

# GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ KURULACAK ALANLARIN CBS-ÇÖKA YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Dolunay Güçlüer<sup>1</sup>, Fatmagül Batuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Enermet Enerji Meteoroloji Ltd., Yıldızevler Mah.708 sok. 14/7,. Çankaya, Ankara, YTÜ-FBE, dg@enermet.com.tr

<sup>2</sup>YTÜ, Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Müh.Bölümü, Esenler, İstanbul, batuk@yildiz.edu.tr

## ÖZET

Ülkelerin gelişmişlik oranları enerji tüketimleriyle doğru orantılıdır. Sanayisi sürekli gelişmekte olan Türkiye enerji ihtiyacını karşılamak için şimdiye kadar kullandığı kaynaklardan farklı kaynaklar bulmak durumundadır. Fosil yakıtların giderek pahalılaşması, Türkiye'yi enerji politikası açısından dışa bağımlı kılma zorunluluğu, fosil kaynakların kullanımı sonucu karbondioksit (CO<sub>2</sub>), kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>), nitrojenoksitlerin (NO<sub>x</sub>) emisyonları hem ekolojik dengeyi bozmakta hem de tarafı olduğu Kyoto Protokolü'ne uygun düşmemesi yenilenebilir enerji kullanımını çok önemli bir konuma getirmiştir. Bu durumda güneş enerjisi potansiyeli açısından çok verimli olan Türkiye sınırsız bir öz kaynak olan güneşi, enerji üretme amaçlı kullanmak durumundadır.

Günümüzde yenilenebilir enerji kapsamında güneş enerjisi oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle Türkiye ile aynı enlemde ve iklim yapısında bulunan İspanya'nın güney kısımlarında yoğunlaştırılmış güneş santralleri (CSP - Concentrating Solar Power) yaygın olarak bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı bir ilde kurulacak CSP santrali için en uygun alanların CBS ortamında belirlenmesidir. Bu amacı gerçekleştirmek için CBS ortamında Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yöntemi Konya İli için uygulanmıştır. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA), il sınırları, sayısal yükseklik modeli, eğim, çevre koruma alanları, kuş göç yolları, göller, nehirler, deprem fay hattı, enerji nakil hattı, trafo merkezleri, havalimanları, demiryolu, karayolu, rüzgar elektrik santralleridir (RES). Uygulama bölgesi olan Konya'nın çok geniş bir yüzölçümüne sahip olması ve güneş enerjisinden elektrik elde etme potansiyelinin de yüksek olması, örnek bölge olarak seçilmesinde önemli bir rol oynamıştır.

Bu sunumda, sınırsız, bağımsız ve öz bir kaynak olan güneş enerjisi kullanılarak Türkiye'nin enerji ihtiyacının karşılanmasına CBS-ÇÖKA uygulaması ile ilgili çalışma ortaya konmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Coğrafi Bilgi Sistemi, Çevre, ÇED, Güneş Enerjisi, Çok Ölçütlü Karar Analizi

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF AREAS FOR THE SOLAR POWER CENTRAL BY USING GIS-MCDM METHOD

Countries improving level has a direct proportion with consuming energy amount. Turkey, which has improving industry, has to find some other sources different than up to now. Renewable energy usage has become very crucial situation; fossil fuel's increasing prices, obligation of turkey's dependence on foreign sources, emission of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>), nitrogen oxide (NO<sub>x</sub>) damage to ecological balance and also inappropriate to kyoto protocol which turkey has part of. Turkey has to use sun for producing electricity in order to use its vertile, unlimited solar power potential.

Nowadays, solar power is using very widely as a renewable energy. Especially in Spain, which has in the same latitude and similar climate condition, it can be seen very frequently solar power plants in the south part.

The aim of this study to determine the best areas for concentrating solar power (CSP) central installation using GIS technique. To make this aim come true GIS - multi-criteria decision making (MCDM) analysis method was used. The criteria were solar power potential atlas (GEPA), province border, digital elevation model (DEM), slope, special protected environmental areas, bird flight path, lake, river, earthquake fault line, power transmission line, substation, airport, railway, motorway, wind power plant. Konya province is chosen for the application area. Due to its wide surface area and high solar power potential characteristics became significant factor to be chosen.

In this study, application of GIS-MCDM method use of unlimited, independent and native resource sun power in order to respond Turkey's electricity demand.

Keywords: GIS, Environment, Solar power, MCDM.

## 1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi tüketiminin gelişmişliğin bir göstergesi olduğu günümüz koşullarında, birincil enerji kaynaklarının sürekli tükenmekte oluşu ve bu kaynakların kullanılması sırasında ortaya çıkan ekolojik olumsuzluklar acil olarak çözülmesi gereken bir sorunu oluşturmaktadır. Bu problemin en temel çözümü yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak ve enerji verimliliğini artırmaktır (Özgöçmen, 2007). Geleceği korumak adına yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması önemli bir adım olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasından doğan olumsuzluklar diğer enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında yok denecek kadar azdır (Durak, Basım aşamasında). Ancak dünya genelinde ülkelerin enerji politikalarında, yenilenebilir enerji kaynağı yetersizliği ve ekonomik sebeplerle yenilenebilir enerjiye gereken önem verilmemiştir. Bununla birlikte son zamanlarda teknolojinin gelişmesiyle daha yüksek verim alınabilen ve daha ucuza mal edilebilen sistemler oluşturulmuştur. Son yıllarda yakıt fiyatlarındaki yüksek artışlar daha önce ekonomik görülmeyen güneş enerjisinin kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır.

1997 yılında Kyoto'da imzalanan Kyoto Protokolü, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması ile karbon emisyon ticareti gündeme gelmiş ve 39 gelişmiş ülke 2008-2012 yılları arasında sera gazı emisyon limitlerini 1990 yılı seviyelerinin % 5 daha da altına çekmeyi kabul etmişlerdir. Özünde bir Avrupa projesi olarak sürdürülen Kyoto Protokolü, her ülke ve endüstriyi somut karbon emisyon kotaları ile sınırlamaktadır. Kyoto Protokolü koyduğu kurallarla taraf ülkelerin enerji, sanayi, ulaşım ve tarım politikalarında fosil yakıt bağımlılığını azaltmaya zorlayan bir yaptırımlar bütünüdür. Kyoto Protokolü, yenilenebilir enerji ve çevre dostu teknolojilerinin kullanımlarının artırılmasını ve bu yöndeki araştırmaların teşvik edilmesini sağlar (Durak, 2009).

Yeryüzüne gelen net güneş enerjisi şu anda insanların kullandıkları fosil enerji kaynakları ve nükleer enerjinin 10.000 katı kadardır. Yeryüzüne ulaşan güneş enerjisinin toplam miktarı 1.2 10<sup>17</sup> watt civarındadır. Sadece yeryüzüne yıllık ulaşan güneş ışınımının %0.003'ü toplam global elektrik talebini karşılayabilmektedir (Şahin, 2009).

## 2. GÜNEŞ ENERJİSİ

### 2.1 Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMI) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Aylara göre Türkiye güneş enerji potansiyeli Şekil 1'de verilmiştir [1].



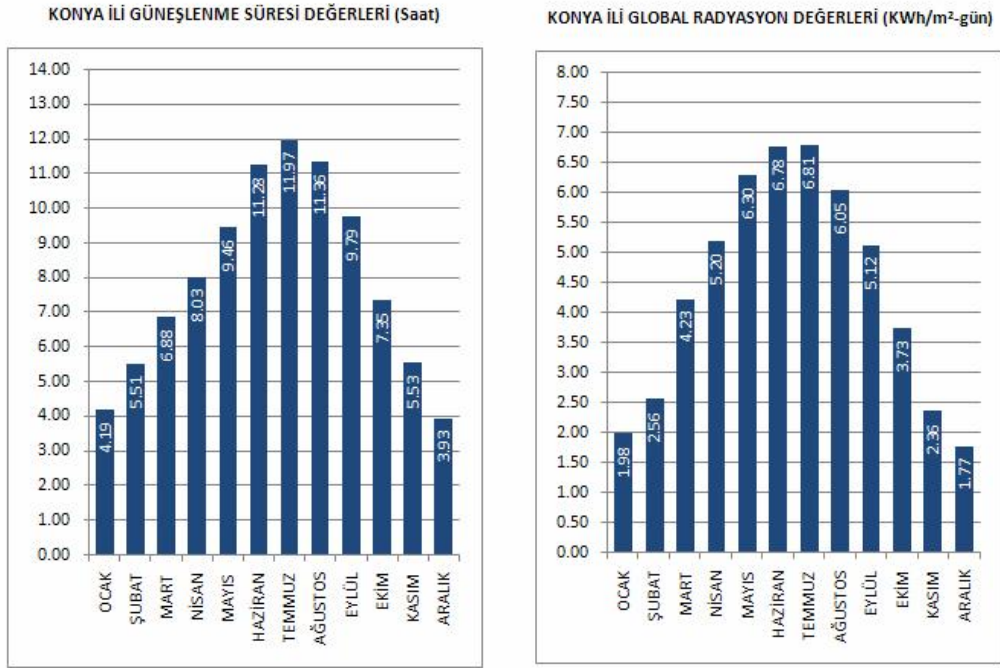
Şekil 1: Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası [1]

### 2.2 Konya İli'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli

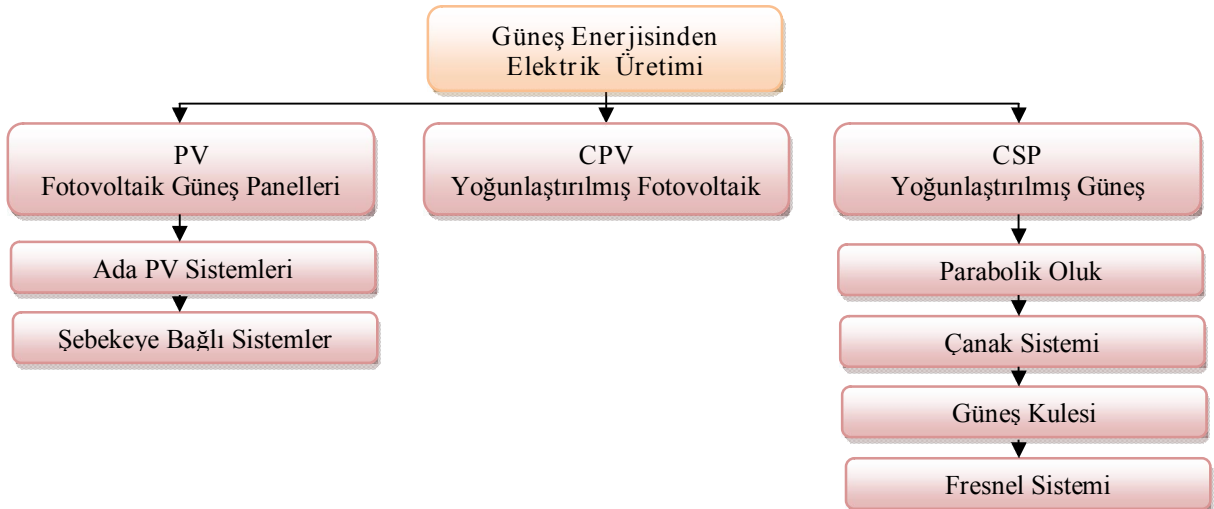
Konya GEPA'ndan da görüldüğü üzere güneş radyasyonu potansiyeli yüksek bir şehirdir. Ayrıca fotovoltaik (PV-photovoltaics), odaklayıcı PV fotovoltaik (CPV-concentrated photovoltaics), yoğunlaştırılmış güneş santrali (CSP-concentrating solar power) sistemlerinin her biri için uygun bir ildir. Yüze ölçümünün geniş olması çok sayıda GES (Güneş Enerjisi Santrali) kurulabilmesine olanak vermektedir (Şekil 2 ve 3).



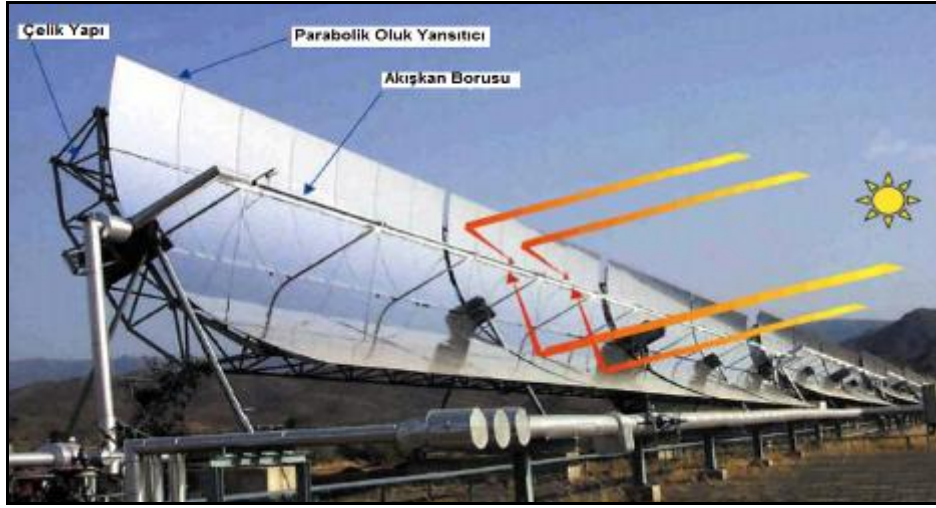
Şekil 2: Konya İli'ne ait güneş enerjisi potansiyel atlası, [1].



Şekil 3: Konya İli'ne ait güneşlenme süresi ve global radyasyon değeri, [1].



Şekil 4: Güneş enerjisi diyagramı.

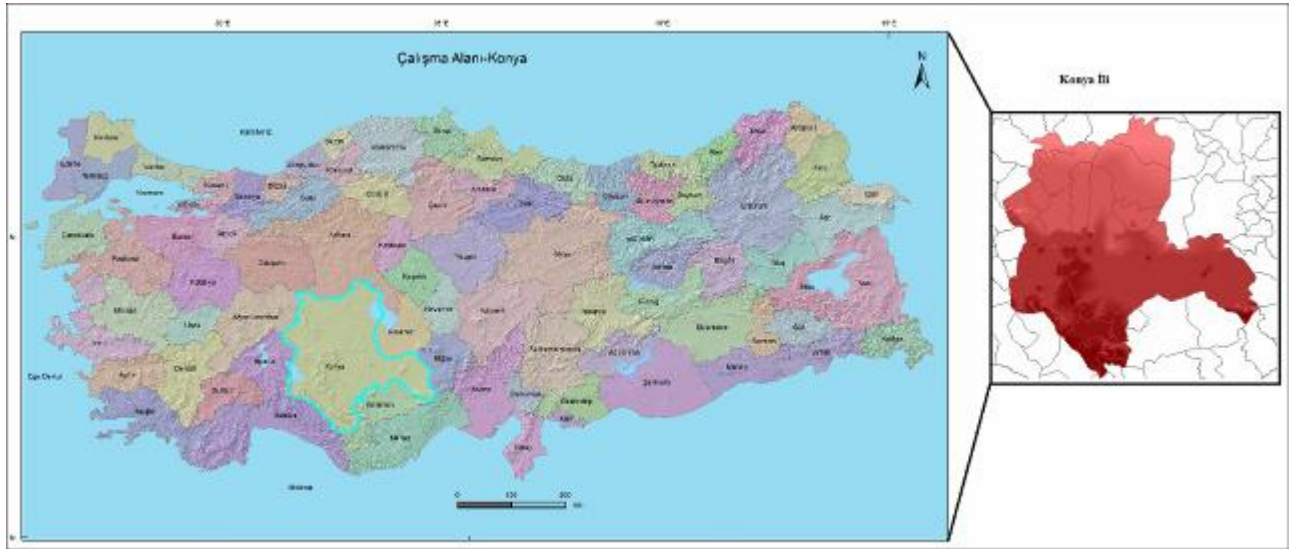


Şekil 5: Parabolik oluk CSP (Güçlüer ve Durak, 2009).

### 3. UYGULAMA

#### 3.1 Çalışma Alanı

Konya ili, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesinde yer alan, etrafı Ankara, Eskişehir, Afyon, Isparta, Antalya, Karaman, Mersin, Niğde ve Aksaray illeriyle çevrili Türkiye'nin yüzölçümü en büyük ilidir. Konya İli ayrıca güneş radyasyonu potansiyeli oldukça yüksek bir şehirdir. Öyle ki PV, CPV ve CSP sistemlerinin her biri için uygun bir ildir (Durak, 2009). Yüzölçümünün geniş olması çok sayıda GES kurulabilmesine olanak vermektedir. Bu çalışma konusuna uygun olarak güneş elektrik santrali kurulması uygun olan en geniş yüzölçümüne sahip şehir olması nedeniyle Konya İli çalışma alanı olarak seçilmiştir. Ayrıca bu geniş alanın büyük bir kısmının eğiminin az olması da özellikle CSP santrallerin kurulmasına elverişli halde olduğunu göstermektedir (Güçlüer, 2010).

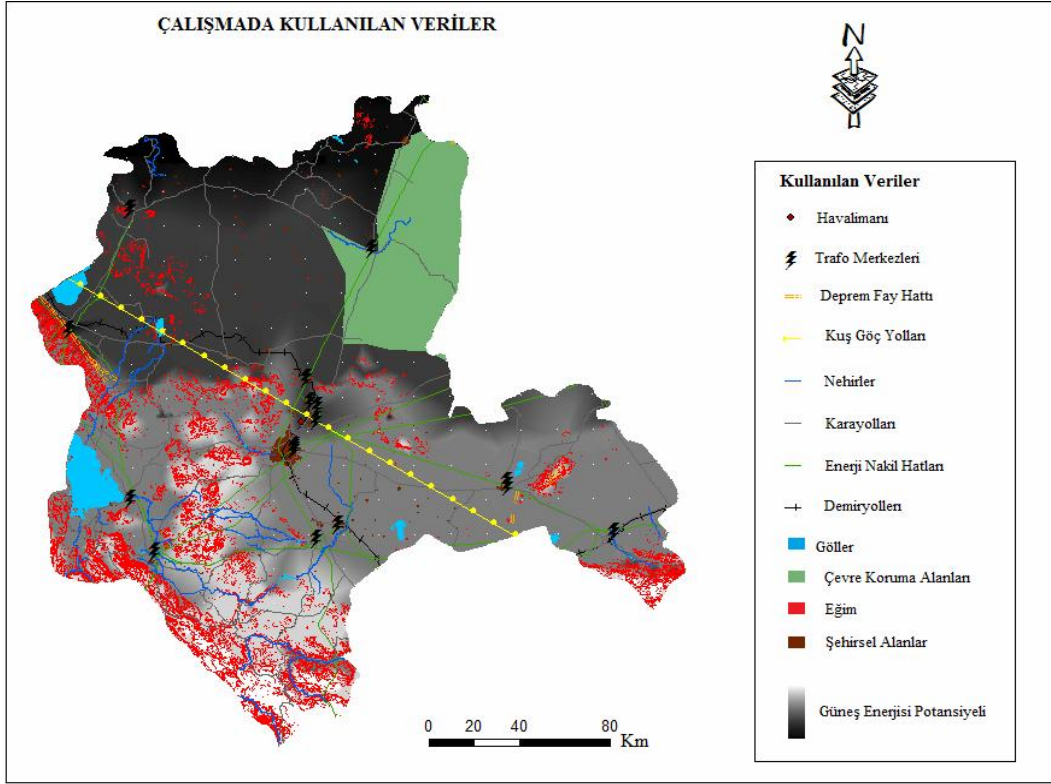


Şekil 6: Çalışma alanı

#### 3.2 Çalışma Verileri

Bir CSP santralin kurulması için pek çok kriterin kullanılması gerekmektedir. Bunlardan başlıcaları ve çalışmada kullanılanlar Şekil'7 de gösterilmektedir.

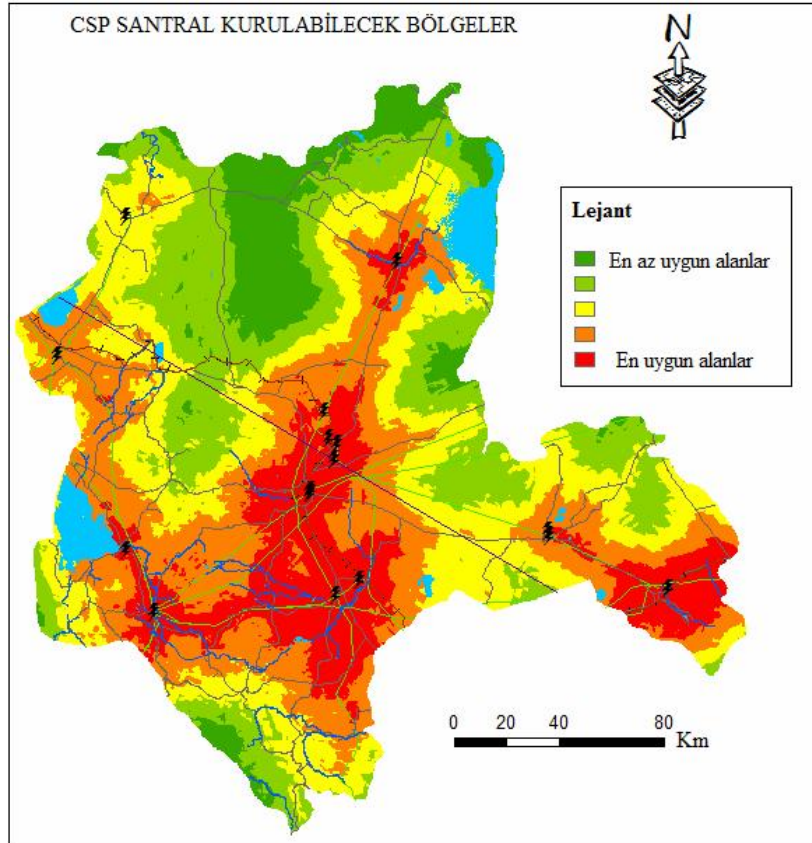




Şekil 7: Çalışmada kullanılan veriler

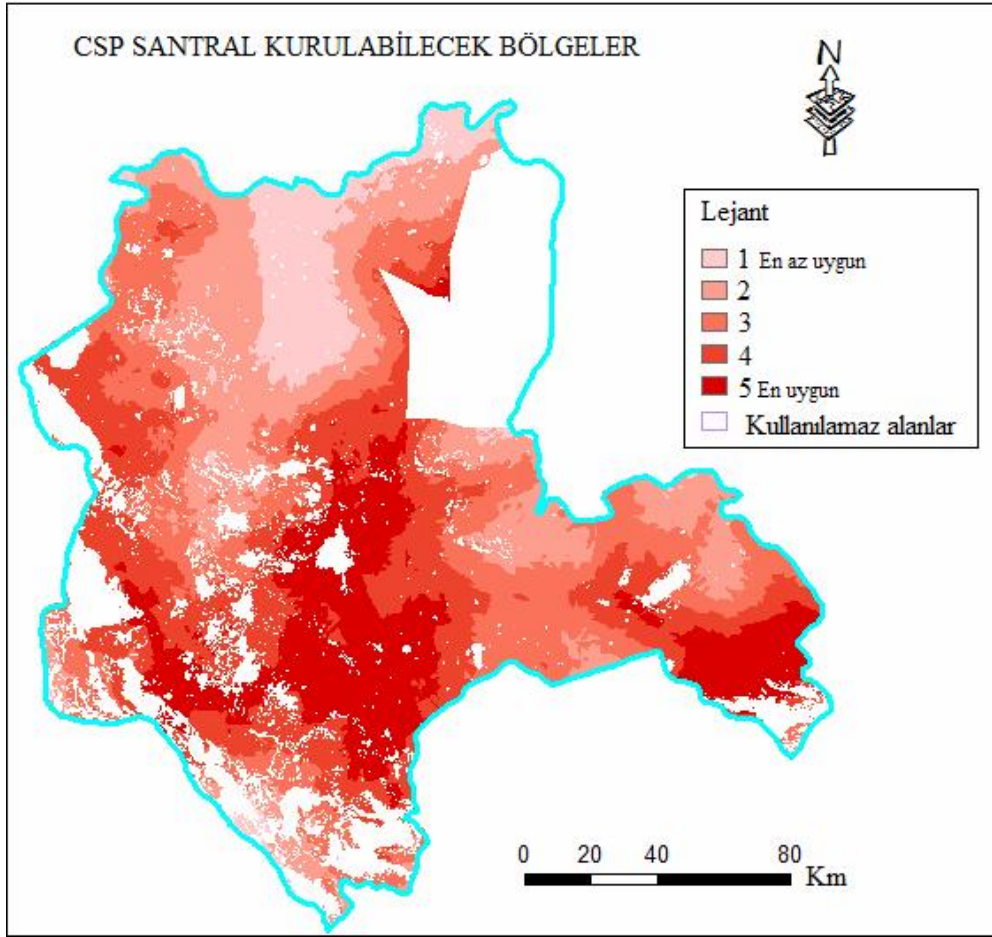
### 3.3. Verilerin Düzenlenmesi, İşlenmesi ve Sonuç

Tüm veriler “öklid mesafesi” yöntemi ile derecelendirilmiş, en yüksek değer 1 olacak şekilde normalleştirilmişlerdir. Normalleştirilen veriler yeniden sınıflandırılarak 9 sınıfa ayrılmışlardır, bu sınıfların ağırlıkları ise CSP santral kurmaya en uygundan en az uygun olacak şekilde; en uygun değer 9 en az uygun değer 1 verilerek puanlandırılmışlardır



Şekil 8: CSP santral kurulabilecek bölgeler





Şekil 9: CSP santral kurulabilecek nihai bölgeler

Çalışma sonucunda en uygun olan alanların toplamı yaklaşık olarak 665.000 hektar olarak hesaplanmıştır. Belirlene bu alandan kullanılmayan alanlar çıkartıldığında yaklaşık olarak 379.000 hektar içerisinde CSP santral kurmaya elverişli bölge içerisinde 114.000 hektar en uygun alanlar toplamı olarak belirlenmiştir. 50 MW'lık bir CSP santrali tüm kısımları ile beraber yaklaşık olarak 35 hektarlık bir alana ihtiyaç duymaktadır. Teorik olarak Konya ilinde 3257 adet 50MW kurulu gücünde CSP santral yapmak mümkündür. Hesaplanan kurulabilecek CSP santral sayısı Konya İli'ndeki güneş potansiyelini anlamak açısından önemlidir.

## KAYNAKLAR

Durak M., 2009. *1. Türkiye Güneş Enerjisi Kursu*, TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, Ankara.

Durak, M., Basım Aşamasında, *Güneş Enerjisi Teori ve Uygulama*, Ankara.

Güçlüer, D. ve Durak, M., 2009. *Plataforma Solar de Almeria Teknik Gezisi Notları*, 4-10 Mayıs 2009, Almeria.

Güçlüer, D., 2010. *Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak alanların CBS- Çok ölçütlü Karar Analizi Yöntemi ile Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve CBS Yüksek Lisans Programı.

Özgöçmen, A., 2007, *Güneş Pilleri Kullanarak Elektrik Üretimi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Şahin, A. D., 2009. *1. Türkiye Güneş Enerjisi Kursu*, TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, Ankara.

URL 1, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü İnternet sitesi, *GEPA (Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)*, <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>, 28 Şubat 2011.