[977]

GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ YER SEÇİMİNDE AÇIK KAYNAK KODLU CBS KULLANIMI-ESKİŞEHİR İL ÖRNEĞİ

Can AYDAY[1], Nefise YAMAN[2], Levent SABAH[2], Onur HÖKE[2]

[1]Prof. Dr., Anadolu Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, 26470, Eskişehir cayday@cvm.com.tr
[2]Açık Kaynak Kodlu UA ve CBS Kullanıcıları Derneği, 26120, Eskişehir, levent.sabah@cvm.com.tr

ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde en büyük enerji kaynağına sahip olan güneştir. Geçmiş yıllarda pek önemsenmeyen güneş enerjisi nüfusun artması, enerji gereksiniminin giderek önem kazanması, teknolojisinin gelişmesi ile ön plana çıkmıştır. Çevresel etkiler ele alındığında en zararsız enerji kaynakları içinde güneş, yine birinci sırada yer almaktadır. Güneş enerjisinin diğer enerji türlerine göre kullanımında en önemli getirileri tükenmez bir enerji kaynağı olması, temiz enerji olması, teknolojisinin karmaşık olmaması, dışa bağımlılığının olmaması, işletme giderlerinin az olması, yerel uygulamalar için uygun olması sayılabilir. Bunun yanında, güneş ışığı sürekli olmadığından depolama gerektirmesi, kurulum için geniş alanlara ihtiyaç duyulması, ilk kurulum maliyetinin yüksek olması, yaz-kış gece-gündüz farkından etkilenmesi ise götürüleridir. Tüm bu durumlar ele alındığında Güneş Enerji Santralı (GES) kurulabilmesi için konumun önemi ortaya çıkmaktadır. Güneş tükenmez bir enerji kaynağıdır, fakat her yere değişmez bir değerle gelmez. Bu durumda enerji santrali kurulabilmesi için belli koşulların sağlanması gerekir. Türkiye'de GES kurumuna uygun yerler için Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası belli bir fikir vermektedir. Bu atlas güneşlenme zamanı ve ışınım şiddetine dayanan değerleri kullanmaktadır. Fakat ayrıntılı ve daha gerçekçi çalışmalar için arazinin eğimi, arazinin özellikleri, arazinin toprak durumu ve jeolojisi, dağıtım şebekelerine yakınlığı gibi etkenler gereklidir. Bu tür konumsal analizlerde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmalıdır. Bu çalışmada da Açık Kaynak Kodlu CBS yazılımı kullanılarak Eskişehir il sınırı içinde bulunan ilçeler analiz edilmiştir. GES uygulaması için en uygun ilçe belirlenmiştir. Bu ilçenin arazi özellikleri ve dağıtım şebekesi göz önünde tutularak uygun yer belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Açık Kaynak Kodlu CBS, Eskişehir İli, Güneş Enerji Santralı (GES)

ABSTRACT

SITE SELECTION OF SOLAR POWER PLANT BY USING OPEN SOURCE GIS FOR ESKİŞEHİR PROVINCE

Sun, which has the largest energy in the renewable energy sources. Solar energy which was not popular in the past, gained importance nowadays due to population growth, increasing importance of energy requirements and development of technology. Solar energy resources are also addressed in the most harmless effect when environmental impacts are taking into account. The most advantages of using solar energy compared to other types of energy are having inexhaustible source of energy, having clean energy, the lack of sophisticated technology, the lack of external dependency, to the low operating costs and can be considered to be suitable for local applications. In addition to these benefits, it has some disadvantages. It is known that sunlight is not continuous, so it requires storage facility. Solar power plant needs large spaces for installation and high initial installation costs. Electric production amount changes in winter-summer, even day and night. Considering all these cases, it's seen that site selection of Solar Power Plant is an important phase. The sun is an inexhaustible source of energy, but it does not come to a constant value everywhere. In this case, certain conditions must be provided for the installation of solar power plant. Solar Energy Potential Atlas gives a certain idea for places according to solar plant installation in Turkey. This atlas use the values based on the solar radiation and sunshine duration. The more realistic and detailed studies for the site determination slope of the land, land properties, geology and soil conditions, adjacency to the electricity distribution network is required. Geographic Information Systems (GIS) should be used for this type of spatial analysis. In this study, the Open Source GIS software QGIS is used for potential power plant installation site for the districts in the Eskisehir province. The most suitable district for solar power plant site has been determined. The most suitable location in this district were selected by considering the land properties and electricity network distribution of the region.

Keywords: Open Source GIS, Eskişehir Province, Solar Power Plant

1.AMAÇ VE KAPSAM

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde en büyük enerji kaynağına sahip olan güneştir. Geçmiş yıllarda pek önemsenmeyen güneş enerjisi nüfusun artması, enerji gereksiniminin giderek önem kazanması, teknolojisinin gelişmesi ile ön plana çıkmıştır. Çevresel etkiler ele alındığında en zararsız enerji kaynakları içinde güneş, yine birinci sırada yer almaktadır. Güneş enerjisinin diğer enerji türlerine göre kullanımında en önemli getirileri tükenmez bir enerji kaynağı olması, temiz enerji olması, teknolojisinin karmaşık olmaması, dışa bağımlılığının olmaması, işletme giderlerinin az olması, yerel uygulamalar için uygun olması sayılabilir.
Yeryüzüne her yıl güneşten gelen enerji, yeryüzünde şimdiye kadar belirlenmiş fosil yakıt rezervlerinin 160 katıdır (AÖF, 2013). Temiz ve tükenmeyen bir enerji kaynağıdır. Teknolojisi öğrenildiğinde dışa bağımlılığı önemli

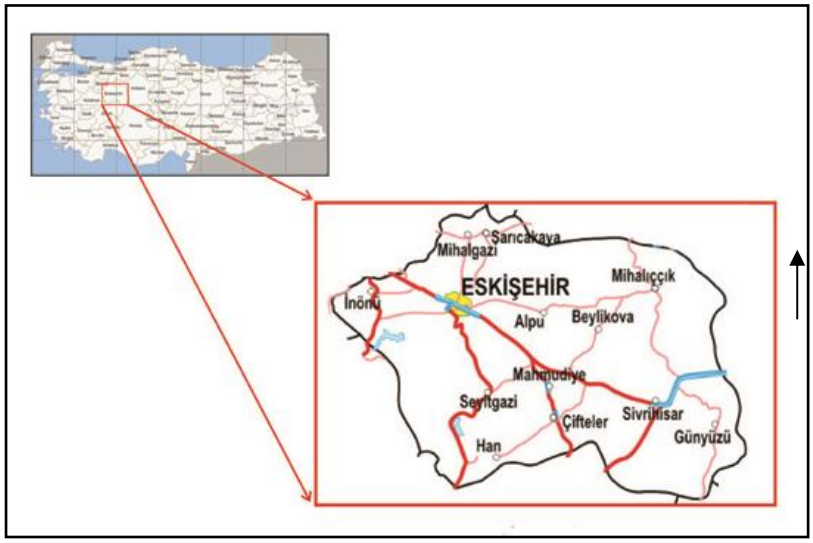
ölçüde azaltabilecektir.

Getirisinin bu kadar çok olmasının yanında, Güneş Enerji Santralı (GES) kurmak ve santralin kurulacak yerini belirlemek bu konudaki çalışmaların en önemli kısmını oluşturmaktadır. İlk yatırım masrafının yüksek olması nedeni ile yatırım yapılacak yerin seçimine özen göstermek gerekmektedir. Türkiye'de GES kurulumuna uygun yerler için Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası belli bir fikir vermektedir. Bu harita tüm Türkiye ölçeğinde hazırlanmış genel bir haritadır. GES gibi pahalı bir yatırım düşünüldüğünde bu haritayı kullanmak yeterli olmayacaktır. GES yer seçimi konusunda birçok değişken etkili olmaktadır (Effat, H.A., 2013). Bu değişkenlerin belirlenmesi, birbirleri ile ilişkilerinin ortaya konması ve yorumlanması gerekmektedir. Değişkenlerin büyük çoğunluğu konumsal verilerden oluşmaktadır. Bu değişkenlerin kullanılması ve yorumlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılması gerekmektedir (Khan, G., Rathi, S., 2014). Çalışmada Açık Kaynak Kodlu CBS yazılımları tercih edilmiştir. Bunun başlıca nedeni bu tür yazılımların kullanım ücretinin olmaması ve kullanıcıya büyük olanaklar sağlamasıdır.

Çalışmada Açık Kaynak Kodlu CBS yazılımı kullanılarak Eskişehir il sınırı içinde bulunan ilçeler GES kurulumuna uygun yerler bakımından analiz edilmiştir. Türkiye ölçeğinden Eskişehir ilçeleri ölçeğine inilmiştir. GES uygulaması için en uygun ilçeler belirlenmiştir. Uygun olduğu belirlenen ilçelerin arazi özellikleri ve elektrik dağıtım şebekesi, yerleşim yerlerine yakınlık gibi özellikler göz önünde tutularak uygun yer belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonunda, GES için Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası üzerinde değerler ile yer belirlemenin yeterli olmayacağı, bunun yanı sıra daha ayrıntılı çalışmaların yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada kullanılan konumsal verilerin önemi bilindiğinde, çalışmaların CBS yöntemi ile yapılması ile işin doğruluğunun artacağı ve GES yer seçimi süresinin çok azalacağı anlaşılmıştır.

2.ÇALIŞILAN YERİN COĞRAFİ KONUMU

Çalışılan yer olarak Eskişehir il sınırları içinde kalan alan seçilmiştir **(Şekil 1)**. Eskişehir ili 14 ilçeden oluşmaktadır. Eskişehir Büyükşehir Belediyesine sahiptir. Bu nedenle il sınırı belediye sınırı olarak tanımlanmıştır. Eskişehir 13.925 km^2 bir alana sahiptir. 2015 Nüfus Sayımına göre il sınırı içinde 830.000 kişi yaşamaktadır (Vikipedia, 2016).



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu.

Eskişehir il sınırı yaklaşık 8 adet 1/100.000 ölçekli topoğrafik harita içine girer **(Şekil 2)**. Çalışmaya bu alana ait Sayısal Arazi Modeli oluşturma ile başlanmıştır.

Türkiye coğrafi konum olarak dünyada "Güneş Kuşağı" olarak adlandırılan bir yerde bulunmaktadır. Güneş enerjisi kullanma bakımından birçok ülkeye göre uygun bir yerdedir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam Işınım Şiddeti 1311 kW/m^2-yıl (günlük toplam3.6 kWh/m^2) olduğu tespit edilmiştir (AÖF, 20139.

Çalışmada öncelikle Eskişehir il sınırı içinde bulunan 14 ilçenin GES için uygun arazi durumu ele alınmıştır. Uygun ilçelerin seçimi yapılmıştır. İkinci aşamada ise, uygun ilçe sınırları içinde uygun alanlar belirlenmiştir.

3.ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada Açık Kaynak Kodlu yazılımlar kullanılmıştır. Bu yazılımların özelliği lisans ücretlerinin olmamasıdır. Yazılımların kodları açık olup istenilen değişiklik yapılabilmektedir. Internet üzerinden kısa sürede bilgisayara indirilerek kurulabilmektedir. Çalışmada QGIS ve GRASS yazılımları kullanılmıştır (QGIS, 2016).

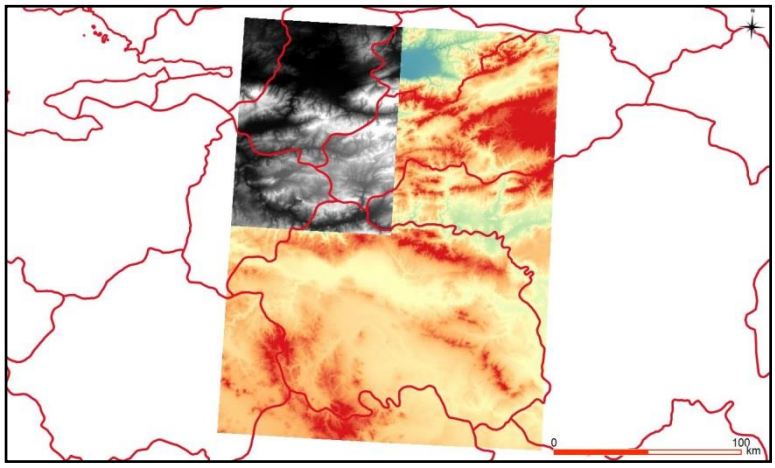
Çalışmada belirtilen GES için uygun yer bulma konusunda 3 farklı veri tipi kullanılmıştır. Bu veri tipleri;
Sahanın arazi durumu,
Sahanın meteorolojik durumu,
Sahanın konumsal durumu.

Belirtilen 3 farklı veri tipini oluşturmak ve yorumlamak için CBS yöntemi kullanılmıştır. Sahanın GES için uygunluğunun ortaya çıkartılması için Sayısal Arazi Modelinden (SAM) yararlanılmıştır. Öncelikle Sayısal Arazi Analizi ile çalışılan bölgenin eğim ve bakı durumu belirlenmiştir. Çalışılan sahanın uygun meteorolojik durumunu saptanmak için Grid Analiz kullanılmıştır. Sahanın konumunun yol, yerleşim yeri, enerji nakil hatları, vb. yerleşim yerlerine olan uzaklığı yine CBS yöntemi ile analiz edilmiştir.

3.1.Sayısal Arazi Analizi (SAM)

Sayısal Arazi Modelinde kullanılacak verileri elde etmek için farklı yöntemler bulunur. Araziden bu analiz için gerekli verileri toplamak en pahalı yöntemdir. Uydu görüntülerinin belli özelliğe sahip olanları kullanılarak veriler ucuz olarak elde edilebilir. Bu verilerin hassasiyetinin projenin amacına uygun olması gerekir.

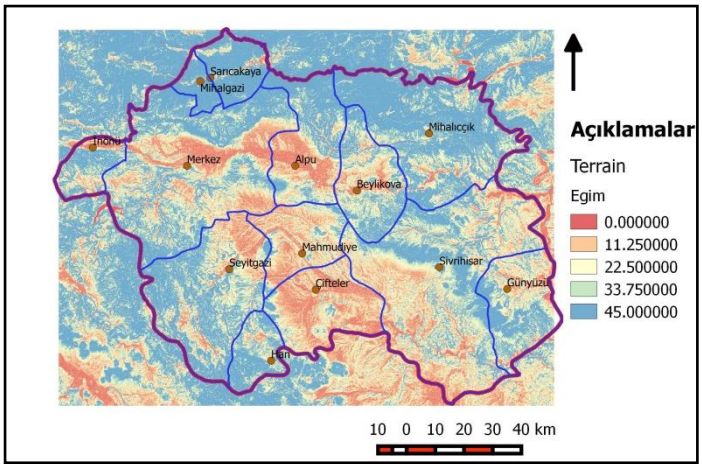
Bu çalışmada SAM için kullanılacak veriler USGS SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) görüntülerinden elde edilmiştir (USGS, 2015). Endeavour Uzay Mekiği'nin 2000 yılında çektiği radar görüntüleri yükseklik verileri içerir. Her görüntü 16 bit radyometrik ve yaklaşık 90 m görsel ayırım gücüne ve 1201x1201 boyutuna sahiptir. Çalışılan bölge 4 tam STRM görüntü alanı içine girmektedir **(Şekil 2)**.



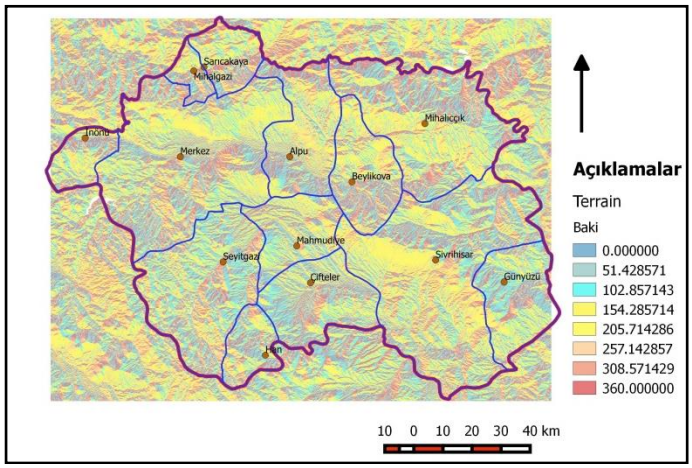
Şekil 2. Sayısal Arazi Analizi için kullanılan SRTM görüntüleri.

QGIS ve GRASS yazılımlarının Sayısal Arazi Analizi fonksiyonları kullanılarak yükseklik verilerinden bölgenin eğim (Şekil 3) ve bakı (Şekil 4) haritaları elde edilmiştir.

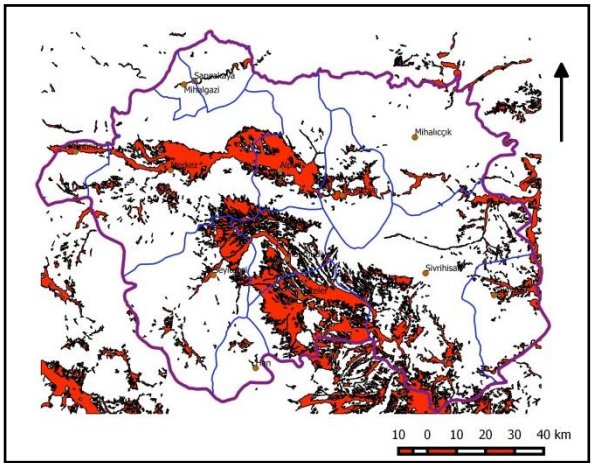
Çalışılan il sınırları içinde kalan arazinin GES yatırımı için uygunluğu öncelikle eğim ve bakı açısından ele alınmıştır. GES için uygun olan alanın eğim durumu $\leq 10^0$ olması gerekmektedir. Bu özelliğe sahip yerler SRTM verilerinden Sayısal Arazi Modeli kullanılarak elde edilmiştir. Eğimin $\leq 10^0$ olduğu yerler (Şekil 5) de görülmektedir. GES için uygun yerin Türkiye için güneye bakan yamaçlar olduğu bilindiğinden topoğrafik yüzeylere dik vektörlerin kuzey ile yaptığı açı değerlerinin 135^0 ile 225^0 arasında olması istenmiştir. Bu özelliğe sahip yerler (Şekil 6) da görülmektedir.



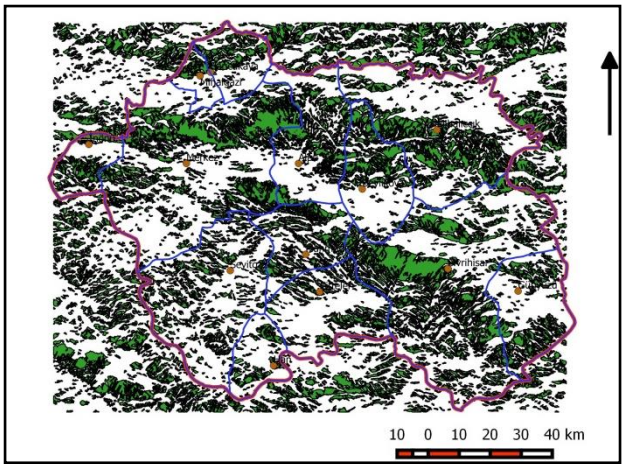
Şekil 3. Eskişehir il sınırları içinde kalan yerlerin eğim haritası.



Şekil 4. Eskişehir il sınırları içinde kalan yerlerin bakı haritası.



Şekil 5. Eskişehir il sınırları içinde eğim $\leq 10^0$ alanlar (kırmızı alanlar)



Şekil 6. Eskişehir il sınırları içinde bakının 135^0-225^0 (güney) olduğu alanlar (yeşil alanlar).

3.2.Meteorolojik Durum Analizi

GES tasarımında dikkate alınması gereken en önemli parametrelerden biri bölgede güneş enerjisinin değerlendirilmesidir. Bu değerin diğer parametreler ile birlikte kullanılması gerekir. Bir bölgede GES tasarımı için gerekli enerjinin belirlenmesi için iki veriye gereksinim duyulur. Bunlar; Güneşlenme Zamanı ve Işınım Şiddetidir. Bu çalışmada Güneşlenme Zamanı kullanılmıştır. Güneşlenme Zamanı, bir yerin bir gün içinde güneş görme zamanı olarak tanımlanır (EİE, 2012). Genellikle bu süre yıl olarak hesaplanır. Buna göre belli değerin üzerinde olan bölgeler GES için uygun yer olarak belirlenir.

Eskişehir ilçelerine ait güneşleme zamanına ait değerler Çizelge 1.'de verilmiştir. Santralın tesis edileceği bölgenin, yılda en az 2000 saat güneşlenme süresine ve metrekare başına yıllık l500 KWh'lık bir güneş enerjisi değerine sahip olması gereklidir. Ayrıca, 4 saatlik güneşlenme süresine sahip gün sayısının 150 den az olmaması gereklidir. Yukarıdaki şartları sağlayan bir bölgede santral tasarımı için gerekli diğer çalışmaların yapılması gerekir (EİE, 2012).

Çizelge 1. Eskişehir ilçelerine ait güneşlenme süresi (Süre/yıl)

İlçeler	**Süre/yıl**		**İlçeler**	**Süre/yıl**
Alpu	2454		Merkez	2357
Beylikova	2506		Mihalgazi	2374
Çifteler	2553		Mihalıççık	2502
Günyüzü	2640		Sarıcakaya	2391
Han	2540		Seyitgazi	2376
İnönü	2454		Sivrihisar	2594
Mahmudiye	2499			

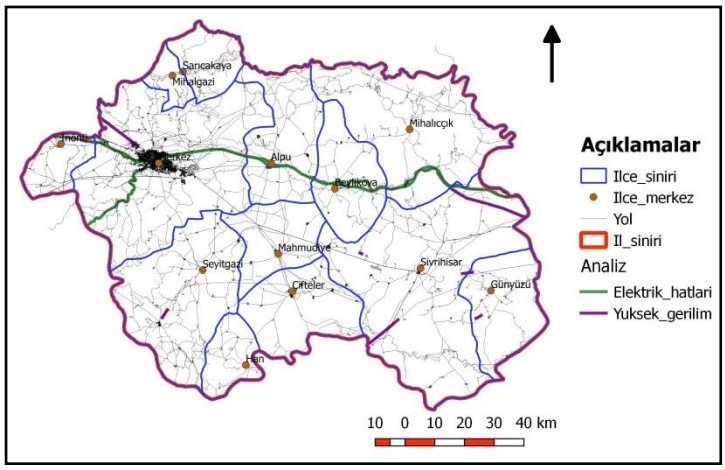
Çizelge 1. de bulunan veriler CBS yöntemi ile analiz edilmiştir. GES konumu için bir bölgenin en az yılda 2000 saat güneşlenme süresine sahip olması gerekir koşulu göz önünde tutulmuştur. Türkiye ortalama günlük toplam güneşleme süresi dağılımı haritası incelendiğinde Eskişehir'in günlük güneşlenme süre ortalaması 6-7 arasındadır. (Şekil 7)Bu koşullar bu bölgenin meteorolojik durum bakımından uygun olduğunu göstermektedir.

Şekil 7. Türkiye ortalama günlük toplam güneşleme süresi dağılımı (1970-2015) (EİE, 2015)

3.3.Konumsal Durum Analizi

GES kurulum yeri belirlemede bir diğer konu bölgede üretilen elektriğin en uygun şekilde dağıtımının yapılmasıdır. Üretilen elektriğin yakın yerleşim yerleri veya alanlarda (sanayi tesisleri, organize sanayiler, fabrikalar, vb.) kullanılması gerekir. Bu nedenle, bölgede bu tür coğrafi varlıkların yerlerinin belirlenmesi gerekir. Uygun alanların bu yerlerle ilişkilerinin belirlenmesi istenir. Belirleme işlemi için CBS'nın Konumsal Analiz özelliği kullanılmıştır. Geometrik Konumsal Analiz olan Yakınlık Analizi ile uygun alanlar araştırılmıştır.

GES kurulum yerinin enerji nakil hatlarına, trafolara ve yerleşim yerlerine yakınlığı araştırılmalıdır. Tüm bunların yanı sıra, uygun alanlar verimli tarım arazilerine, koruma alanlarına, kuşların göç yollarına yakın olmamalıdır. Bu çalışmada sadece enerji nakil hatları, yerleşim yerleri ve yollara yakınlık ele alınmıştır (Şekil 8). Veriler OpenStreetMap den (2016) sağlanmıştır.

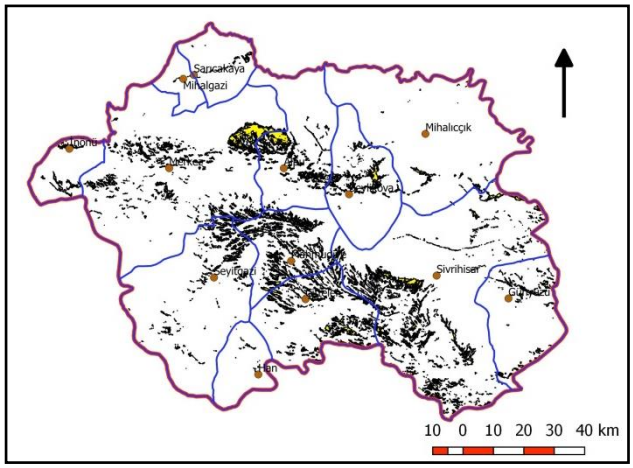


Şekil 8. Eskişehir il sınırı içinde bulunan yollar, elektrik ve yüksek gerilim hatları (OSM).

4.YAPILAN ÇALIŞMA

4.1.Sayısal Arazi Analizi Çalışması

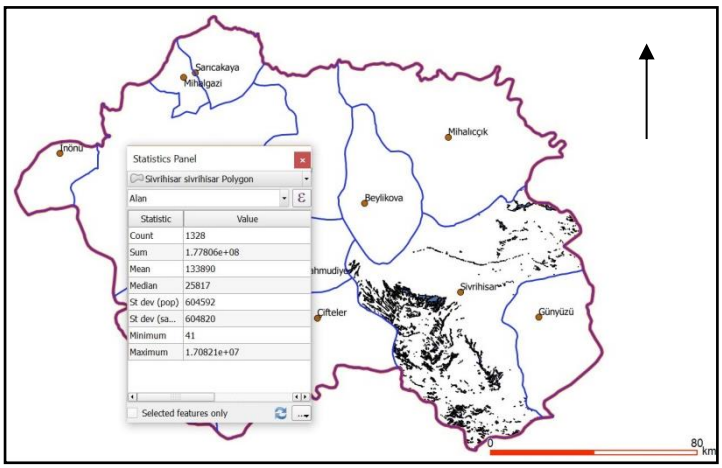
SRTM uydu verisinden Sayısal Arazi Modeli ile il sınırı içindeki alanın yaklaşık 90x90 m ayırım gücüne sahip eğim ve bakı haritaları elde edilmiştir. Bu haritalar belli değerlerde filtrelenerek eğim açısından uygun alanlar (eğim $\leq 10^0$) ve bakı açısından uygun alanlar (bakının 135^0-225^0 olduğu alanlar) haritalanmıştır **(Şekil 5 ve 6).** Bu iki sayısal harita CBS yazılımının Kesişim Fonksiyonu kullanılarak kesişen alanlar ortaya çıkartılmıştır. Bu belirlenen alanlar arazinin topoğrafyasına göre GES kurulumuna uygun yerlerdir **(Şekil 9)**. Burada uygun yerlerin ilçelere göre dağılımı görülmektedir.



Şekil 9. Topoğrafyanın durumuna uygun GES kurulabilecek yerlerin ilçelere göre durumu.

CBS analizi sonucunda arazi durumuna göre ilçe sınırları içine düşen uygun yerlerin sayısal ve alan olarak büyüklükleri belirlenmiştir (Şekil 10). Sivrihisar, Çifteler, Mahmudiye ve Günyüzü ilçelerine ait değerler aşağıdaki

Çizelge 2. de verilmiştir.



Şekil 10. Sivrihisar ilçesine ait arazi bakımından uygun yerlerin istatistiksel olarak belirlenmesi.

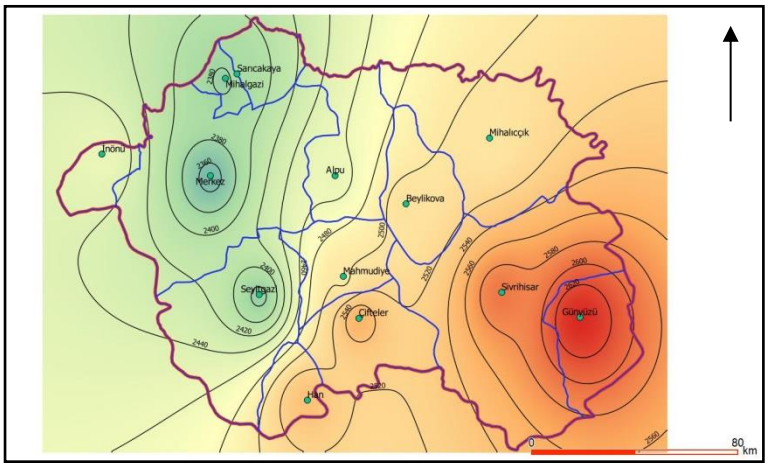
Çizelge 2. Eskişehir il sınırı içinde bazı ilçelerin GES'e uygunluk bakımından değerlendirilmesi

İlçeler	**Sayı**	**Alan (km^2)**
Sivrihisar	1328	177.8
Çifteler	573	88.78
Mahmudiye	746	82.98
Günyüzü	160	22.66

4.2.Meteorolojik Durum Çalışması

Eskişehir ilçelerine ait güneşlenme süreleri bu çalışmada kullanılmıştır. İlçelerin güneşleme süreleri değerleri interpolasyon yöntemi ile analiz edilmiştir. İnterpolasyonda IDW yöntemi kullanılmıştır. Grid aralıkları 500x500 m olarak alınmıştır.

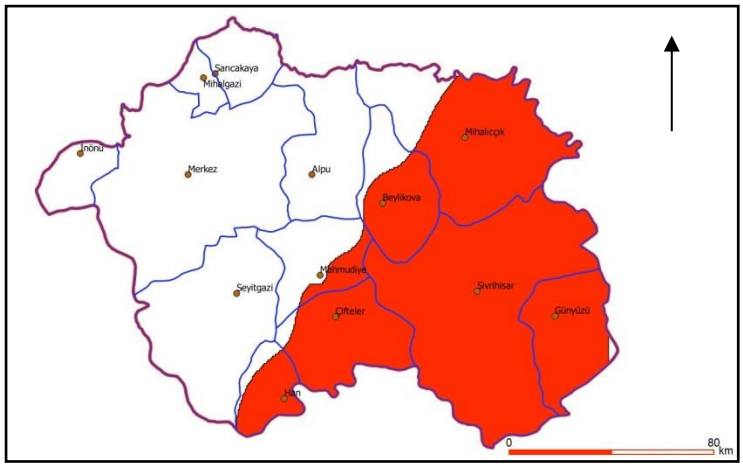
Verilerin haritaya dönüştürülmesi sonucunda Eskişehir'in Mihalıççık-Han ilçeleri uzantısı doğusunda kalan bölgenin güneşlenme süresinin bu koşullara uygun olduğu görülmüştür (Şekil 11). GES santralı yer seçimi aşamasında kullanılan koşul olan 2000 saat/yıl bu çalışmada daha emniyetli olması bakımından 2500 saat/yıl olarak alınmıştır.



Şekil 11. Eskişehir ilçelerine ait güneşlenme zamanı (süre/yıl) haritası.

Harita yorumlandığında Günyüzü, Sivrihisar, Çifteler ve Han ilçelerinin güneşlenme süresinin 2500 saat/yıl üzerinde olduğu anlaşılmıştır. Haritada sadece ≥ 2500 saat/yıl olan yerler filtrelendiğinde Eskişehir il sınırının D ve GD taraflarının uygun olduğu ortaya çıkmaktadır **(Şekil 12)**.

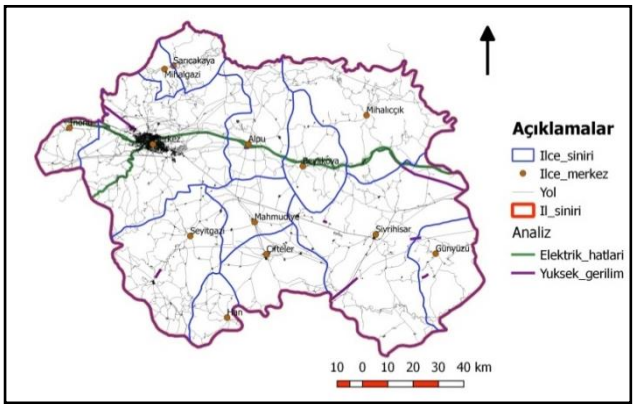
Bu ilçeler arasında Sivrihisar, Çifteler, Mahmudiye ve Günyüzü ilçeleri GES konumu açısından önemli ilçeler olduğu ortaya çıkmaktadır.



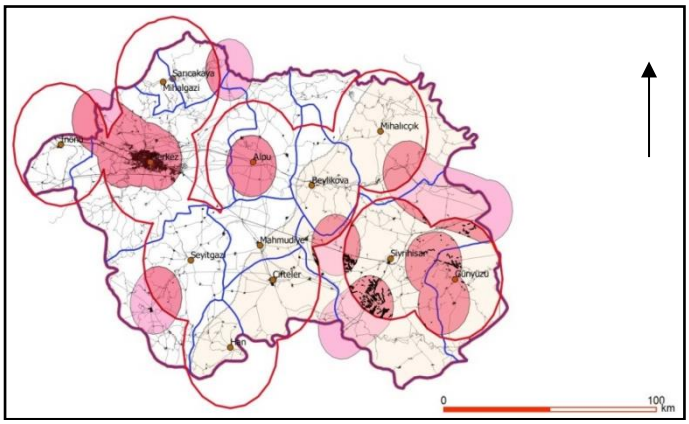
Şekil 12. Eskişehir ilçelerine ait güneşlenme zamanı ≥ 2500 saat/yıl olan yerler (kırmızı yerler).

4.3.Konumsal Durum Çalışması

Tüm parametreleri kullanarak konumsal durum analizi yaparken CBS kullanılması gerekir. GES kurulumu için gerekli konumsal değişkenler çoktur. Bu değişkenler kurulumu düşünülen projenin büyüklüğüne göre azalır veya artar. Çalışmada konumsal verilerin bu konuda önemini ve CBS ile yorumlamanın yöntemini gösterebilmesi için sadece yerleşim yerlerine ve enerji hatlarına yakınlık parametreleri ele alınmıştır (Şekil 13). Çalışmada yerleşim yerlerine yakınlık değeri 20 km. ve enerji nakil hatlarına yakınlığı 5 km. olan yerler uygun yer olarak belirlenmiştir (Şekil 14). Enerji nakil hatları için OpenStreetMap (2016) verisi kullanılmıştır. Ayrıntılı çalışmalar için bu konuda daha kapsamlı haritalar kullanılabilir.



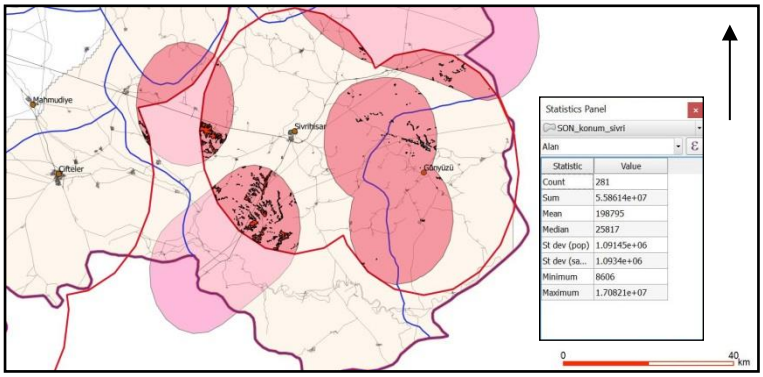
Şekil 13. Eskişehir il sınırı içinde analizde kullanılan yerleşim yerleri ve elektrik hatları.



Şekil 14. Konumsal ve meteorolojik uygun alanlar içine giren yerler.

Analizler sonucunda en uygun ilçeler Sivrihisar ve Günyüzü olarak belirlenmiştir. Bu ilçelerin sınırları içinde GES kurulumu için uygun yerler **Şekil 15.**'de görülmektedir. Sivrihisar ilçesi sınırları içinde uygun yerler ile ilgili bilgiler CBS yazılımının istatistik arayüzünde görülmektedir. Sivrihisar ve Günyüzü ilçelerine ait bilgiler ise **Çizelge 3**.'de görülmektedir. Çizelge 3. incelendiğinde Sivrihisar ilçesinde 55 km^2 ve Günyüzü ilçesinde ise 4 km^2 lik alanın GES kurulumu için uygun olduğu anlaşılmıştır.

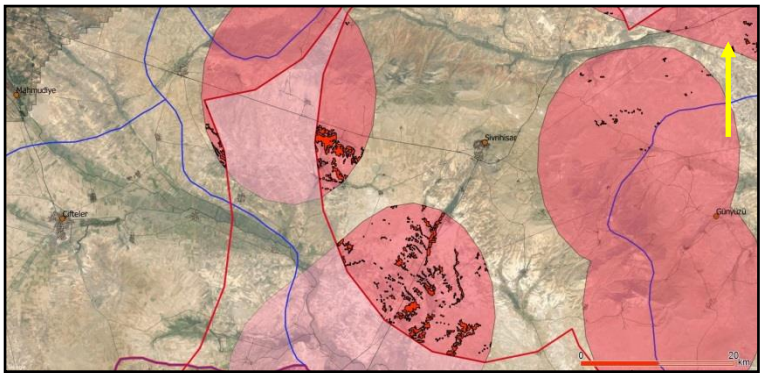
Uygun olarak belirlenen bu yerler Google Earth (2016) görüntüsü üzerinde açılarak bu yerlerin konumu daha belirgin olarak saptanabilmektedir



Şekil 15. Sivrihisar ve Günyüzü ilçelerinde GES kurulumu için uygun yerler ve Sivrihisar uygun yer istatistiği.

Çizelge 3. Sivrihisar ve Günyüzü ilçelerinde GES kurulumu açısından uygun yerlerin sayısı ve alan büyüklüğü

İlçeler	**Sayı**	**Alan (km^2)**
Sivrihisar	281	55.86
Günyüzü	38	4.38



Şekil 16. Uygun alan olarak belirlenen GES kurulum yerlerin Google Earth (2016) üzerinde görünümü.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;
Arazi analizi sonucunda öncelikle Sivrihisar ilçesi olmak üzere, Çifteler, Mahmudiye ve Seyitgazi ilçesinin K tarafları eğim ve bakı açısından uygun yerlere sahip olduğu anlaşılmıştır.
Meteorolojik durum analizi sonucunda ise, Günyüzü, Sivrihisar, Çifteler ve Han ilçelerinin yıllık güneşlenme süresinin 2500 saatin üzerinde olduğu anlaşılmıştır.
Konumsal değişkenlerden yerleşim yeri (Zon=20 km) ve enerji hatları (Zon=5 km) kullanılarak yapılan analizde Sivrihisar ilçesinde 55 km^2 ve Günyüzü ilçesinde ise 4 km^2 lik alanın GES kurulumu için uygun olduğu anlaşılmıştır.
Eskişehir ilçeleri içinde Sivrihisar ve Günyüzü ilçelerinin GES kurulumu için potansiyel yer bakımından en uygun ilçeler olduğu belirlenmiştir. Sivrihisar ilçesinde 55 km^2 ve Günyüzü ilçesinde 4 km^2 alanın amaca uygun olduğu belirlenmiştir
GES konumu için ön çalışmada kullanılan Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası kullanılarak yer belirlemenin yeterli olmayacağı, bu haritanın sadece meteorolojik verilere göre hazırlandığı anlaşılmıştır.

GES konumu için kullanılan meteorolojik verilerin de daha ayrıntılı olması gerektiği anlaşılmıştır. Yapılan çalışmada elde edilen ilçelere göre değerlendirmenin daha ayrıntılı olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonunda aşağıdaki öneriler yapılmıştır;
GES kurulum ön araştırmalarında yer belirleme aşamasında çok sayıda konumsal veri ile analiz gereklidir. Bu nedenle kesinlikle CBS yazılımı kullanılmalıdır.
CBS yazılımı kullanılması aşamasında Açık Kaynak Kodlu CBS kullanılması önerilmelidir. Bu ülke yararına bir görevdir.
Ayrıntılı çalışmalar için daha fazla değişken kullanılarak daha hassas sonuçlar elde edilebilir.
Çalışmalarda Arazi Kullanım haritalarından yararlanılmalıdır.
Sadece meteorolojik durum ve değişkenler değil, bölgenin arazi durumu ve konumsal değişkenler ele alınarak analizler yapılmalıdır.
Bu çalışmada meteorolojik değişkenlerden güneşlenme zamanı kullanılmıştır. Bunun yanı sıra ışınım şiddetinin de kullanılarak analizlerin yapılması daha gerçekçi sonuç verecektir.
Yapılan bu çalışmalar tüm iller için uygulanmalıdır.
Analizlerde kullanılan değişkenlerin ağırlık değerlerinin bölgeden bölgeye değiştiği bilindiğinden bu çalışmalarda Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) kullanılmalıdır.
Sivrihisar ilçesinde gelişmekte olan sanayi ve Günyüzü ilçesinde mermer ocak ve işletmelerinin elektrik gereksinimlerini GES kurulumu ile karşılamaları bu yöreye ekonomik faydalar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

AÖF, 2013, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Yayın No: 1884, syf: 2-26.

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.

EİE, 2012, http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

Google Earth, 2016, https://www.google.com/earth/

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)

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2015, http://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/turkiye-gunluk-guneslenme-suresi-7.pdf

OpenStreetMap, 2016, https://www.openstreetmap.org/#map=6/38.169/22.335

QGIS, 2016, http://www.qgis.org/en/site/

USGS, 2015, https://lta.cr.usgs.gov/SRTM1Arc

Vikipedia, 2016, https://tr.wikipedia.org/wiki/Eski%C5%9Fehir