

Coğrafi konumuna göre güneş enerjisinden faydalanma potansiyeli yüksek olan ülkemizde artan nüfus ile birlikte kalkınmada önemli bir yer tutan sanayi sektörünün enerji tüketimi de artmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının tükenmesi (Kumar vd., 2010) ve çevreye zararlı olması (Čeřovský ve Mindl, 2008; Turner, 2008) insanlığına alternatif enerji kaynaklarına yönelmektedir. Ülkelerin gelişimine paralel olarak artan enerji ihtiyacının karşılanması, çevreci bir üretim olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve enerji verimliliğinin artırılması ile mümkündür (Özgöçmen, 2007).

Hem temiz üretim hem de tükenmeyen alternatif enerji kaynağı olan güneş enerjisi uygulamaları ülkemiz için önemli bir araştırma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır (Kırbaş vd., 2013). Ülkemizin ısısal güneş enerjisi üretimi ve kullanımı açısından dünya dördüncüsü olması (Demircan ve Alakavuk, 2008) sebebiyle güneş enerjisinin kullanımı, gündelik yaşamdan tarıma, sanayiden askeri hizmetlere kadar uzanmaktadır (Kutlu, 2002).

Ülkemizde büyük potansiyeli olan Güneş Enerji Santrali (GES) kurulumunda ve bu santralin kurulacak yerinin belirlenmesinde birçok çalışmalar yapılmıştır. Kurulum masrafının yüksek olması ve GES yer seçimi konusunda birçok değişkenin etkili olması (Effat, 2013) sebebiyle yer seçimi çalışmalarında konumsal verilerin elde edilmesi ve yorumlanması Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) kullanılması ile mümkündür (Khan ve Rathi, 2014).

Son yıllarda birçok kritere göre CBS tabanlı yer seçimi çalışmaları gerçekleştirilmiş (Uyan, 2013, 2017; 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. Uyan (2017) Çumra (Konya) ilçesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP metodunu CBS ortamında değerlendirerek uygun GES alanlarını belirlemiştir. Çalışmada seçilen yerleşim alanlarına olan uzaklık, eğim, arazi kullanımı, trafo merkezi ve iletim hatlarına olan uzaklık, yol ve demir yoluna uzaklık kriterleri dünyada daha önce yapılan benzer çalışmalara göre (Sanchez vd., 2013; Tahri vd., 2015; Watson ve Hudson, 2015) seçilmiş ve değerlendirilmiştir. Ayday vd., (2016) Eskişehir ilinde GES yer seçimi için arazi eğimi, arazinin bakı özellikleri, arazinin toprak durumu ve jeolojisi, dağıtım şebekelerine yakınlık gibi kriterler ile uygun alanları belirlemiştir.

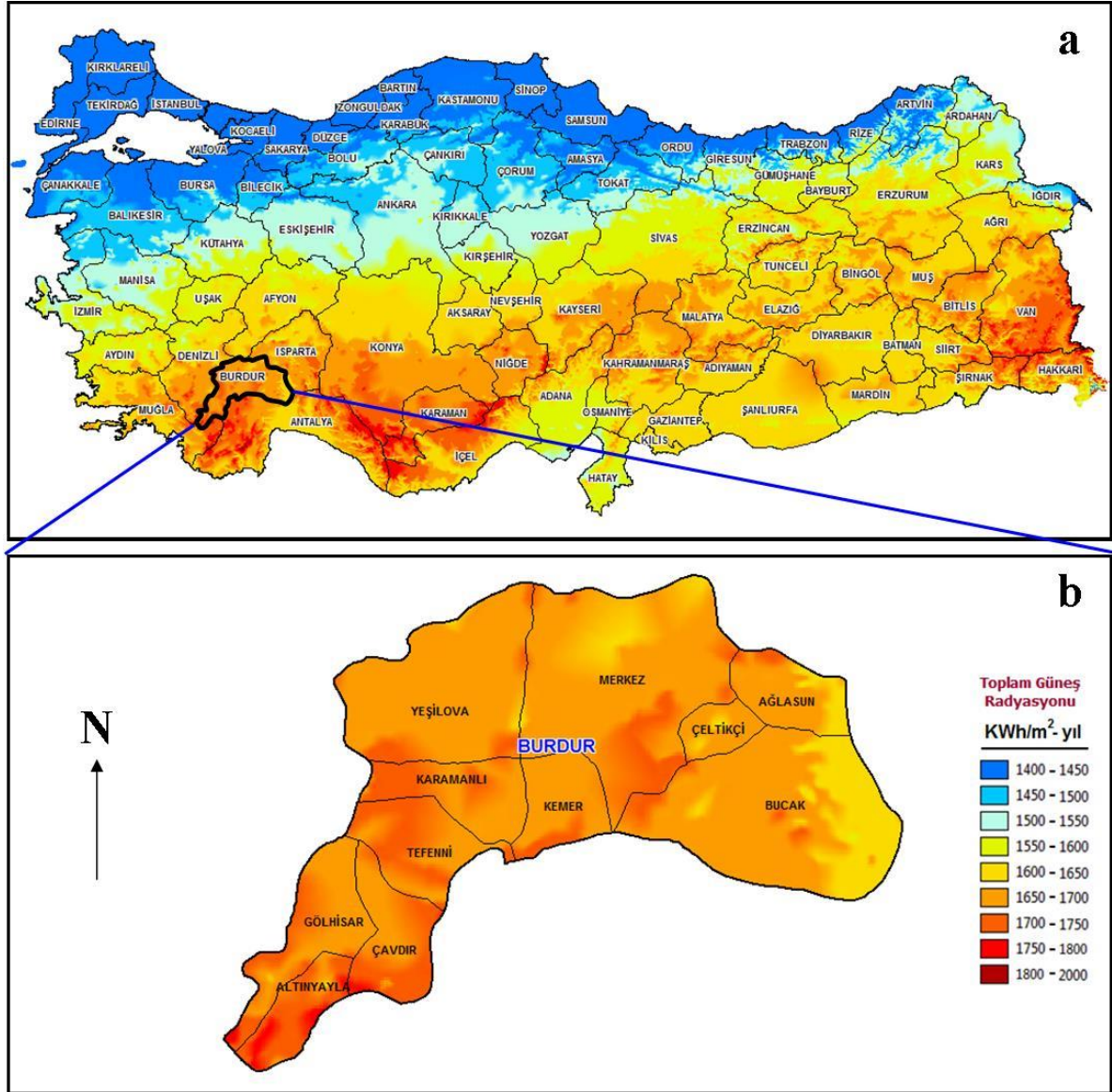
Burdur ilinde güneş enerjisi konusunda yapılan çalışmalarda Kırbaş ve ark. (2013) ilin güneş enerjisi potansiyelinin ve güneşlenme oranını, Kılıç ve Kumaş (2016) ise yapay sinir ağları metodu ile ilin gelecekteki aylık ortalama güneşlenme şiddeti değerlerini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada Burdur il sınırları içerisinde birlikte birçok değişken kullanılarak uygun GES yatırım alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bilindiği üzere Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğünün Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) (Şekil 1a) ülkemiz ve Burdur İli için belli bir fikir vermektedir (URL 1). Toplam Güneş radyasyonu bakımından Burdur ilinin (Şekil 1b) genelini ortalama 1650-1700 kWh/m²'nin üzerinde olması GES yatırımlarının yapılabileceğini göstermektedir. Bu sebeple GES yatırım alanları için elde edilen değişkenler Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) metodu (Saaty, 1980; Wind ve Saaty, 1980) kullanılarak CBS ortamında değerlendirilerek analiz edilmiştir.

2. YÖNTEM

Burdur, Güneş enerjisi bakımından Akdeniz Bölgesi'nde Antalya'dan sonra yüksek potansiyele sahip il konumundadır. Türkiye'nin aylık bazda ortalama günlük ışınım şiddeti yaklaşık 4,2 kWh/m² iken, Burdur'un yaklaşık 4,5 kWh/m²'dir. Burdur ilinin yıllık ortalama toplam global radyasyon değeri ise yaklaşık 1635 kWh/m²'dir ve 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 güneş enerjisi alanında yatırım yapmak için en uygun illerimizden biri olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada Açık Kaynak Kodlu CBS yazılımı QGIS kullanılmıştır (URL 2). Burdur İlinde verilerin değerlendirilmesi için USGS (URL 3)'den ücretsiz olarak indirilen 30 m mekânsal, 16 bit radyometrik çözünürlüklü, SRTM sayısal yükseklik modeli ile OpenStreetMap'ten (URL 4) enerji nakil hatlarına uzaklık, sulak alanlar, yerleşim alanları ve yolların konumları kullanılmıştır.



Şekil 1. a. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEP), b. Burdur Ölçeği (URL 1'den alınarak düzenlenmiştir)

2.1. Kriterler

Karar verme sürecinde önemli yer tutan kriterlerin ölçülebilir olması gerekmektedir (Uyan, 2017). GES için uygun yer seçiminin yapılması konusunda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının kesin kuralları bulunmamaktadır. Ancak yer seçiminde kısıtlayıcı faktörün alanın tarımsal arazi statüsünde olup olmadığı durumudur (Uyan, 2017). Bu sebeple GES yer seçiminde arazinin eğim ve ulaşım durumu, tarımsal statüsü, güneş enerjisi potansiyeli, topoğrafik yapısı, şebeke bağlantısı, jeolojik yapısı ve mülkiyet durumu gibi kriterlere göre çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Uyan, 2017). Bu çalışmada kullanılan kriterler ise aşağıda açıklanmaktadır:

2.1.1. Bakı durumu

GES kurulumu için önemli bir kriter olan bakı durumu için ilin kuzey ve güney yönlü alanları belirlenir. Güney yönlü araziler güneş ışığından daha fazla faydalanacağı için bu arazilerin belirlenmesi önemlidir.

2.1.2 Eğim

Tesis kurulumu için en önemli kriterlerden olan arazi eğimi (Uyan, 2017) % 3'ten küçük olmalıdır (Hang vd., 2008). Bu çalışmada eğimi 3'ten küçük ve büyük araziler sınıflandırılmıştır.

2.1.3. Enerji nakil hatlarına uzaklık

Tesis kurulumunda trafo merkezi ve dağıtım hatlarına yakınlık maliyet açısından avantaj sağlamaktadır. Enerji nakil hatlarına

olan uzaklıklar 500m altında ve üstünde olacak şekilde sınıflandırılmıştır.

2.1.4. Yol

Ekonomik ve verimli bir yer seçimi için yollar önemli bir kriterdir. Ana yollara yakın alanlarda yapılacak alt yapı çalışmalarında maliyet düşebilmektedir (Uyan, 2017). Bu sebeple 500 m aralıklarda sınıflandırma gerçekleştirilmiştir.

GES tesisleri sulak alanlarda ve yerleşim yerlerinde kurulamayacağından dolayı bu alanların belirlenmesi gerekmektedir. Bundan dolayı sulak alanlar ve yerleşim yerlerinin tematik haritaları hazırlanmıştır.

2.2. Verilerin Analizi

Burdur ili sınırları içerisinde Güneş Enerji Santrali kurulabilecek en uygun ilçeler ve alanlar; topoğrafya (eğim, bakı), şebeke bağlantısı (enerji nakil hattına ve trafo merkezine uzaklık), enerji tüketim bölgelerine uzaklık (yerleşim mücavir alan sınırları), ulaşım (karayolu ve demiryoluna uzaklık), sulak alanlar gibi kriterler ele alınarak CBS ortamında AHP metodu kullanılarak analiz edilmiştir. Kriterler içerisinde eğim, bakı, enerji nakil hattına uzaklık ve yol parametreleri AHP metodu ile değerlendirilmiş ve çıkan sonuçlar üzerine sulak alanlar ve yerleşim yerleri eklenmiştir.

3. BULGULAR

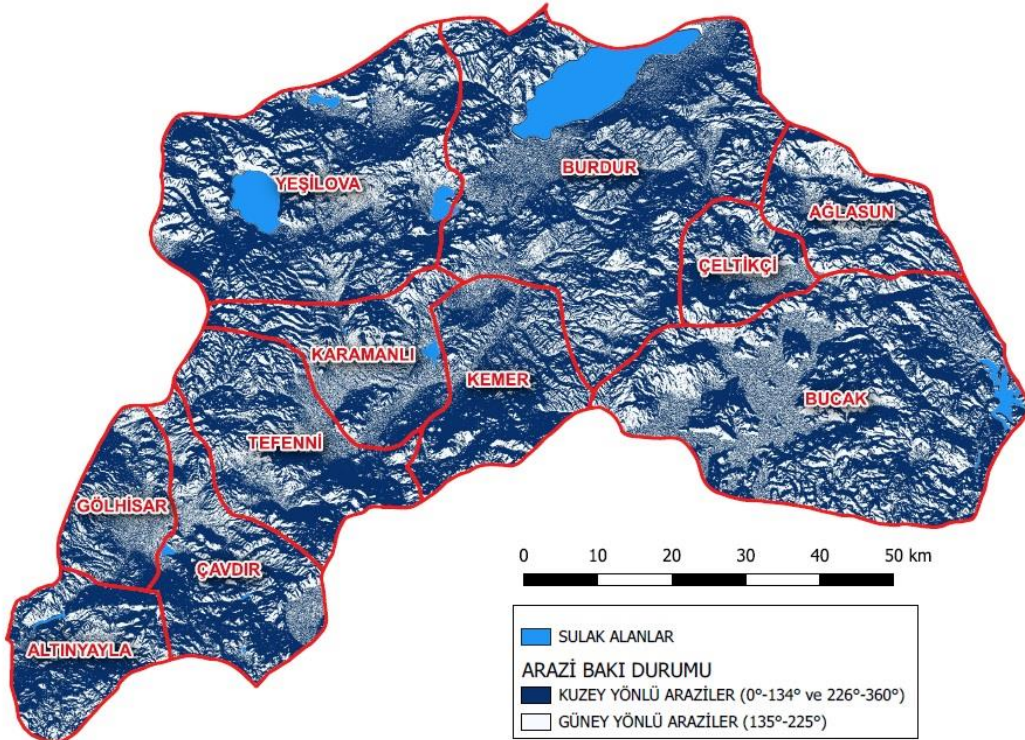
Öncelikle ile ait kuzey ve güney yönlü araziler belirlenmiş ve ilin bakı durumu ortaya konmuştur (Şekil 2).

Bakı haritası incelendiğinde Burdur ilinin genel olarak arazi bakışı güneye doğrudur. Altınyayla, Çavdır, Tefenni ve Kemer ilçelerindeki arazilerin ise daha çok kuzey yönlü olduğu görülmektedir.

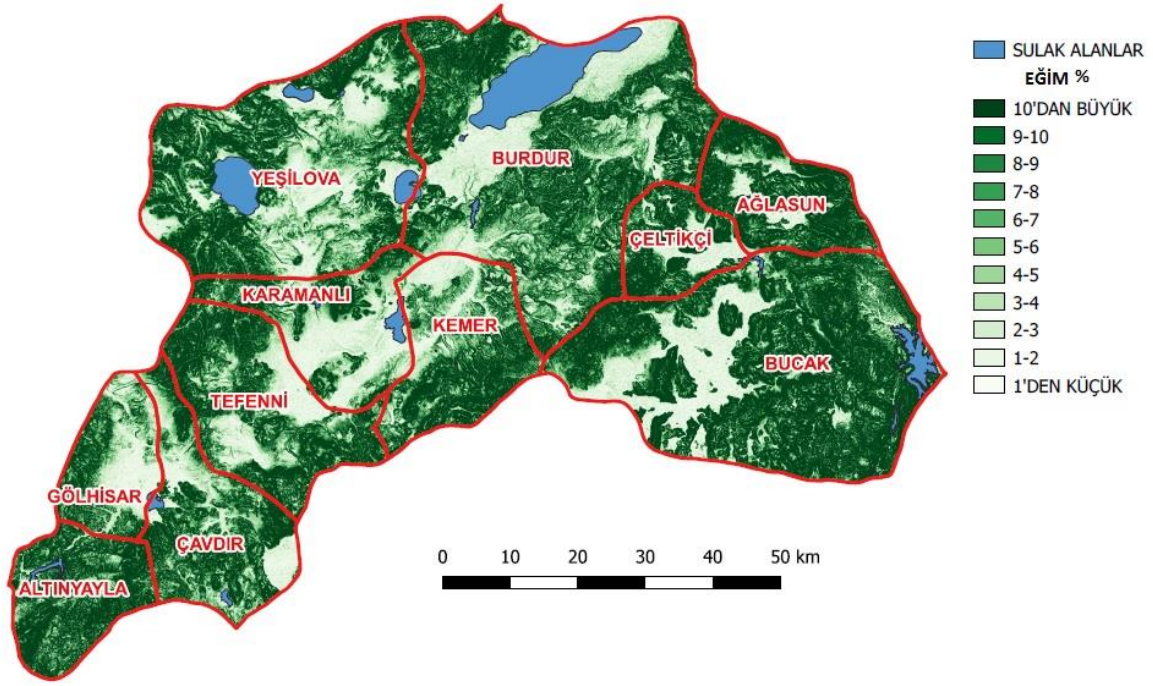
GES kurulumu için uygun olan alanın eğim durumunun $\leq 3^\circ$ olması gerekmektedir (Hang vd., 2008). Bu sebeple il sınırlarındaki arazilerin eğimleri sınıflandırılarak Burdur İline ait eğim haritası oluşturulmuştur (Şekil 3).

Harita incelendiğinde Burdur Merkez ilçesinden Gölhisar'a kadar KD-GB uzanımlı bir hatta Yeşilova ilçesinde K-G uzanımlı bir hatta Bucak ilçesi batısı ve Çeltikçi güneydoğusunda düşük eğimli arazilerin görüldüğü, Altınyayla ve Ağlasun ilçelerinde ise daha çok yüksek eğimli arazilerin görüldüğü belirlenmiştir.

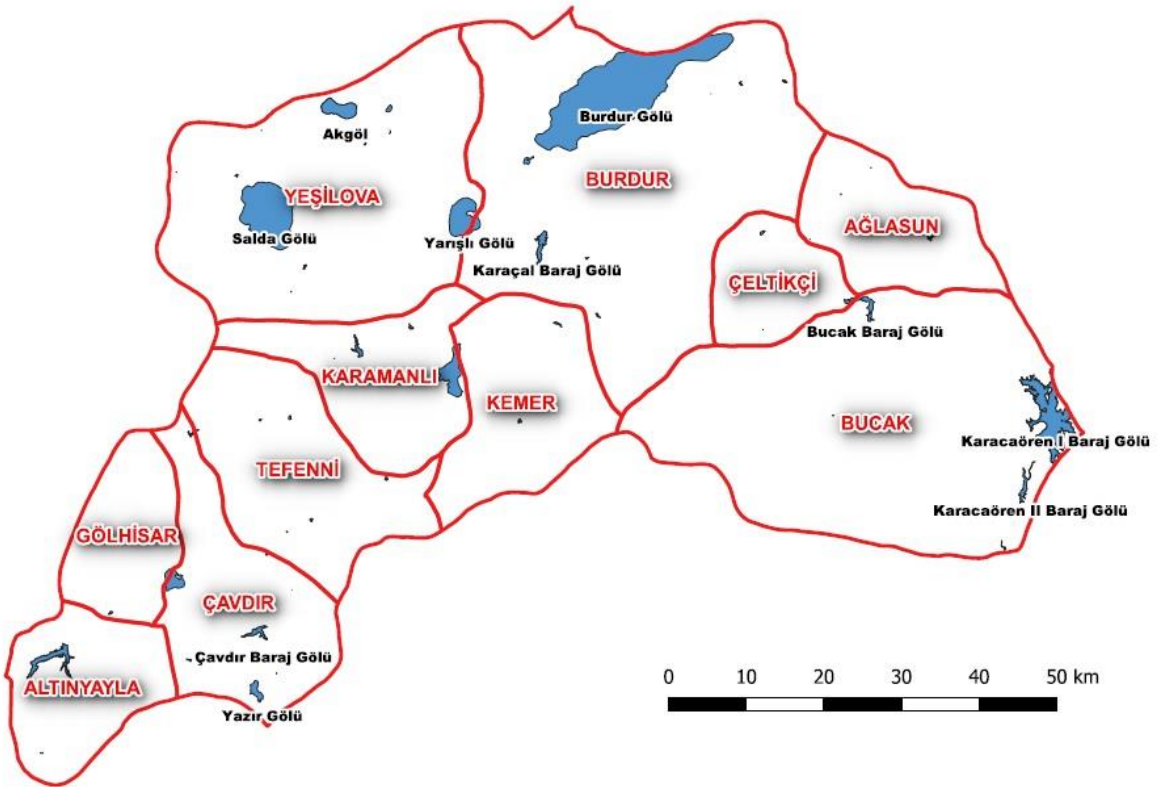
Konumsal analiz çalışmaları kapsamında da Burdur iline ait sulak alanlar (Şekil 4) ve yerleşim yerleri (Şekil 5) haritaları hazırlanmıştır. Enerji nakil hatlarına olan uzaklık (Şekil 6) ve yola olan uzaklıklar (Şekil 7) 500 m'den küçük ve 5000 m'den büyük olacak şekilde sınıflandırılmış ve tematik haritası hazırlanmıştır.



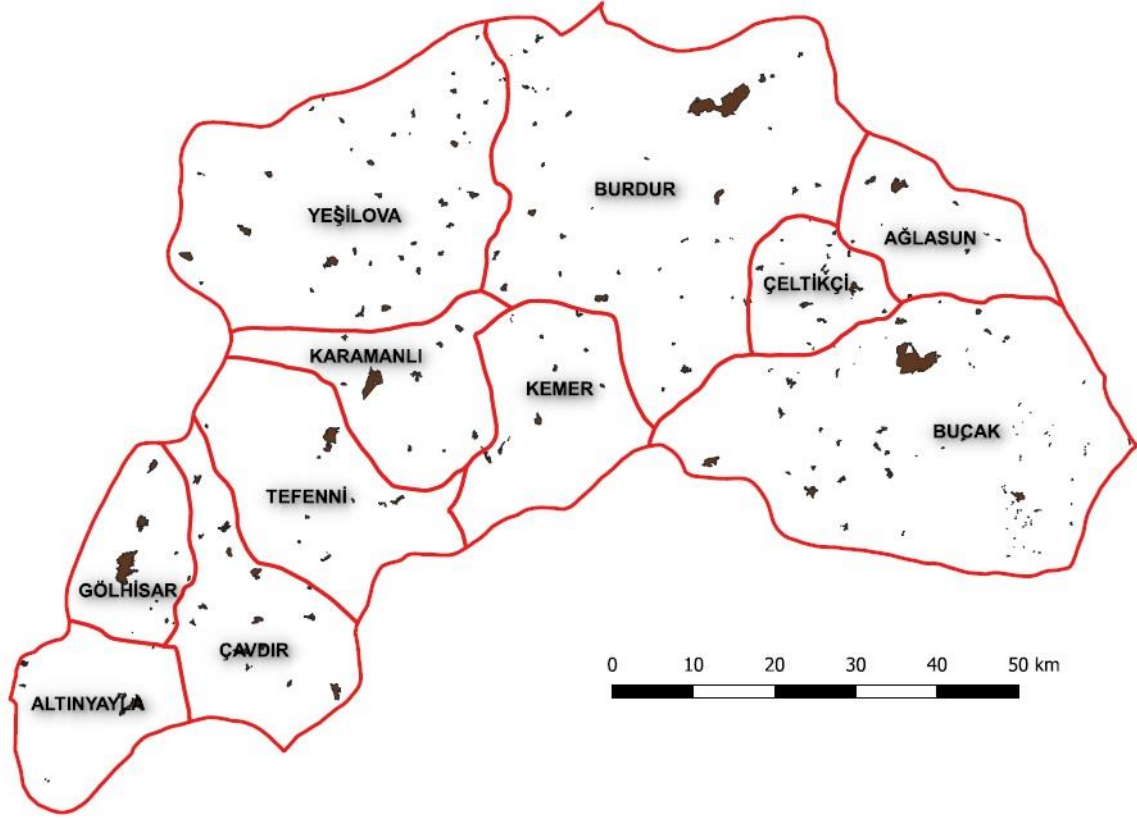
Şekil 2. Burdur iline ait arazi bakı durumu haritası



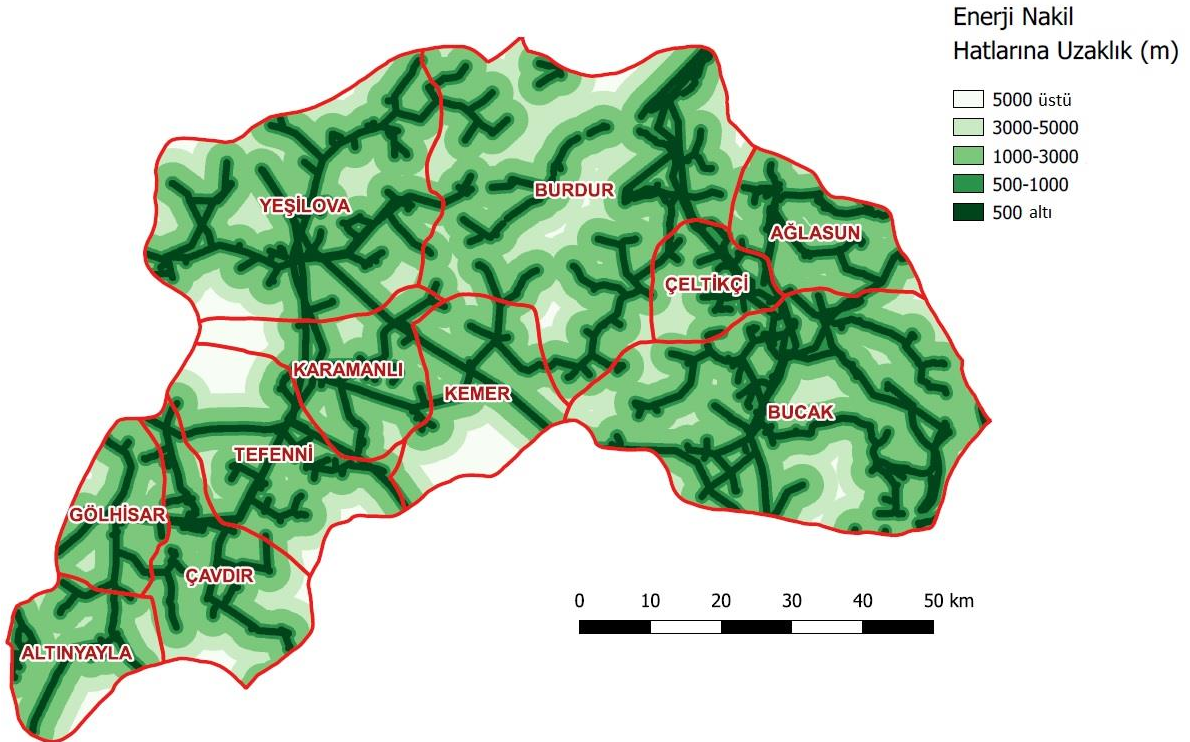
Şekil 3. Burdur İli Eğim Haritası



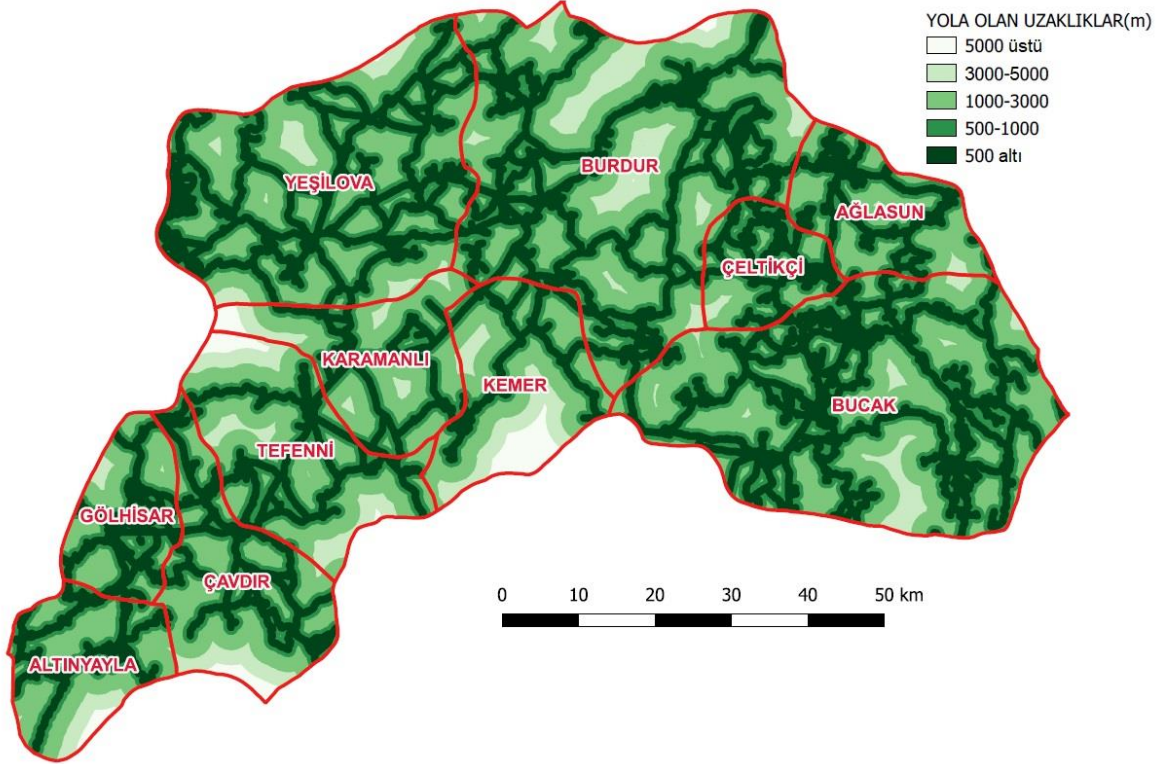
Şekil 4. Burdur Sulak alanlar haritası



Şekil 5. Burdur yerleşim alanları haritası



Şekil 6. Enerji nakil hatlarına uzaklık haritası



Şekil 7. Yola olan uzaklıkların tematik haritası

3.1. AHP ile Kriterlerin Değerlendirilmesi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP metodu son yıllarda mekânsal planlamada kullanılan en etkili metotlardan biridir (Chen vd., 2009; Ayday vd., 2014; Yalçın ve Sabah, 2017). Bu metotta derecelendirme önem ölçeği dikkate alınarak kriterlere 1 ile 9 arasında ağırlık verilmektedir (Saaty, 1994). Kriterlerin ağırlığı AHP metodunda sonucun elde edilmesinde önemli olup (Chen vd., 2009) ağırlıklar karar vericilerin tercihlerine bağlı olarak da farklı ağırlıklarda olabilmektedir (Öztürk ve Batuk, 2007).

Bu çalışmada AHP analizi için belirlenen dört kriter (eğim, bakı, enerji nakil hattına uzaklık ve yol) internet ortamında (URL 5) Goepel (2018) tarafından AHP analizi için hazırlanan ücretsiz yazılımda değerlendirilmiştir. Öncelikleri için ikili karşılaştırma yapılmıştır (Şekil 8). Kriterlerin önemine göre AHP cetvelinde 1-9 arası seçim yapılmış ve otomatik hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda tutarlılık oranı (Consistency Ratio) % 8.01 olarak belirlenmiş ve ikili karşılaştırma sonucunda kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir (Tablo 1).

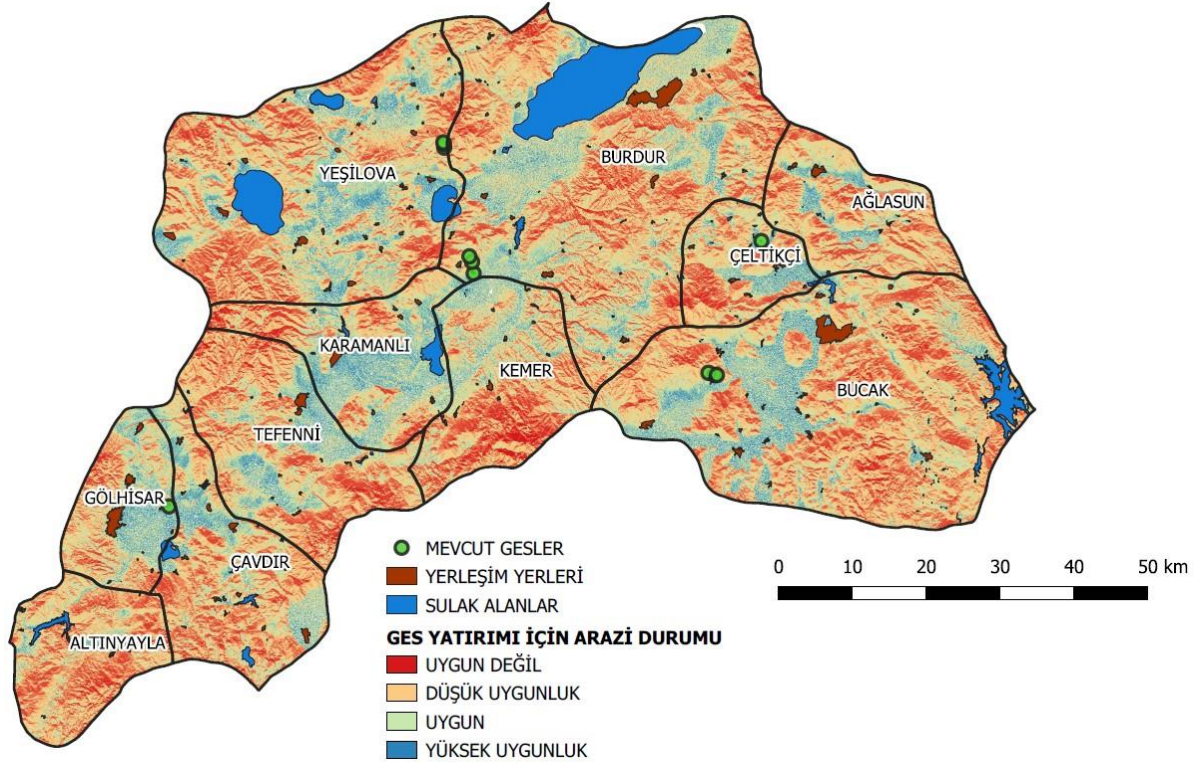
A- Önem-veya	B	Eşitlik	Ne kadar?
1 <input checked="" type="radio"/> Eğim	<input type="radio"/> Bakı	<input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9	
2 <input checked="" type="radio"/> Eğim	<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"/> Eğim	<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 8. İkili karşılaştırma yapılan modülün görünümü (URL 5); AHP Ölçeği: 1- Eşit önemde, 3- Biraz daha önemli, 5- Oldukça önemli, 7- Çok önemli, 9- Son derece önemli (2, 4, 6, 8 Ara değerler)

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

KATEGORİ	ÖNCELİK	SIRA
Eğim	% 44.40	1
Baki	% 35.50	2
Enerji nakil hattına uzaklık	% 14.40	3
Yol	% 5.70	4

Ağırlık olarak en yüksek değer eğim kriteri için % 44.4 olacak şekilde belirlenmiştir. Bu değerler daha sonra CBS ortamında hesaplanmış ve bu dört kriter ile birlikte sulak alan ve yerleşim yerlerine göre Burdur ilinin GES yatırımına uygun ve uygun olmayan alanları belirlenmiştir. Sonuç haritada, ayrıca mevcut GES'ler de gösterilmiştir (Şekil 9).

**Şekil 9.** Yapılan analiz sonucunda Burdur İlinde GES yatırımına uygun ve uygun olmayan alanların görünümü

4.TARTIŞMA

Temiz üretim sınıfında ve yenilenebilir enerji sınıfında olan GES'ler ülkemizin de potansiyeline bağlı olarak tercih edilmektedir. Son yıllarda enerji ihtiyacının artışına bağlı olarak GES yatırımlarının alansal olarak belirlenmesi çalışmaları da artmaktadır. Güneş enerjisi potansiyeli ile ilgili literatürde birçok önemli çalışma bulunmakta ancak Burdur ilinde uygun yatırım alanları belirlenmemiştir. Bu çalışma sonucunda uzaktan algılama ve CBS metodlarının uygulanması ile potansiyel alanlarda ön çalışma yapılabileceği ortaya çıkmıştır.

Güneş ışığından faydalanma oranının yüksek olduğu illerden olan Burdur ilinde GES yatırımı için önemli olan kriterlere göre analiz yapılmış ve uygun alanlar belirlenmiştir. Uygulanan AHP metodunda tutarlılık oranının da 0.10

değerinden küçük olması yapılan analizin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Burdur ili için yapılan çalışmalarda Kırbaş vd. (2013) ilin güneş enerjisi potansiyelini ve güneşlenme oranını, Kılıç ve Kumaş (2016) ise yapay sinir ağları metodu ile ilin gelecekteki aylık ortalama güneşlenme şiddeti değerlerini, Çifci vd. (2014) Burdur'da yaşayan dört kişilik bir ailenin elektrik tüketimini güneş enerjisi ve fotovoltaik pil uygulamasıyla karşılaştırmış ve mali yönünü ortaya koymuştur.

Bu çalışma ile Burdur Merkez ilçesinden Gölhisar ilçesine kadar uzanan KD-GB hat boyunca, Ağlasun, Çeltikçi ve Bucak ilçelerinde KD-GB hat boyunca ve Yeşilova ilçesinde yaklaşık K-G hattı boyunca uygun alanlar belirlenmiştir. Çifci ve Altındağ (2017) Burdur ilinin ışınım şiddeti ve güneşlenme süresine göre Altınyayla, Çavdır ve Tefenni ilçelerinin güneş enerji santrali kurulması için uygun bölgeler olduğunu belirtmiştir. Ancak bu çalışmada baki ve eğim gibi önemli kriterler göz önünde

bulundurulmamıştır. Ayrıca Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün GEPA atlasında toplam güneş radyasyonu en yüksek ilçe olan Altınyayla ilçesinde kriterler göz önüne alındığında GES yatırımına en az uygun alanların olduğu görülmektedir. Bu sebeple yer seçimi yaparken arazinin baki durumu ve eğimi mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

İl genelinde faaliyet gösteren mevcut GES'lerin konumları incelendiğinde, genel olarak uygun alanlara yatırımın yapıldığı görülmektedir. Dolayısıyla, bu çalışmada seçilen kriterlerin yer seçimi için oldukça uygun olduğu ifade edilebilir. Bu bağlamda, CBS tabanlı AHP metodu karar vermede kolaylıklar sağlamaktadır.

5. SONUÇLAR

Bu makalede, dört farklı kritere dayalı olarak CBS tabanlı AHP metodu ile Burdur ilinde GES yatırımı için gerçekleştirilen bir yer seçimi çalışması sunulmuştur. Mevcut GES konumları ile bu çalışmada belirlenen GES için uygun alanların büyük oranda uyumlu çıkması, bu çalışmada kullanılan kriterlerin genel düzeyde değerlendirmeler için yeterli olduğunu göstermektedir. Elde edilen uygunluk GES uygunluk haritası, yatırımcılar için ön değerlendirmelerde kullanılabilir. Kriterlerin artması ile yatırım alanlarının çok daha hassas olarak belirlenebileceği ve fizibilite çalışmalarına katkı sağlanabileceği ifade edilebilir.

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.

KAYNAKÇA

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.

Ayday. C., Yaman. N., Sabah. L., Höke. O. (2016). Güneş enerji santrali yer seçiminde açık kaynak kodlu CBS kullanımı-Eskişehir il örneği, 6. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS2016)*, s:510-520, 5-7 Ekim 2016, Adana.

Čeřovský, Z., Mindl, P. (2008). Hybrid Electric Cars, Combustion Engine driven cars and their Impact on Environment, *SPEEDAM 2008 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion*, pp. 739 – 743.

Çifci A., Altundağ E., (2017). Burdur bölgesi güneş enerjisi potansiyelinin elektrik üretiminde kullanılabilirliği, *Mesleki Bilimler Dergisi*, 6 (2): 111-120.

Demircan N., Alakavuk Z., (2008). Fotovoltaik prensibiyle güneş enerjisinden elektrik üretimi, *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008*. 17-19 Aralık 2008, İstanbul.

Dinçer, F., (2011a). Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik üretimi potansiyeli - ekonomik analizi ve AB ülkeleri ile karşılaştırmalı değerlendirme, *KSU Mühendislik Dergisi*, 14(1): 8-17.

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*, Volume 2, Issue 1, pp.205-220, Article ID Tech-125 ISSN 2320 – 0243.

Eke, R., (2013). Güneş-elektrik dönüşümleri, enerji hasadı ve Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi'ndeki uygulamalar, 2. *Güneş Sempozyumu*, Antalya.

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*, Vol. 10 Issue 3 2018, pp 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). Göksun 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.

- 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(9), 2505-2514.
- 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 ili güneşlenme değerlerinin yapay sinir ağları metodu ile tahmini, *SDÜ Teknik Bilimler Dergisi*, 6(1): 38-44.
- Kırbaş İ., Çifci A., İşyarlar B., (2013). Burdur ili güneşlenme oranı ve güneş enerjisi potansiyeli, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (2): 20-23.
- Kumar, A., Kumar, K., Kaushik, N., Sharma, S., Mishra, S., (2010). Renewable energy in India: Current status and future potentials, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, (8), October 2010, pp. 2434-2442.
- Kutlu S., (2002). Güneş tarlası ile elektrik enerjisi üretimi ve SDÜ kampüs alanında bir uygulama analizi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, 2002, Isparta.
- Özgöçmen, A., (2007). Güneş pilleri kullanarak elektrik üretimi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Saaty, T. L., (1980). The analytic hierarchy process: planning, priority setting, *Resource Allocation*, ISBN 0- 07-054371-2, McGraw-Hill.
- Sanchez-Lozano, JM., Teruel-Solano, J., Soto-Elvira, PL., Garcia-Cascales, MS. (2013) Geographical information systems (GIS) and multi-criteria decision making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 24, 544-556.
- Tahri, M., Hakdaoui, M., Maanan, M. (2015). The evaluation of solar farm locations applying Geographic Information System and Multi-Criteria Decision-Making methods: Case study in southern Morocco. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 51, 1354-1362.
- Turner, G.M., (2008). A comparison of the limits to growth with 30 years of reality. *Global Environmental Change*, 18, 397-411.
- 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, 2013.
- Uyan, M., (2017). Güneş enerjisi santrali kurulabilecek alanların AHP yöntemi kullanılarak CBS destekli haritalanması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4), 343-351.
- 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.
- Watson, JJW., Hudson, MD. (2015). Regional scale wind farm and solar farm suitability assessment using GIS-assisted multi-criteria evaluation. *Landscape and Urban Planning*, 138, 20-31.
- Wind, Y., Saaty, T. L., (1980). Marketing application of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 26(7): p. 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.
- 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): p. 524-537.
- Yücel M. M., Ekmekçiler Ü.S., (2008). Çevre dostu ürün kavramına bütünsel yaklaşım; temiz üretim sistemi, Eko-Etiket, Yeşil Pazarlama, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, vol.26, pp.320-333.

URL 1,
<http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü web sitesi, Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA), 07.05.2019.

URL 2, <https://www.qgis.org/tr/site>, 07.05.2019.

URL 3, <https://earthexplorer.usgs.gov>, USGS/ 07.05.2019.

URL 4, <https://www.openstreetmap.org/#map=7/39.031/35.252>, 07.05.2019.

URL 5,
https://bpmsg.com/academic/ahp_calc.php, 07.05.2019.