

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ YER SEÇİMİNDE  
CBS KULLANIMI: KAYSERİ İLİ ÖRNEĞİ**

**Hazırlayan  
Şükrü ASLAN**

**Danışman  
Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Temmuz 2019  
KAYSERİ**



**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ YER SEÇİMİNDE  
CBS KULLANIMI: KAYSERİ İLİ ÖRNEĞİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan  
Şükrü ASLAN**

**Danışman  
Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN**

**Temmuz 2019  
KAYSERİ**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Şükrü ASLAN

İmza :



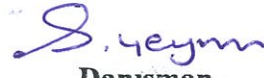
## YÖNERGEYE UYGUNLUK

“Güneş Enerji Santrali Yer Seçiminde Cbs Kullanımı: Kayseri İli Örneği” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyas Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.



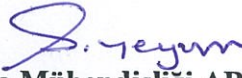
Tezi Hazırlayan

Şükrü ASLAN



Danışman

Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN



Harita Mühendisliği ABD Başkanı

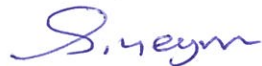
Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN

**Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN** danışmanlığında **Şükrü ASLAN** tarafından hazırlanan “**Güneş Enerji Santrali Yer Seçiminde Cbs Kullanımı: Kayseri İli Örneği**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Harita Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

22 / 07 / 2019

**JÜRİ:**

Danışman : Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN

  
.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Tuba KURBAN

  
.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Emin KARKINLI

  
.....

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 30/07/2019 tarih ve 2919/45-20 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



  
Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca farklı bakış açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi sayın hocam Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca; çalışmalarım süresince sabır göstererek beni daima destekleyen aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Şükrü ASLAN  
Kayseri, Temmuz 2019

## GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ YER SEÇİMİNDE CBS KULLANIMI: KAYSERİ İLİ ÖRNEĞİ

Şükrü ASLAN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2019  
Danışman: Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN

### ÖZET

Günümüz dünya şartlarında artan nüfus ve hızla gelişen teknoloji, enerji tüketimini artırırken, yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenmesine ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi zorunlu hale getirmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından en önemlilerinden birisi olan güneş enerjisi ülkemiz için de oldukça önem arz etmektedir. Türkiye, çevre dostu olan güneş enerjisi açısından büyük bir potansiyele sahip olmakla birlikte son yıllarda güneş enerjisi yatırımlarını hızla artırmaktadır. Ülkemiz güneş enerjisi kullanımını yaygınlaştırarak enerji konusunda dış ülkelere olan bağımlılığını azaltabilecektir. Türkiye’de güneş enerjisi santrali kurulumuna uygun yerler hakkında Güneş Enerjisi Potansiyel Atlasından faydalanılabilir ancak bu atlas yalnızca güneşlenme zamanı ve radyasyonu gibi değerler ile oluşturulmuştur. Bu değerlerle oluşturulan atlas tek başına yeterli olmayıp, yer seçimi ile ilgili farklı kriterlerin de analizi ile daha doğru sonuçlara ulaşılabilecektir.

Bu çalışmada, Kayseri ilinde güneş enerjisi santrallerinin kurulabilmesi için en uygun yer seçimlerinin yapılması amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak mekânsal analizler yapılmıştır. Güneş enerjisi santrallerine en uygun yer seçimlerinin yapılabilmesi için belirlenen yer seçim kriterleri, güneş enerjisi potansiyeli, eğim, bakı, trafo merkezlerine uzaklık, enerji nakil hatlarına uzaklık, akarsulara uzaklık, göllere uzaklık, yerleşim alanlarına uzaklık, karayollarına ve demiryoluna uzaklık olarak tespit edilmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile kriterler kendi aralarında değerlendirilmiş ve ağırlıkları belirlenmiştir. Sonrasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) analizleri kullanılarak, Kayseri ilinde güneş enerjisi santrali kurulumu için en uygun yerler tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Coğrafi Bilgi Sistemleri, Mekânsal Analiz, Analitik Hiyerarşi Yöntemi, Güneş Enerjisi Santrali, Yer seçimi.

## **GIS USE IN SOLAR POWER PLANT LOCATION SELECTION: KAYSERİ PROVINCE EXAMPLE**

**Şükrü ASLAN**

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**M.Sc. Thesis, July 2019**

**Supervisor: Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN**

### **ABSTRACT**

While increasing population and rapidly developing technology in today's world conditions have increased energy consumption, it has made it mandatory for non-renewable energy sources to be depleted and directed towards renewable energy sources. Solar energy is one of the most important sources of renewable energy for our country is very important. While Turkey has great potential in terms of solar energy, which is environmentally friendly, it has been rapidly increasing its investments in solar energy in recent years. Our country will be able to reduce its dependence on foreign countries on energy by spreading the use of solar energy. In Turkey, the potential Atlas of solar energy can be used about the appropriate places for solar power plant installation, but this atlas was only created with values such as sunbathing time and radiation. The atlas created with these values alone is not sufficient, and more accurate results can be achieved by analyzing different criteria related to location selection.

In this study, spatial analyses were conducted using Geographical Information Systems (GIS) in order to make the most suitable location choices for the establishment of solar power plants in Kayseri province. The criteria for choosing the most suitable location for solar power plants are determined as solar energy potential, slope, aspect, distance to substations, distance to power transmission lines, distance to streams, distance to lakes, distance to residential areas, distance to highways and railways. With the analytical hierarchy method, which is one of the multi-criteria decision making methods, the criteria were evaluated among themselves and their weight was determined. Then, using Geographical Information Systems (GIS) analysis, the most suitable places for the installation of solar power plants were identified in Kayseri province.

**Keywords:** Geographical Information Systems, Spatial Analysis, Analytical Hierarchy Method, Solar Power Plant, Location Selection.

## İÇİNDEKİLER

### GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ YER SEÇİMİNDE CBS KULLANIMI: KAYSERİ İLİ ÖRNEĞİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK .....	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY .....	iv
ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR .....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT .....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
KISALTMALAR .....	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
GİRİŞ .....	1

## 1. BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER

1.1. Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi .....	3
1.2. Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli Çalışmaları .....	3
1.3. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA).....	4
1.4. Türkiye’nin Güneş Enerjisi Potansiyeli .....	4
1.5. Türkiye’de Güneş Enerjisi Santrali Yer Seçimi İle İlgili Mevzuat İncelemesi ..	7
1.6. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri .....	8
1.6.1. Analitik Hiyerarşi Yöntemi.....	9
1.7. Coğrafi Bilgi Sistemleri .....	15

## 2. BÖLÜM

### UYGULAMA

2.1. Uygulama Alanı.....	16
2.2. Yöntem .....	16
2.3. Çalışma Verileri .....	18
2.3.1. Güneş Enerji Potansiyeli.....	18
2.3.2. Eğim .....	20
2.3.3. Bakı .....	21
2.3.4. Trafo Merkezleri.....	22
2.3.5. Enerji Nakil Hattı .....	23
2.3.6. Karayolu .....	24
2.3.7. Demiryolu .....	25
2.3.8. Yerleşim .....	26
2.3.9. Akarsu.....	27
2.3.10. Göl .....	28
2.4. Verilerin Düzenlenmesi ve İşlenmesi.....	29
2.4.1. Kriterlerin Sınıflandırılması.....	29
2.4.1.1. Güneş Enerji Potansiyeli .....	29
2.4.1.2. Eğim.....	31
2.4.1.3. Bakı.....	33
2.4.1.4. Trafo Merkezleri .....	35
2.4.1.5. Enerji Nakil Hattı.....	37
2.4.1.6. Karayolu .....	39
2.4.1.7. Demiryolu .....	41
2.4.1.8. Yerleşim .....	43
2.4.1.9. Akarsu .....	45
2.4.1.10. Göl .....	47
2.4.2. Analitik Hiyerarşi Yöntemi İle Ağırlıkların Belirlenmesi .....	49

### 3. BÖLÜM

#### BULGULAR VE İRDELEMELER

3.1. Kayseri İlinde Güneş Enerji Santrali Kurulabilecek Alanlar Haritası .....	51
3.2. Sonuçların Kurulu Güneş Enerji Santralleri ile Karşılaştırılması .....	53

### 4. BÖLÜM

#### SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Sonuç ve Öneriler .....	57
KAYNAKÇA .....	59
ÖZGEÇMİŞ .....	61

## KISALTMALAR

<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>GIS</b>	: Geographical Information System
<b>GES</b>	: Güneş Enerji Santrali
<b>AHY</b>	: Analitik Hiyerarşi Yöntemi
<b>EİE</b>	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
<b>DMİ</b>	: Devlet Meteoroloji İşleri
<b>GEPA</b>	: Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
<b>YEKA</b>	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları
<b>YEGM</b>	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Önem Skalası. (Yaralıoğlu, 2001).....	10
Tablo 1.2. RI Değerleri.....	13
Tablo 2.1. Güneş enerji potansiyeli verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları...	29
Tablo 2.2. Eğim verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları.....	31
Tablo 2.3. Bakı verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları.....	33
Tablo 2.4. Trafo merkezleri verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları .....	35
Tablo 2.5. Enerji nakil hattı verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları.....	37
Tablo 2.6. Karayolu verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları.....	39
Tablo 2.7. Demiryolu verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları .....	41
Tablo 2.8. Yerleşim verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları.....	43
Tablo 2.9. Akarsu verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları.....	45
Tablo 2.10. Göl verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları .....	47
Tablo 2.11. Analitik hiyerarşı yöntemi sonucu oluşturulan karşılaştırma matrisi.....	49
Tablo 2.12. Analitik hiyerarşı yöntemi sonucu hesaplanan ağırlıklar ve tutarlılık oranı.....	50

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) (Url-3).....	5
Şekil 1.2.	Türkiye global radyasyon değerleri ve güneşlenme süreleri (Url-3) .....	6
Şekil 1.3.	Kayseri ili Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (Url-4).....	6
Şekil 1.4.	Kayseri global radyasyon değerleri ve güneşlenme süreleri (Url-4).....	6
Şekil 2.1.	Kayseri ilinin Türkiye içindeki konumu (Url-7).....	16
Şekil 2.2.	Kayseri ili Güneş enerji potansiyeli haritası .....	19
Şekil 2.3.	Kayseri ili eğim haritası .....	20
Şekil 2.4.	Kayseri ili bakı haritası .....	21
Şekil 2.5.	Kayseri ili trafo merkezleri haritası.....	22
Şekil 2.6.	Kayseri ili enerji nakil hattı haritası .....	23
Şekil 2.7.	Kayseri ili karayolu haritası .....	24
Şekil 2.8.	Kayseri ili demiryolu haritası.....	25
Şekil 2.9.	Kayseri ili yerleşim haritası.....	26
Şekil 2.10.	Kayseri ili akarsu haritası.....	27
Şekil 2.11.	Kayseri ili göl haritası .....	28
Şekil 2.12.	Kayseri ili güneş enerji potansiyeli sınıf haritası .....	30
Şekil 2.13.	Kayseri ili eğim sınıf haritası .....	32
Şekil 2.14.	Kayseri ili bakı sınıf haritası .....	34
Şekil 2.15.	Kayseri ili trafo merkezleri mesafe sınıf haritası .....	36
Şekil 2.16.	Kayseri ili enerji nakil hattı mesafe sınıf haritası.....	38
Şekil 2.17.	Kayseri ili karayolu mesafe sınıf haritası .....	40
Şekil 2.18.	Kayseri ili demiryolu mesafe sınıf haritası .....	42
Şekil 2.19.	Kayseri ili yerleşim mesafe sınıf haritası .....	44
Şekil 2.20.	Kayseri ili akarsu mesafe sınıf haritası .....	46
Şekil 2.21.	Kayseri ili göl mesafe sınıf haritası.....	48
Şekil 3.1.	Kayseri İli Güneş Enerji Santrali Kurulabilecek Alanlar Haritası .....	52

Şekil 3.2. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi güneş enerji santralinden görüntü-1 (Url-9).....	53
Şekil 3.3. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi güneş enerji santralinden görüntü-2 (Url-9).....	54
Şekil 3.4. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi güneş enerji santrali .....	54
Şekil 3.5. Yeşilhisar İlçesi Araplı Mahallesi yakınında kurulu olan güneş enerji santrali .....	55
Şekil 3.6. Yahyalı İlçesi Dikme Mahallesi yakınında kurulu olan güneş enerji santrali .....	55
Şekil 3.7. İncesu İlçesi organize sanayi bölgesinde kurulu olan güneş enerji santrali .....	56

## GİRİŞ

Günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla devamlı araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde bulunarak enerji sorununa çözüm aramaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarından petrol, doğalgaz, kömür ve benzeri yakıtların gün geçtikçe rezervleri azalmaktadır. Diğer taraftan bu enerji kaynakları hava kirliliğine sebep olarak birçok ülke için büyük çevresel sorunlara neden olmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının rezervlerinin azalması ve çevresel etkilerinin de artması yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi zorunlu hale getirmiştir. Bu sebeple dünya ülkeleri son yıllarda yenilenebilir enerji yatırımlarını hızla artırmaktadırlar. (Ceylan, 2016)

Yenilenebilir enerji kaynaklarından en önemlilerinden birisi olan güneş enerjisi, çevresel olarak değerlendirildiğinde oldukça çevre dostu bir enerji kaynağı olarak gösterilebilir. Güneş enerjisi diğer enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında çevre dostu bir enerji kaynağı olması, tükenmez bir enerji olması, işletme giderlerinin fazla olmaması, dışa bağımlılığının olmaması özellikleri ön plana çıkmaktadır. (Ayday, Yaman, Sabah ve Höke, 2016)

Türkiye, fosil enerji kaynakları açısından zengin bir ülke olmadığından petrol, doğalgaz, kömür gibi kaynaklar için dış ülkelere bağımlı durumdadır. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi açısından oldukça iyi bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyelin doğru ve etkin kullanımı enerji konusunda dışa olan bağımlılığın azalmasına çok büyük katkılar sağlayabilecektir. Son yıllarda güneş enerjisi konusunda potansiyelin farkına varılmakla birlikte yatırımlar hızla artmaktadır. Ancak bu yatırımların gelişigüzel bir şekilde yapılması ülkemiz açısından kaynakların doğru ve etkin kullanımını engellemektedir.

Türkiye'nin güneş potansiyelini verimli bir şekilde kullanabilmesi için bu enerji kaynağının ekolojik ve diğer yönlerden götürülerinin de en aza indirilmesi

gerekmektedir. Örnek verilecek olursa Güneş enerji santrali kurulması amacıyla büyük arazilere ihtiyaç duyulması ekolojik açıdan doğaya çeşitli zararlar verebilecektir. Bu açıdan değerlendirildiğinde güneş enerji santrali yer seçiminde, verimin en üst seviyede olması, götürülerinin ise mümkün olduğu kadar en aza düşürülmesi başlıca amaçlardan biri olmalıdır. Diğer taraftan, Güneş enerji santrallerinin yüksek maliyetlerle kurulması da en uygun yer seçimleri yapılmasının önemini göstermektedir. Yer seçiminde yalnızca güneş enerjisi potansiyeli baz alınarak doğru sonuçlara ulaşılamaz. Farklı kriterler de göz önünde bulundurularak yer seçiminde karar verilmelidir. Bu kriterler, trafo merkezleri, enerji nakil hatları, yerleşim alanları, eğim, bakı, akarsu, göl, karayolu ve demiryoluna uzaklık gibi verilerde yer seçiminde değerlendirilmesi gereken başlıca kriterlerdir. (Gerçek, 2018)

Bu çalışmada, öncelikli olarak Türkiye ve Kayseri ilinin güneş enerji potansiyeli ile ilgili bilgiler verilecek ve devamında güneş enerji santrali kurulumu ile ilgili mevzuat incelemesi yapılacaktır. Bu tez çalışmasındaki ana amaç, çalışma alanına ait konumsal verilerin (güneş enerji potansiyeli, eğim, bakı, trafo merkezlerine uzaklık, enerji nakil hatlarına uzaklık, akarsulara uzaklık, göllere uzaklık, yerleşim alanlarına uzaklık, karayollarına ve demiryoluna uzaklık) CBS tekniklerine göre analiz edilebilir hale getirilmesi sonrasında ise, Kayseri ilinde güneş enerji santrali kurulumuna en uygun alanların belirlenmesi ve sonuç haritasının oluşturulmasıdır. Ayrıca elde edilen sonuç haritası ile Kayseri ilinde kurulu olan bazı güneş enerji santrallerinin konumlarının uyumu karşılaştırılacaktır.

# 1. BÖLÜM

## GENEL BİLGİLER

### 1.1. Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi

Güneş enerjisi, çevre dostu bir yenilebilir enerji kaynağı olması yanında teknolojik açıdan kurulumu ve kullanımının oldukça kolay olması diğer enerji kaynaklarına göre avantaj olarak gösterilebilir. Günümüz dünyasında güneş enerjisi birçok farklı sektörlerde farklı biçimlerde kullanılmaktadır. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilmesi bakımından birçok teknoloji var olmakla birlikte yaygın olarak kullanılan iki farklı teknoloji bulunmaktadır. Bu teknolojiler; Güneş hücreleri (Fotovoltaik güneş elektriği sistemleri) ile Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (CSP) sistemleridir. (Url-1)

Güneş Hücreleri: Fotovoltaik (PV) güneş elektriği sistemleri olarak da bilinir. Güneş hücreleri teknolojisi, yapısında bulunan yarı iletken malzemelerin yardımıyla güneş enerjisini direkt olarak kullanarak doğrudan elektrik enerjisi üretirler. (Url-1)

Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (CSP): Bu teknoloji ise güneş enerjisini kullanarak ısı enerjisi elde edilmesini sağlar. Ortaya çıkan bu ısı enerjisi direkt olarak kullanılabilir veya farklı yöntemler kullanılarak elektrik enerjisi de üretebilirler. (Url-1)

### 1.2. Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli Çalışmaları

EİE, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından 1968-1982 yılları arasında gözlemlendiği güneşlenme verilerini değerlendirerek Türkiye’nin güneş enerji potansiyelini belirlemeye çalışmıştır. Bu değerlendirme çalışmaları sonucu yayınlanan raporlarda, Türkiye’nin yıllık bazda ortalama güneş ışınımının  $3,6 \text{ kWh/m}^2\text{.gün}$  ve

güneşlenme süresi 2640 saat olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucu ulaşılan sonuçların güneş enerjisi potansiyeli belirlenmesi için yeterli olmadığı görülmüştür. Konu ile ilgili EİE ve DMİ tarafından yeni proje başlatılmış, 5 yıl süre ile bazı illere 5 adet güneş gözlem istasyonu kurulmuştur. Proje kapsamında güneşlenme süresi, çevre sıcaklığı, yatay düzlemde toplam ve difüz güneş ışınımı verileri toplanmıştır. Bu çalışmalar sonucu elde edilen veriler değerlendirilerek model geliştirilmiş ve 58 ilin güneşlenme süreleri ve güneş ışınımı değerleri hesaplanmıştır. 2001 yılında “Türkiye'nin Güneş Işınımı ve Güneşlenme Süreleri” raporu yayınlanmış ve kamuoyuna sunulmuştur. (Url-2)

Ülkemizde 1982 yılında itibaren, EİE, Enerji Kaynakları Etüt Dairesi Başkanlığı Güneş Enerjisi Şubesi, güneş enerjisi ile ilgili çeşitli araştırma ve geliştirme faaliyetlerini sürdürmüştür. Güneş enerjisi ile ilgili sürdürülen bu çalışmalar, 02 Kasım 2011 tarihinden itibaren kurulan YEGM tarafından yürütülmektedir. (Url-2)

### **1.3. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)**

Global alanda kendini ispatlamış bir model olan “ESRI Güneş Radyasyon Modeli” güneş kaynak alanlarının tespit edilmesini teknolojik anlamda çok kolaylaştırmış ve bu amaçla yapılan çalışmalarda maliyet ve zaman açısından büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Türkiye genelinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak, ESRI Güneş Radyasyon Modeli uygulanmış ve 500x500 metre çözünürlükte 3120000 adet grid oluşturularak her bir grid için güneş kaynak bilgileri hesaplanmış ve haritası hazırlanmıştır. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası noktasal olarak (500mx500m) ortalama %  $\pm 10$  hata payı ile üretilmiş, kalibre işlemleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün 148 adet ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nün 8 adet uzun dönemli güneş ölçüm verileri ile doğrulanmıştır. 2010 yılında Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) ilgilileri için kamuoyuna sunulmuştur. (Url-2)

### **1.4. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli**

Türkiye sahip olduğu iklim şartları nedeniyle güneş enerjisi potansiyeli açısından oldukça yüksek bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyelin son yıllarda farkına varılmasıyla birlikte Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan çalışmalar

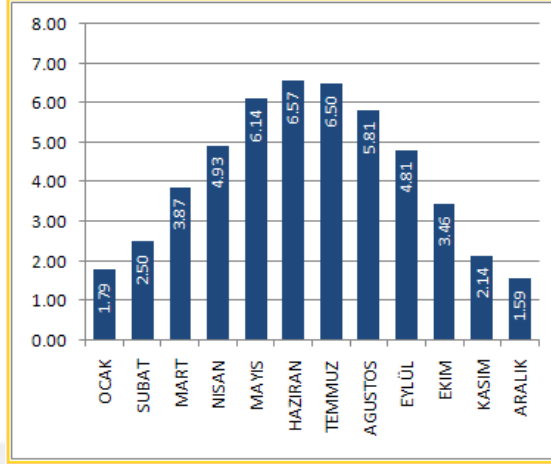
sonucu Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) oluşturulmuştur. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) verilerinin analizi sonucu, yıllık bazda toplam güneşlenme süresi 2.741 saat (günlük ortalama 7,5 saat), yıllık bazda toplam gelen güneş enerjisi 1.527 kWh/m<sup>2</sup>.yıl (günlük ortalama 4,18 kWh/m<sup>2</sup>.gün) olduğu görülmüştür. (Url-1)

Türkiye’de güneş enerjisine verilen önemin artmasıyla birlikte, 2018 yılında toplam güneş kolektör alanı yaklaşık 20.200.000 m<sup>2</sup>’ye ve ısı enerjisi üretimi 876.720 TEP (Ton Eşdeğer Petrol)’e ulaşmıştır. 2018 yılında faaliyet gösteren işletmedeki güneş enerjisi santral sayısı 5.868 adet, 4.981,2 MW’ı lisanssız, 81,8 MW da lisanslı olmak üzere toplamda güneş enerjisi kurulu gücü 5.063 MW’a ulaşmıştır. Güneş enerjisinin, ülkemizde giderek artan elektrik ihtiyacına olan katkısı giderek artmakta ve toplam elektrik üretimi içerisindeki payı da 7.477,3 GWh ile %2,5’a yükselmiştir. (Url-1)

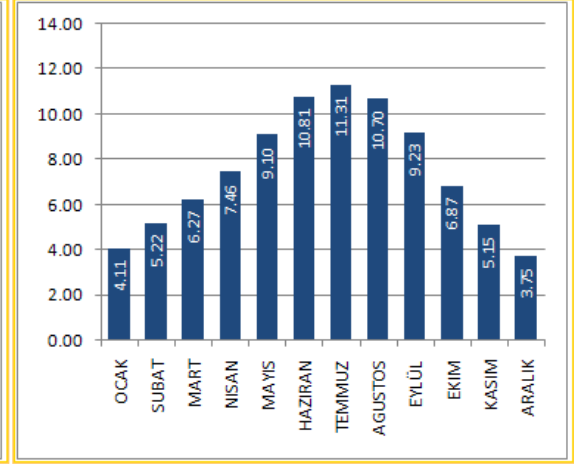
Güneş enerjisi ile ilgili yatırımların artırılması amacıyla çalışmalar devam etmektedir. 20/03/2017 tarihinde düzenlenen YEKA yarışması ile Konya-Karapınar’da kurulum çalışmaları devam eden 1.000 MW e kapasiteli, dünyada en büyük güneş enerji santralleri arasına girebilecek tesisin yapımına devam edilmektedir. Ayrıca bu tesisin dışa bağımlılığın azaltılması açısından da faydalar sağlaması planlanmaktadır. Kullanılacak güneş modüllerinin yerli olarak üretilme oranı %60 olarak planlanmakta olup bu modüllerin üretilmesi ile ilgili araştırma ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir. (Url-1)



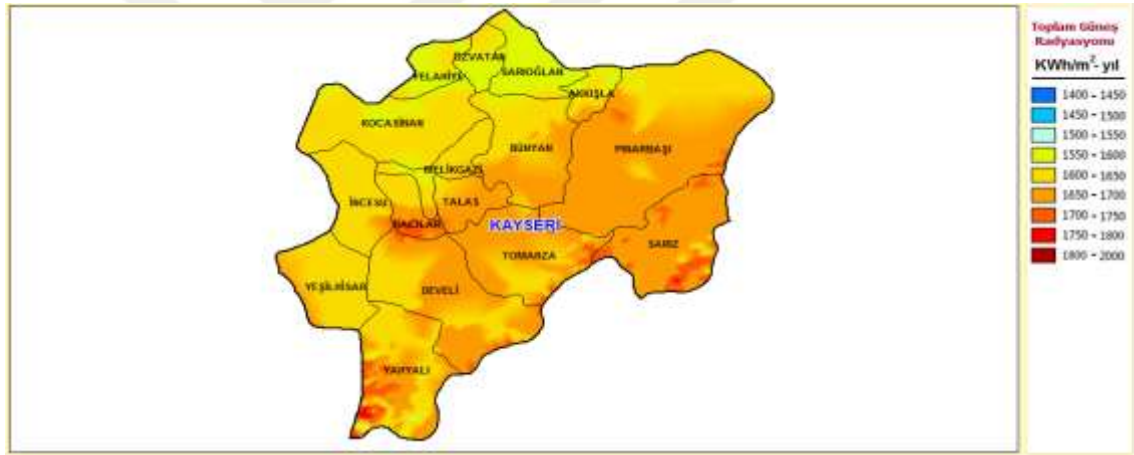
Şekil 1.1. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) (Url-3)

TÜRKİYE Global Radyasyon Değerleri (KWh/m<sup>2</sup>-gün)

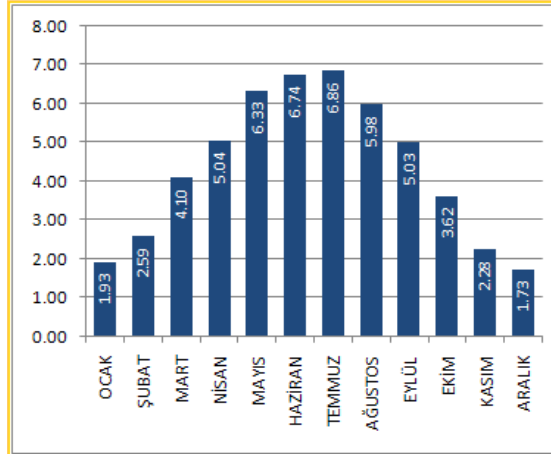
TÜRKİYE Güneşlenme Süreleri (Saat)



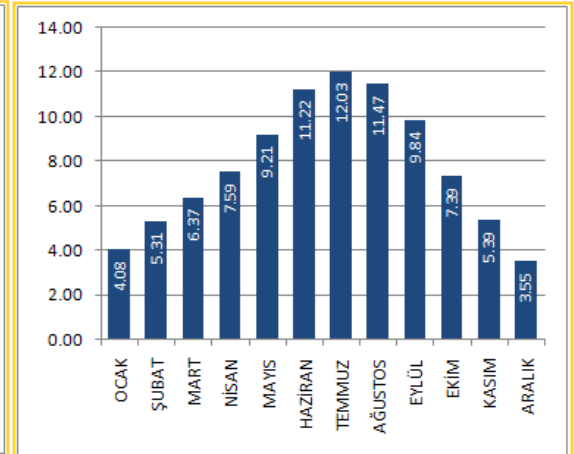
Şekil 1.2. Türkiye global radyasyon değerleri ve güneşlenme süreleri (Url-3)



Şekil 1.3. Kayseri ili Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (Url-4)

KAYSERİ Global Radyasyon Değerleri (KWh/m<sup>2</sup>-gün)

KAYSERİ Güneşlenme Süreleri (Saat)



Şekil 1.4. Kayseri global radyasyon değerleri ve güneşlenme süreleri (Url-4)

Güneş enerjisi potansiyeli atlası (GEPA) incelendiğinde Kayseri ilinin güneş enerji potansiyelinin ortalamanın oldukça üstünde olduğu görülebilir. Kayseri ili güneş enerjisi yatırımları açısından bakıldığında da Türkiye’de rağbet gören şehirler arasındadır. Bu yatırımların doğru yapılması ve verimli sonuçlar vermesi isteniyorsa güneş enerjisi potansiyeli atlası da dikkate alınmalıdır. Şekil 1.3. de Yıllık bazda Kayseri ilinin global radyasyon değerleri incelendiğinde 1550-1750 kWh/m<sup>2</sup>-yıl arasında ölçüldüğü görülmüştür. Şekil 1.4. de Aylık bazda Kayseri ilinin global radyasyon değerleri incelendiğinde en yüksek değerlerin mayıs, haziran, temmuz aylarında ölçüldüğü, en yüksek değerin ise 6,86 kWh/m<sup>2</sup>-gün ile temmuz ayında olduğu görülmüştür. Şekil 1.4. de Kayseri ilinin aylık bazda güneşlenme süreleri incelendiğinde, en yüksek değerlerin haziran, temmuz, ağustos aylarında ölçüldüğü, en yüksek değerin ise 12,03 saat ile temmuz ayında olduğu görülmüştür.

### **1.5. Türkiye’de Güneş Enerjisi Santrali Yer Seçimi İle İlgili Mevzuat İncelemesi**

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi santrallerinin yer seçimi ile ilişkili bazı mevzuat düzenlemeleri bulunmaktadır. Türkiye’de, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi ilgili 2005 yılında 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” çıkarılmıştır. 5346 sayılı Kanunla, Türkiye’de elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının rolünün daha da artırılması, fosil kaynakların kullanımı sonucu ortaya çıkan sera gazı emisyonlarının azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli ve maliyetinin makul düzeyde tutularak ekonomiye kazandırılması ve çevre dostu olan bu kaynakların çeşitlendirilerek geliştirilmesi amaçlanmıştır. (Url-5)

5346 sayılı kanunun 4. Maddesinde, yenilenebilir enerji kaynak alanlarının belirlenmesi, korunması, kullanılmasına ilişkin Kamu veya Hazine arazilerinde yenilenebilir enerji kaynak alanlarının kullanımını ve verimliliğini etkileyen imar planlarının düzenlenmeyeceği ve Yenilenebilir enerji kaynak alanı olarak belirlenen alanların imar planlarına resen işlenmek üzere ilgili Bakanlık tarafından ilgili mercilere bildirileceği belirtilmiştir. (Url-5)

5346 sayılı Kanunun Arazi ihtiyacına ilişkin uygulamalar başlığı altında bulunan 8. Maddesinde, Kanun kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi

üretilmesi amacıyla tesis, ulaşım yolu, şebekeye bağlantı noktasına kadarki enerji nakil hattı için kullanılacak olan Orman vasıflı olan veya Hazinesinin özel mülkiyetinde ya da Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan taşınmazlardan ilgili Bakanlıklarca bedeli karşılığında izin, kiralama, irtifak hakkı veya kullanma izni verileceği belirtilmiştir. Yine bu Kanunun 8. Maddesinde belirtilen amaçlarda kullanılacak olan taşınmazların, Mera Kanunu kapsamında olan mera, yaylak, kışlak ile kamuya ait otlak ve çayır olması halinde, Mera Kanununa dayanılarak bu taşınmazların tahsis amacı değiştirilerek Hazine adına tescil edilebileceği ve İlgili Bakanlık tarafından taşınmazların bedeli karşılığında kiralama yapılabileceği veya irtifak hakkı tesis edilebileceği belirtilmiştir. Yine bu maddede Milli park, tabiat parkı, tabiat anıtı ile tabiatı koruma alanlarında, muhafaza ormanlarında, yaban hayatı geliştirme sahalarında, özel çevre koruma bölgelerinde ilgili Bakanlığın, doğal sit alanlarında ise ilgili koruma bölge kurulunun olumlu görüşü alınmak kaydıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinin kurulmasına izin verilebileceği belirtilmektedir. (Url-5)

5346 Sayılı Kanun'un 4. ve 8. Maddeleri ile 6446 sayılı Kanununun 5. maddesine dayanılarak 2016 yılında "Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği" çıkartılmıştır. Bu yönetmelik ile yenilenebilir enerji kaynak alanları (YEKA) olarak kullanılacak Hazine veya Kamu taşınmazları ile özel mülkiyette bulunan taşınmazların ilgili kişilere tahsisi ile yatırımların hızlandırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının aktif ve verimli kullanımı ve bu tesislerde kullanılacak teknolojik aksamın yerli olarak üretimi amaçlanmıştır. (Url-6)

### **1.6. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri**

En az iki farklı kriter arasında seçim yapılması istenen problemlere çok kriterli karar verme problemleri denir. Çok kriterli karar verme problemlerinde genel olarak oldukça fazla sayıda kriter olmakla birlikte kararın en doğru şekilde verilebilmesi için en uygun kriterlerin seçilmesi gerekmektedir. Daha sonra problemin çözülmesi için alternatifler belirlenerek aralarındaki en doğru alternatif seçilmelidir. Günümüz şartlarında en etkin ve verimli yatırımların yapılabilmesi için en doğru kararların verilmesi gerekmektedir. Geleneksel yöntemlerle deneyimlere dayalı alınan kararlar günümüz şartlarında yeterli değildir. Deneyimlerle birlikte nitel ve nicel veriler kullanılarak öznel ve nesnel

kriterlere göre çözümlenmeler yapılmalıdır. Bu çözümlenmelerin yapılabilmesi amacıyla çeşitli sayısal yöntemler geliştirilmiştir. (Demirer, 2017)

Bazı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri;

- ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality)
- TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)
- PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation)
- AHP (Analytic Hierarchy Process)
- ANP (Analytical Network Process)

Bu tez çalışmasında güneş enerji santrali yer seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP-AHY (Analitik Hiyerarşi Yöntemi) kullanılacaktır.

### **1.6.1. Analitik Hiyerarşi Yöntemi**

1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY), birden fazla kriteri içinde bulunduran kompleks problemlerin çözülmesinde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir. (Kuruüzüm ve Atsan, 2001)

Herhangi bir karar probleminde, karar kriterlerinin önemi ve değerlendirilmesi aşamalarında yargılar kişiden kişiye farklılıklar gösterebilmektedir. Bu şekildeki karar problemlerinin çözülmesinde analitik hiyerarşi yöntemi (AHY) daha doğru ve etkin karar verme olanağı sağlamaktadır. Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) karmaşık kararların çözümü için yapılandırılmış çok kriterli bir karar verme tekniğidir. (Kutlu, Abalı ve Eren, 2012)

Analitik Hiyerarşi Yöntemi, karar hiyerarşisinin belirlenebilmesi için kullanılan, karar faktörleri açısından karar noktalarının yüzdelerini belirleyen karar verme ve tahmin yöntemi olarak da tanımlanabilir. Analitik Hiyerarşi Yöntemi karar hiyerarşisinde, önceden belirlenmiş olan karşılaştırma skalasını kullanarak, karara etki eden faktörler ve karar noktalarının önem değerleri açısından, birebir karşılaştırmalara dayanmaktadır. Sonuç olarak önem değerlerindeki farklılıklar, karar noktaları üzerinde yüzde dağılımlarını oluşturmaktadır. (Yaralıoğlu, 2001)

Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile karar verme problemi çözülebilmesi için belirli aşamalar bulunmaktadır. Bu aşamalar ve matematiksel formüller aşağıda açıklanmıştır.

### 1.Aşama: Karar verme problemini tanımlama

İki adımdan oluşan karar verme probleminin tanımlanması işleminde, ilk adımda karar noktaları belirlenir. Yani kaç sonuç üzerinden kararın değerlendirileceğinin belirlenmesidir. İkinci adımda ise karar noktalarına etki eden faktörler belirlenir. İşlemlerde, karar noktalarının sayısı m, karar noktalarını etkileyen faktör sayısı n ile gösterilmiştir. İkili karşılaştırmaların mantıklı ve tutarlı olması için faktör sayısının doğru belirlenmesi ve her bir faktörün detaylı olarak tanımlarının yapılması oldukça önemlidir. (Yaralıoğlu, 2001)

### 2.Aşama: Faktörler Arası Karşılaştırma Matrisi Oluşturma

Yukarıda ifade edilen m ve n gösterimine göre faktörlerin kendi aralarındaki karşılaştırma matrisi n x n boyutlu olan bir kare matristir. Oluşturulan matrisin köşegen değerleri 1 değerini alırlar. Karşılaştırma matrisinde oluşturulan köşegenlerin 1 değerini almasının sebebi faktörlerin kendisi ile karşılaştırılmasıdır. (Yaralıoğlu, 2001)

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Tablo 1.1. Önem Skalası. (Yaralıoğlu, 2001)

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

Örneğin ikinci faktör dördüncü faktör ile karşılaştırıldığında, ikinci faktör daha önemli ise karşılaştırma matrisinin ikinci satır dördüncü sütun elemanı ( $i=2, j=4$ ) 3 değerini alır. Tam tersi durumda ikinci faktör ile dördüncü faktörün karşılaştırılmasında, daha önemli olan dördüncü faktör olduğunda karşılaştırma matrisinde ikinci satır dördüncü sütun elemanı  $1/3$  değerini alır. Aşağıda belirtilen formülde değerlendirildiğinde karşılaştırma matrisinde ikinci satır dördüncü sütun elemanı ( $i=2, j=4$ ) 3 değerinde ise, karşılaştırma matrisinin dördüncü satır ikinci sütun elemanı ( $i=4, j=2$ )  $1/3$  değerini alır. (Yaralıoğlu, 2001)

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$$

### 3.Aşama: Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımlarının Belirlenmesi

Faktörlerin ağırlık değerlerinin veya yüzde değerlerinin çözümlenebilmesi amacıyla sütun vektörleri kullanılır. Aşağıda gösterilen n adet ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur. (Yaralıoğlu, 2001)

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix}$$

B sütun vektörünün çözümlenmesinde aşağıdaki formül kullanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Faktör adedi (n adet) kadar oluşturulan B sütun vektörleri bir matris olarak bir araya getirildiğinde aşağıda belirtilen C matrisi oluşturulacaktır.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

C matrisi kullanılarak faktörlerin birbirlerine göre yüzde önem dağılımları belirlenebilir. Aşağıdaki formülde gösterildiği üzere C matrisinin satır elemanlarının ortalamaları hesaplanarak Öncelik Vektörü olarak isimlendirilen W sütun vektörü belirlenir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n}$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

#### 4.Aşama: Faktör Karşılaştırmalarındaki Tutarlılık Oranı Hesaplanması

Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile faktörlerin karşılaştırılması sonucu oluşan değerlerin güvenilirliğinin ölçülmesi gerekmektedir. Sonuçlara olan güvenilirliğin belirlenebilmesi için tutarlılık oranının hesaplanması gerekir. Tutarlılık oranı (CR) hesaplamasının özü, faktör sayısı ile temel değer denilen ( $\lambda$ ) katsayının karşılaştırılmasıdır. Temel değer yani  $\lambda$  değerinin belirlenebilmesi için ilk olarak A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü hesaplanır. (Demirer, 2017)

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

Yukarıdaki formüle göre D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölünmesinden her bir faktöre ilişkin E değeri elde edilir. E değerlerinin aritmetik ortalaması sonucu karşılaştırmalara ilişkin temel değer ( $\lambda$ ) belirlenir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i=1,2,\dots,n)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

$\lambda$  Değeri çözümlendikten sonra Tutarlılık Göstergesi (CI), aşağıdaki formül yardımıyla belirlenir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

Son olarak ise Tutarlılık Göstergesi (CI), Random Gösterge (RI) olarak isimlendirilen ve aşağıdaki tabloda gösterilen faktör sayısı dikkate alınarak karşılığındaki standart düzeltme değerine bölünerek Tutarlılık oranı (CR) hesaplanır.

Tablo 1.2. RI Değerleri

N	RI	N	RI
1	0	8	1,41
2	0	9	1,45
3	0,58	10	1,49
4	0,90	11	1,51
5	1,12	12	1,48
6	1,24	13	1,56

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Aşamalar sonucunda elde edilen Tutarlılık oranı (CR) değerinin 0,10 dan küçük olması gerekir aksi takdirde 0,10 dan büyük bir sonuç elde edilirse Analitik Hiyerarşi Yöntemi işlemlerinde bir hata yapıldığını veya karar verenin karşılaştırmalarda tutarsız olduğunu gösterir.

### 5. Aşama: Her Bir Faktörün, Karar Noktalarındaki Yüzde Önem Dağılımlarının Hesaplanması

Bu adımda yukarıda yapılan işlemlerde olduğu gibi ancak her bir faktör için karar noktalarının yüzde önem dağılımları hesaplanır. Yani karşılaştırmalar ve matris hesaplamaları faktörlerin sayısı kadar (n kez) tekrarlanır. Ancak bu sefer yapılacak işlemlerde her bir faktör için karar noktalarında kullanılacak G karşılaştırma matrislerinin boyutu mxm olacaktır. Karşılaştırma işlemlerinden sonra mx1 boyutunda ve faktörlerin karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri hesaplanır. (Yaralıoğlu, 2001)

$$S_i = \begin{bmatrix} s_{11} \\ s_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ s_{m1} \end{bmatrix}$$

### 6. Aşama: Karar Noktalarındaki Sonuç Dağılımının Belirlenmesi

Bu adımda ilk olarak, bir önceki aşamada gösterilen n tane mx1 boyutlu S sütun vektöründen meydana gelen ve mxn boyutlu K karar matrisi oluşturulur.

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix}$$

Oluşturulan karar matrisi (K) ile sütun vektörü (W öncelik vektörü) ile aşağıda gösterildiği şekilde çarpıldığında m elemanlı L sütun vektörü hesaplanır. L sütun vektörü karar noktalarının yüzde dağılımlarını verdiği gibi vektörün elemanlarının toplamı 1 dir. Hesaplanan dağılım karar noktalarının önem sıralamasını da göstermektedir. (Yaralıoğlu, 2001)

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ l_{m1} \end{bmatrix}$$

### 1.7. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi bilgi sistemleri, mekânsal verilere dayalı yapılan işlemlerle oluşturulan grafik ve grafik olmayan verilerin elde edilmesi, muhafaza edilmesi, analizi ve kullanıcılara sunulması işlemlerini bir arada uygulayan bir bilgi sistemi olarak tanımlanabilir. (Yomralıoğlu, 2009)

Bilgisayar destekli sistemler genellikle kullanıcıların yaptığı işlemlerde tam otomasyonlu olarak oluşturulmuşken, CBS bu sistemlerden farklı olarak gerekli hallerde mekânsal verilerden yeni bilgiler üretme özelliklerine sahiptir. Coğrafi bilgi sistemleri özellikle grafik ve grafik olmayan veri tabanları arasındaki etkileşimlerde kullanıcı açısından farklı çözümler sunar. Coğrafi bilgi sistemleri bilgisayar destekli tasarım, uzaktan algılama, bilgisayar destekli kartoğrafya, veri tabanı sistemlerinin gelişimlerini tamamlamalarıyla ortaya çıkmış ve birçok özellikleriyle bu sistemlerden etkilenmiştir. (Yomralıoğlu, 2009)

Coğrafi bilgi sistemleri yeryüzü şekillerini ve yeryüzünde gelişen olayları haritaya aktararak bu verilerin analizi için gereken bilgisayar destekli araçlardan oluşan bir bilgi sistemi olarak bilinmektedir. Coğrafi bilgi sistemleri ortak veri tabanlarını bir araya getirerek haritaların sağladığı görsel ve coğrafi analiz avantajları sorgulama ve matematiksel analizler olarak kullanıcılara sunar. Coğrafi bilgi sistemleri hizmet alanındaki olayların tanımlanmasında ve geleceğe yönelik öngörüler yaparak stratejik planların yapılmasında oldukça yoğun bir şekilde kullanıcılar tarafından tercih edilmektedir. (Yomralıoğlu, 2009)

## 2. BÖLÜM

### UYGULAMA

#### 2.1. Uygulama Alanı

Kayseri ili, İç Anadolu Bölgesinin güney kısmı ile Toros dağlarının birbirine yaklaştığı Orta Kızılırmak bölümünde bulunmaktadır. Kayseri'nin doğu ve kuzeydoğusunda Sivas ili, kuzeyinde Yozgat ili, batısında Nevşehir ili, güneybatısında Niğde ili, güneyinde ise Adana ve Kahramanmaraş illeri ile çevrilidir. Kayseri ili, İç Anadolu Bölgesinin Orta Kızılırmak bölümünde  $34^{\circ} 56'$  ve  $36^{\circ} 59'$  doğu boylamlarıyla  $37^{\circ} 45'$  ve  $38^{\circ} 18'$  kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Türkiye topraklarının yüzde 2,2 lik bölümünü kaplayan Kayseri 16.917 kilometrekare yüzölçüme sahiptir. (Url-7)



Şekil 2.1. Kayseri ilinin Türkiye içindeki konumu (Url-7)

#### 2.2. Yöntem

Bu çalışmada, Kayseri ilinde güneş enerji santrali yer seçiminde en uygun alanların tespit edilmesi amacıyla coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi yöntemi kullanılmıştır.

Öncelikle uygulamada kullanılacak çalışma verileri belirlenmiştir. Çalışma verileri yani uygulamada kullanılacak kriterlerin belirlenmesinde konuyla ilgili önceden yapılmış çalışmalardan faydalanılmıştır. ( (Güçlüer, 2010),(Obut, 2016),(Uyan, 2017),(Gerçek, 2018) ) Ayrıca çalışma alanının şartlarına uygun olan kriterlerin kullanılmasına dikkat edilmiştir. Kullanılan çalışma verileri aşağıda gösterilmiştir.

- Güneş enerji potansiyeli,
- Eğim,
- Bakı,
- Trafo merkezlerine uzaklık,
- Enerji nakil hatlarına uzaklık,
- Karayollarına uzaklık,
- Demiryoluna uzaklık,
- Yerleşim alanlarına uzaklık,
- Akarsulara uzaklık,
- Göllere uzaklık.

Uygulama aşamasında ilk olarak elde edilen çalışma verileri WGS84, 36N koordinat sistemine dönüştürülmüştür. Bütün verilerin üst üste çakışması ve bazı verilerde kullanılacak olan Öklid Mesafesi yönteminde hata ile karşılaşılması için WGS84, 36N koordinat sistemine dönüştürülmüştür. Verilerin dönüşümü yapıldıktan sonra Kayseri il sınırına uygun şekilde veriler düzenlenmiştir. Ardından vektör veriler Öklid mesafesi yöntemi kullanılarak mesafe haritaları oluşturulmuştur. Kayseri il sınırına göre yeniden düzenlenen raster formatındaki verilerin piksel boyutları 30 metre olarak belirlenmiştir. Coğrafi bilgi sistemi ile 30 metre çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli verisi kullanılarak güneş enerji potansiyeli, eğim ve bakı haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan raster veriler belirlenen değerlere uygun olarak 1 ile 5 değeri arasında puanlar verilerek sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Bazı verilerde uygun olmayan alanlara puan verilmeyerek sınıflandırma dışı tutulmuştur. Bir sonraki aşamada, belirlenen kriterler analitik hiyerarşi yöntemi yardımıyla kendi aralarında değerlendirilmiş ve ağırlıkları belirlenmiştir. Son adım olarak elde edilen raster haritalar ile oluşturulan ağırlıklar kullanılarak ağırlıklı çakıştırma yöntemi kullanılarak Kayseri ilinde güneş enerjisi santrali kurulması için uygun olan alanlar belirlenmiştir.

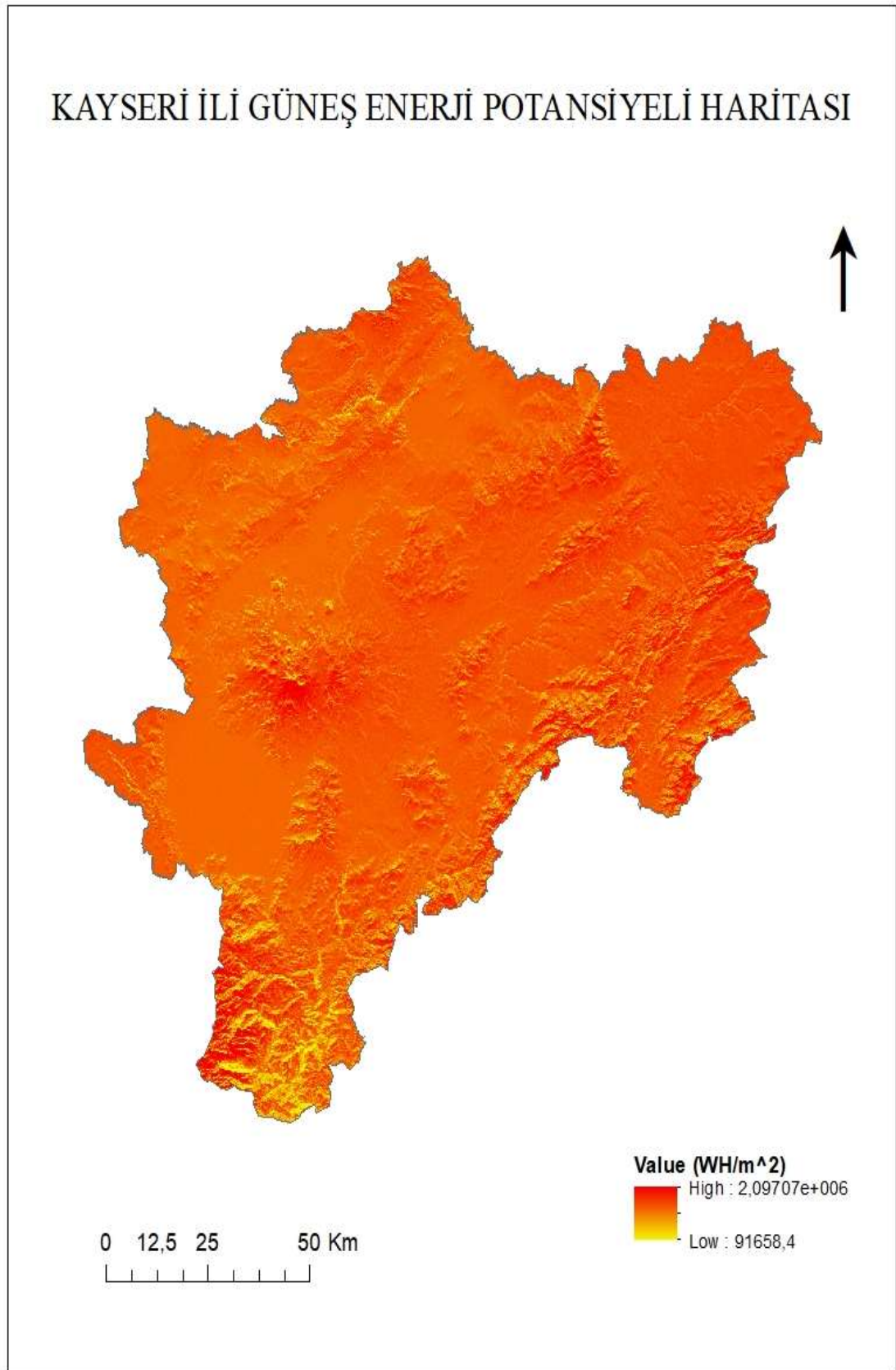
## **2.3. Çalışma Verileri**

### **2.3.1. Güneş Enerji Potansiyeli**

Güneş enerji santrali kurulumu için öncelikle bölgenin güneş enerji potansiyeli açısından ne kadar verimli olduğu irdelenmelidir. Güneş enerji potansiyeli düşük olan bir bölgeye santral kurmak kaynakların boşuna kullanılmasına sebep olmaktadır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından oluşturulan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasında (GEPA) çalışma bölgesi olan Kayseri ilinde potansiyelin oldukça iyi olduğu görülmüştür. Son yıllarda Kayseri ilinin güneş enerji potansiyelinin farkına varılmıştır. Güneş enerji santralleri ile ilgili oldukça büyük ölçekli yatırımlar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Harcanan kaynaklar göz önüne alındığında güneş enerji potansiyeli atlasının yeterli olmadığı görülmektedir. Güneş enerji santralinin kurulacağı alandaki diğer faktörlerinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada 30 m çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli verisinden yararlanılmıştır. Güneş enerji potansiyeli haritasını elde edebilmek için ArcGIS Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı kullanılmıştır. ArcGIS yazılımında sayısal yükseklik modeli verisi ile solar radyasyon aracı kullanılarak güneş enerji potansiyeli haritası elde edilmiştir. (Url-8) Kayseri ili güneş enerji potansiyeli haritası Şekil 2.2. de gösterilmiştir.

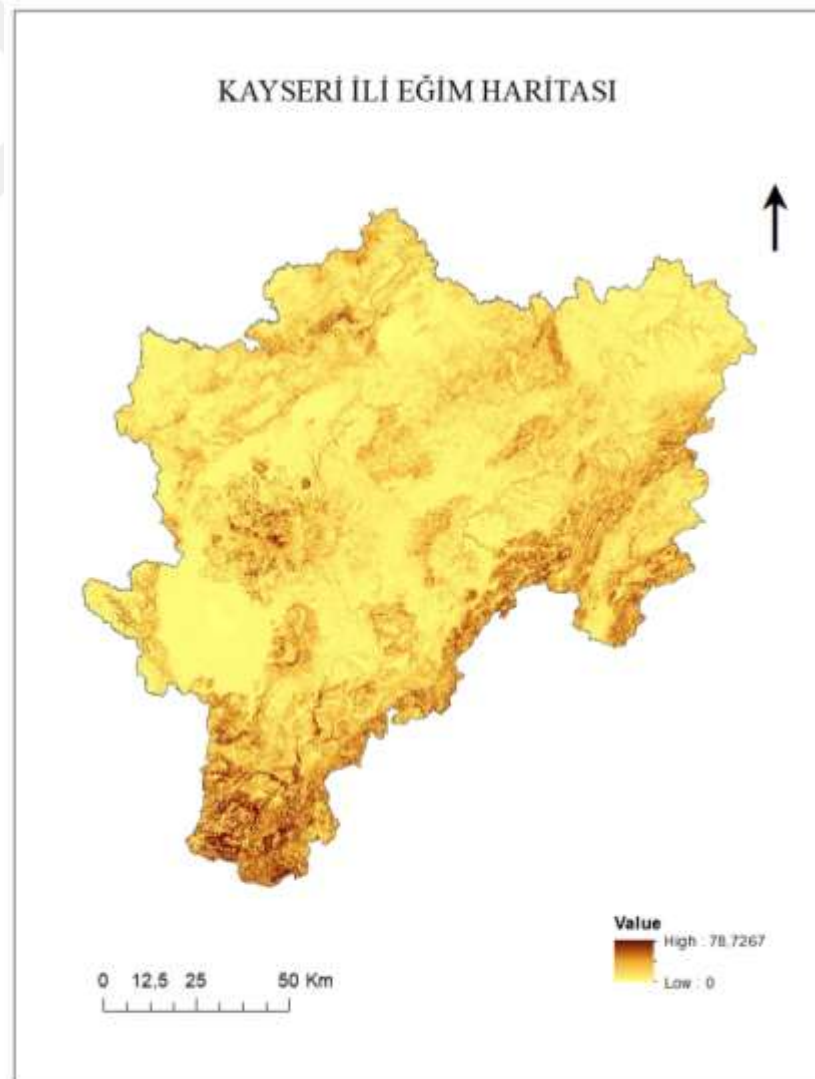


Şekil 2.2. Kayseri ili Güneş enerji potansiyeli haritası

### 2.3.2. Eğim

Güneş enerjisi santrali kurulacak alanın seçilmesinde arazi eğimi de oldukça önemli bir faktördür. Arazi eğimi ne kadar fazlaysa kurulum için harcanacak maliyet de o oranda artacaktır. Kayseri ilinin arazi yapısı incelendiğinde eğimli alanların olduğu görülmektedir. Bu nedenle eğimi sıfıra yakın olan yerler kurulum için uygun olarak değerlendirilebilir.

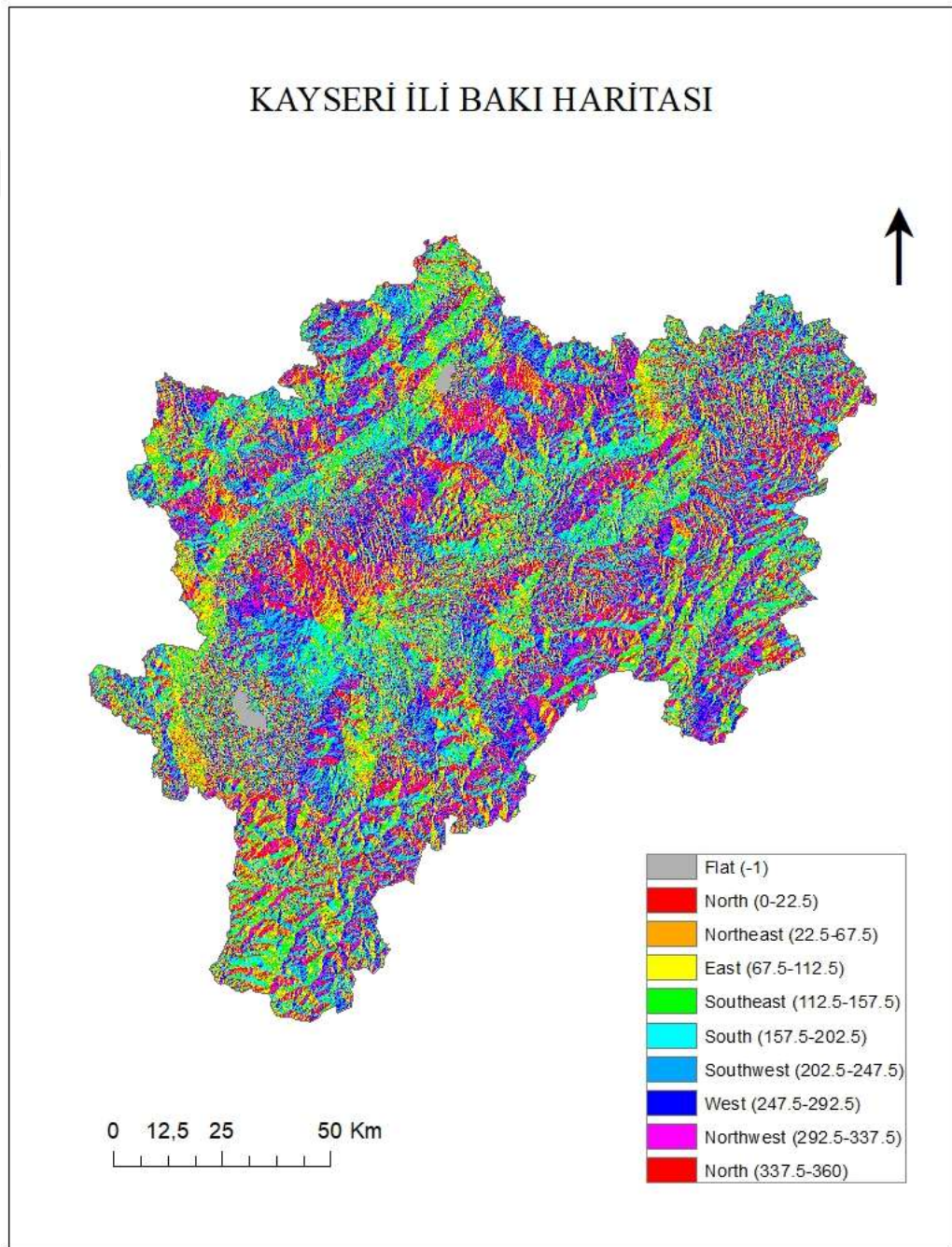
Kayseri ilinin eğim haritasının oluşturulması için sayısal yükseklik modeli verisinden faydalanılmıştır. Coğrafi bilgi sistemi yazılımı kullanılarak sayısal yükseklik modeli verisi ile eğim haritası oluşturulmuştur. Kayseri ili eğim haritası Şekil 2.3. de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Kayseri ili eğim haritası

### 2.3.3. Bakı

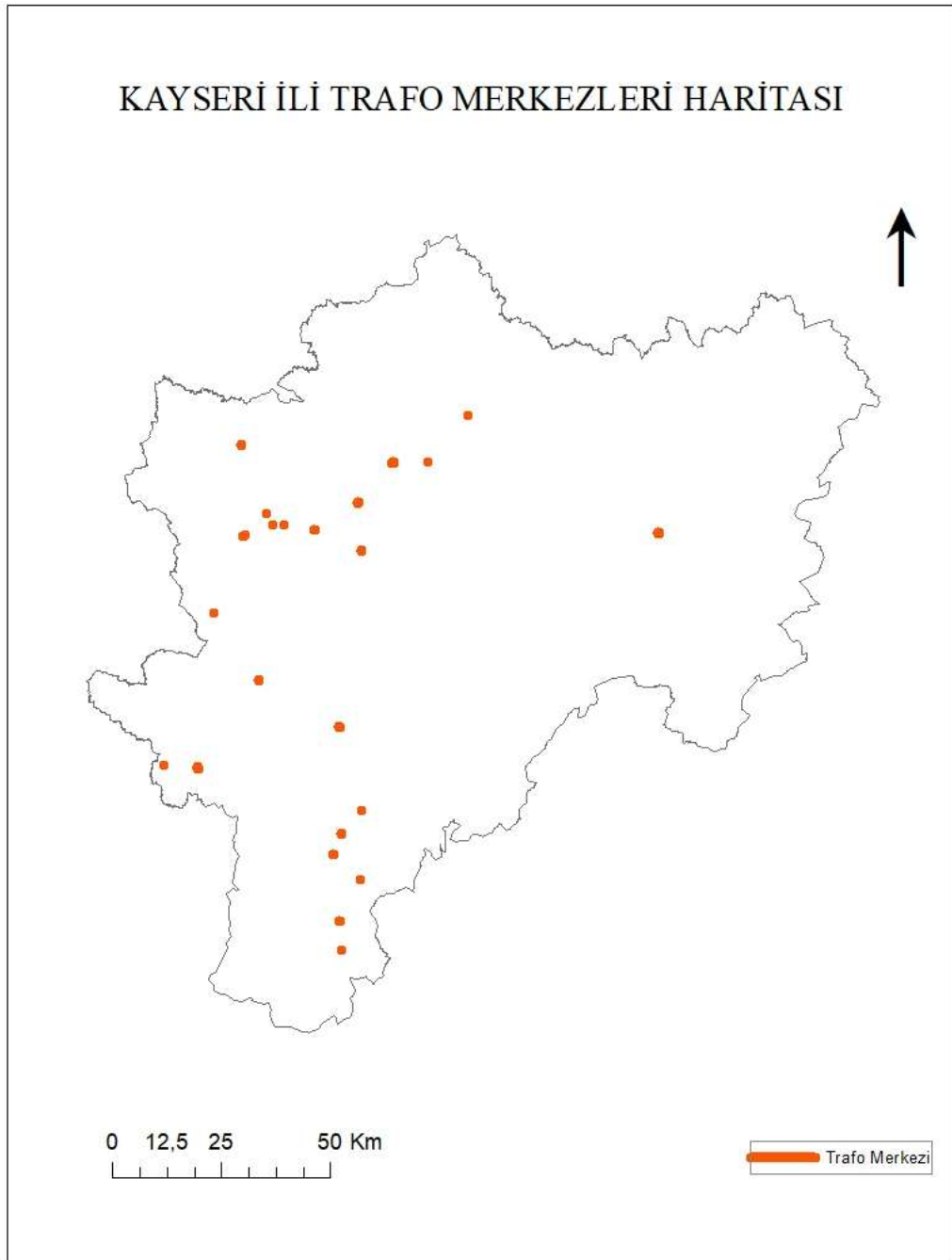
Güneş enerjisi santrali kurulacak alanın seçilmesinde bakı durumu da oldukça önemli bir faktördür. Kayseri ilinin bakı haritasının oluşturulması için sayısal yükseklik modeli verisinden faydalanılmıştır. Coğrafi bilgi sistemi yazılımı kullanılarak sayısal yükseklik modeli verisi ile bakı haritası oluşturulmuştur. Kayseri ili bakı haritası Şekil 2.4. de gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Kayseri ili bakı haritası

### 2.3.4. Trafo Merkezleri

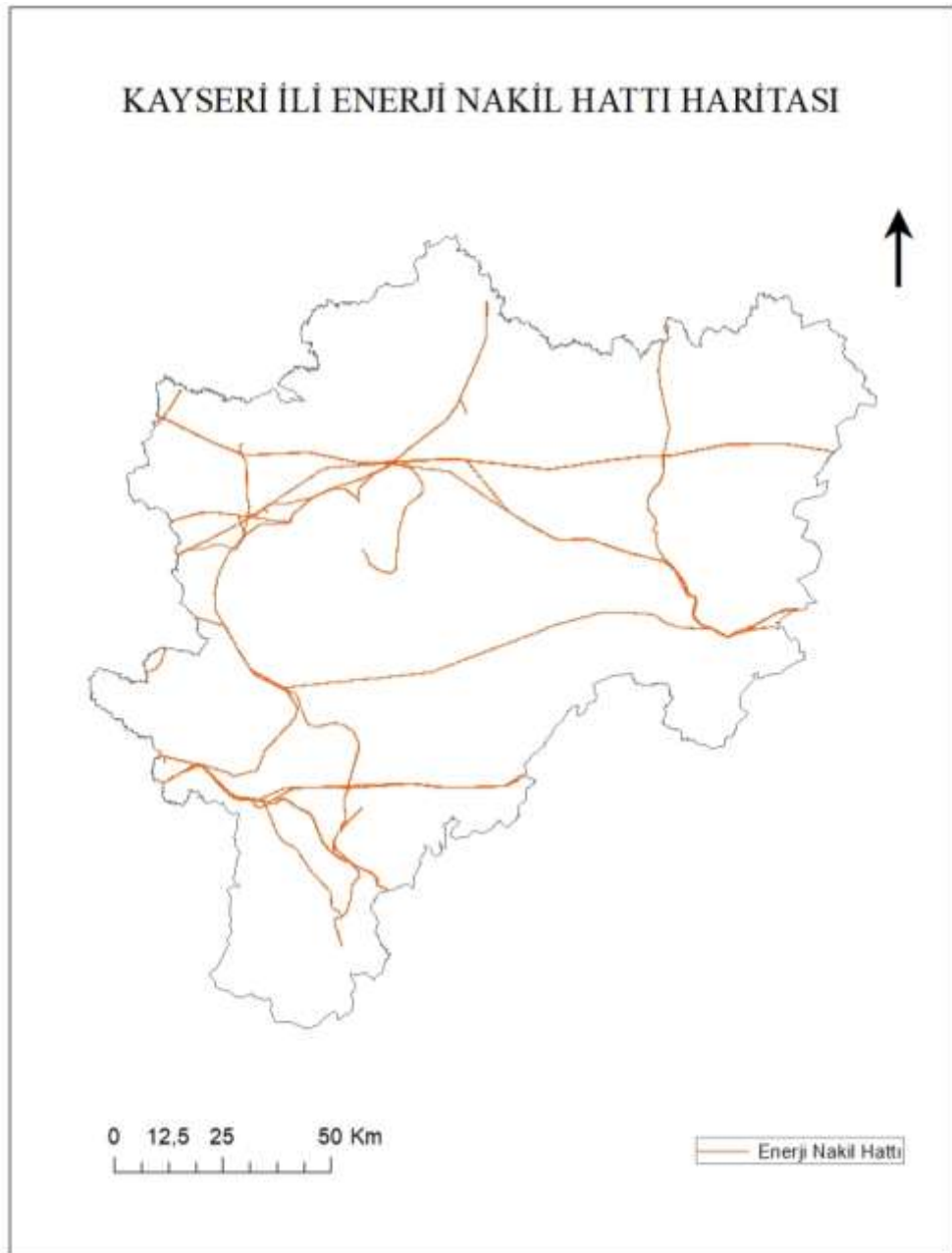
Güneş enerji santrali yer seçiminde dikkat edilmesi gereken diğerk bir faktör ise trafo merkezlerine olan uzaklıktır. Güneş enerji santrali kurulacak alan trafo merkezine uzak bir konumda ise üretilen elektriğin trafo merkezine ulaştırılması için ayrıca bir maliyet gerekecektir. Bu sebeple yer seçimi yapılan alan trafo merkezlerine yakın yerler tercih edilmelidir. Kayseri ili trafo merkezleri haritası Şekil 2.5. de gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Kayseri ili trafo merkezleri haritası

### 2.3.5. Enerji Nakil Hattı

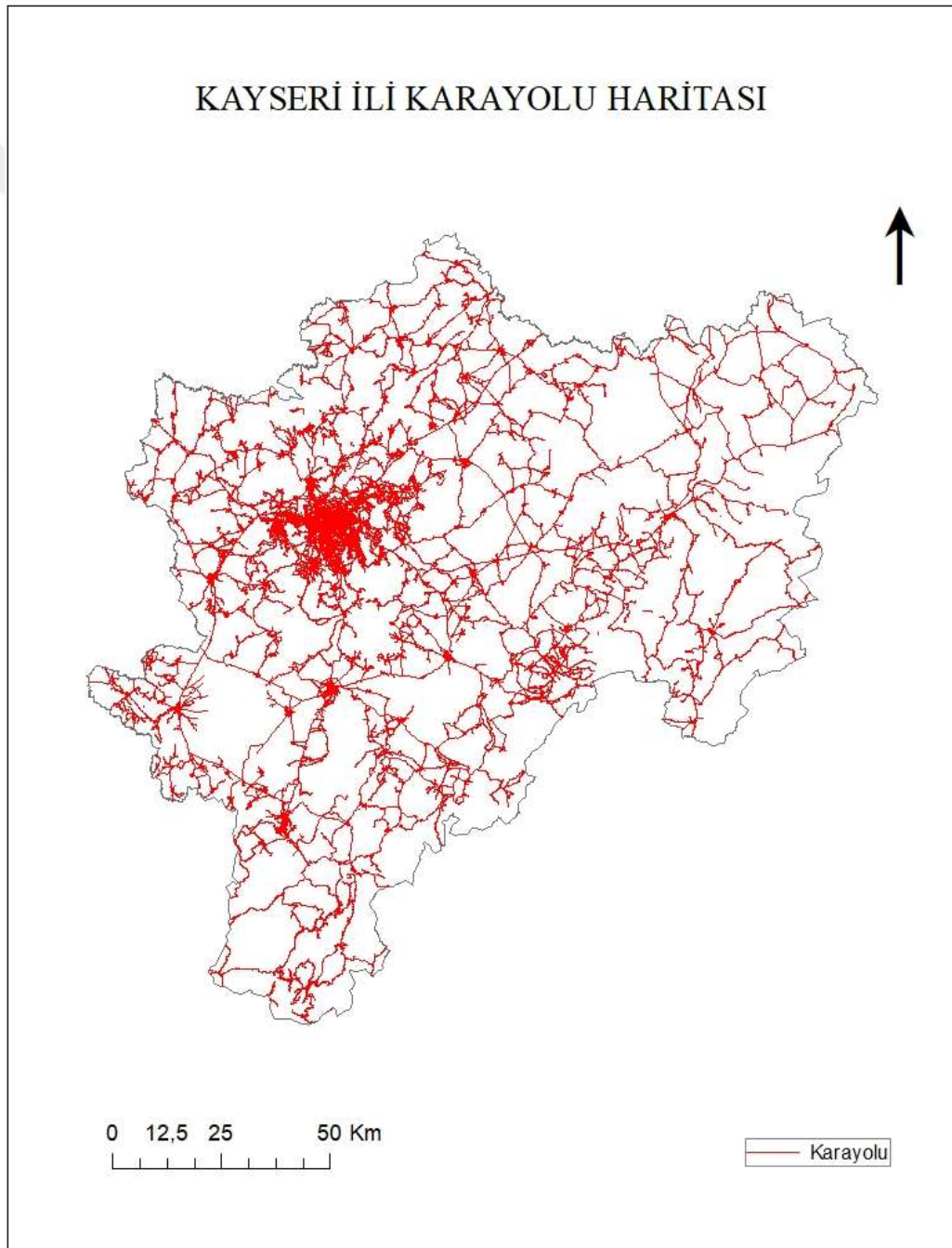
Güneş enerji santrali yer seçiminde dikkat edilmesi gereken diğ er bir faktör ise enerji nakil hatlarına olan uzaklıktır. Güneş enerji santrali kurulacak alan, trafo merkezinde oldu ğ u gibi enerji nakil hatlarına uzak bir konumda ise üretilen elektriğ in trafo merkezine ulaştırılması için ayrıca bir maliyet gerekecektir. Bu sebeple yer seçimi yapılan alan enerji nakil hatlarına yakın yerler tercih edilmelidir. Kayseri ili enerji nakil hattı haritası Ő ekil 2.6. da gösterilmiştir.



Ő ekil 2.6. Kayseri ili enerji nakil hattı haritası

### 2.3.6. Karayolu

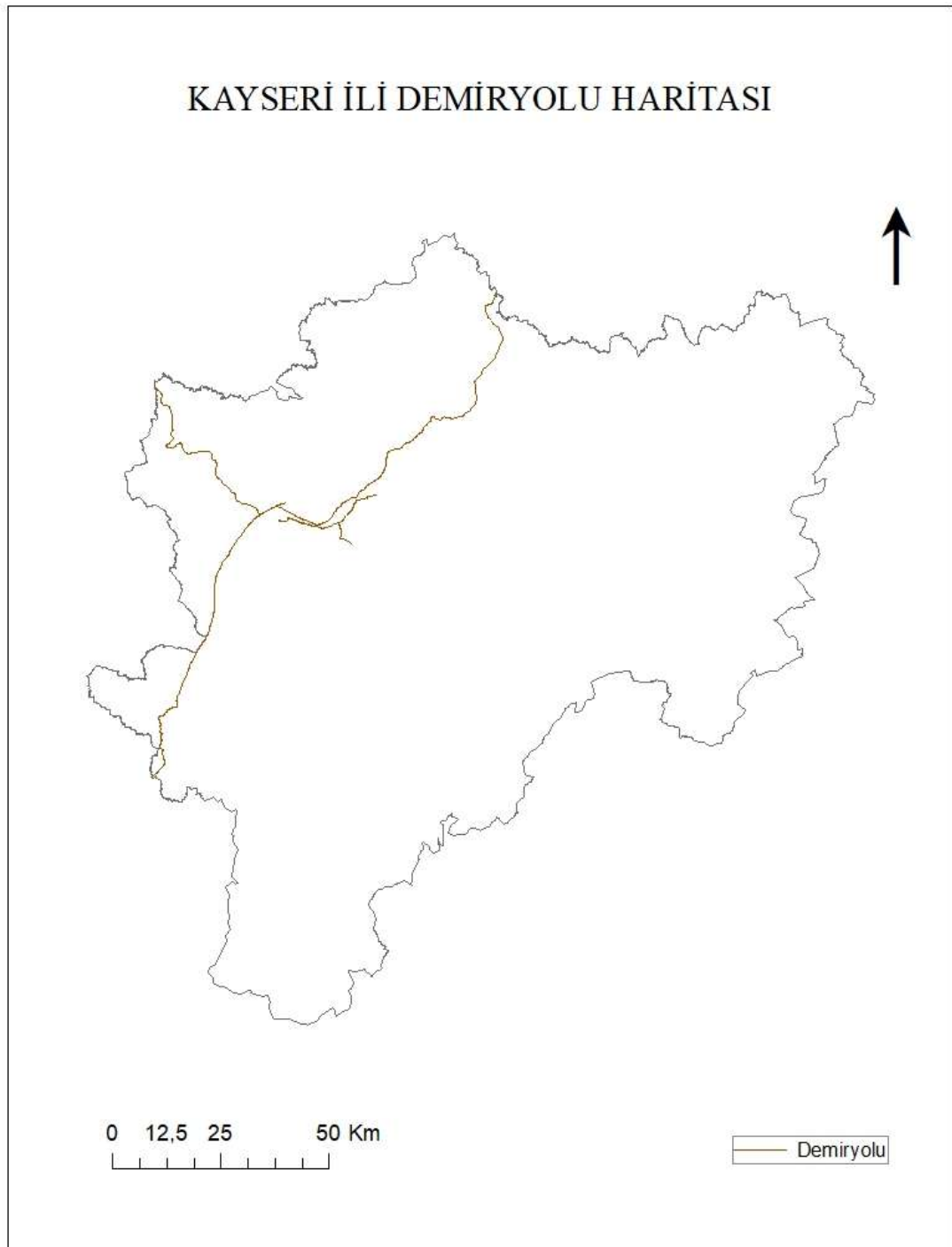
Güneş enerji santrali kurulacak alanlara ulaşımın kolay bir şekilde yapılabilmesi için değerlendirilen bir diğer faktör ise karayoluna olan uzaklıktır. Karayolu olmayan bir bölgeye yapılan yer seçimi ayrıca bir yol yapımı maliyeti oluşturacaktır. Bu nedenle güneş enerji santrali kurulacak alanlar karayoluna yakın yerler seçilmelidir. Kayseri ili karayolu haritası Şekil 2.7. de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Kayseri ili karayolu haritası

### 2.3.7. Demiryolu

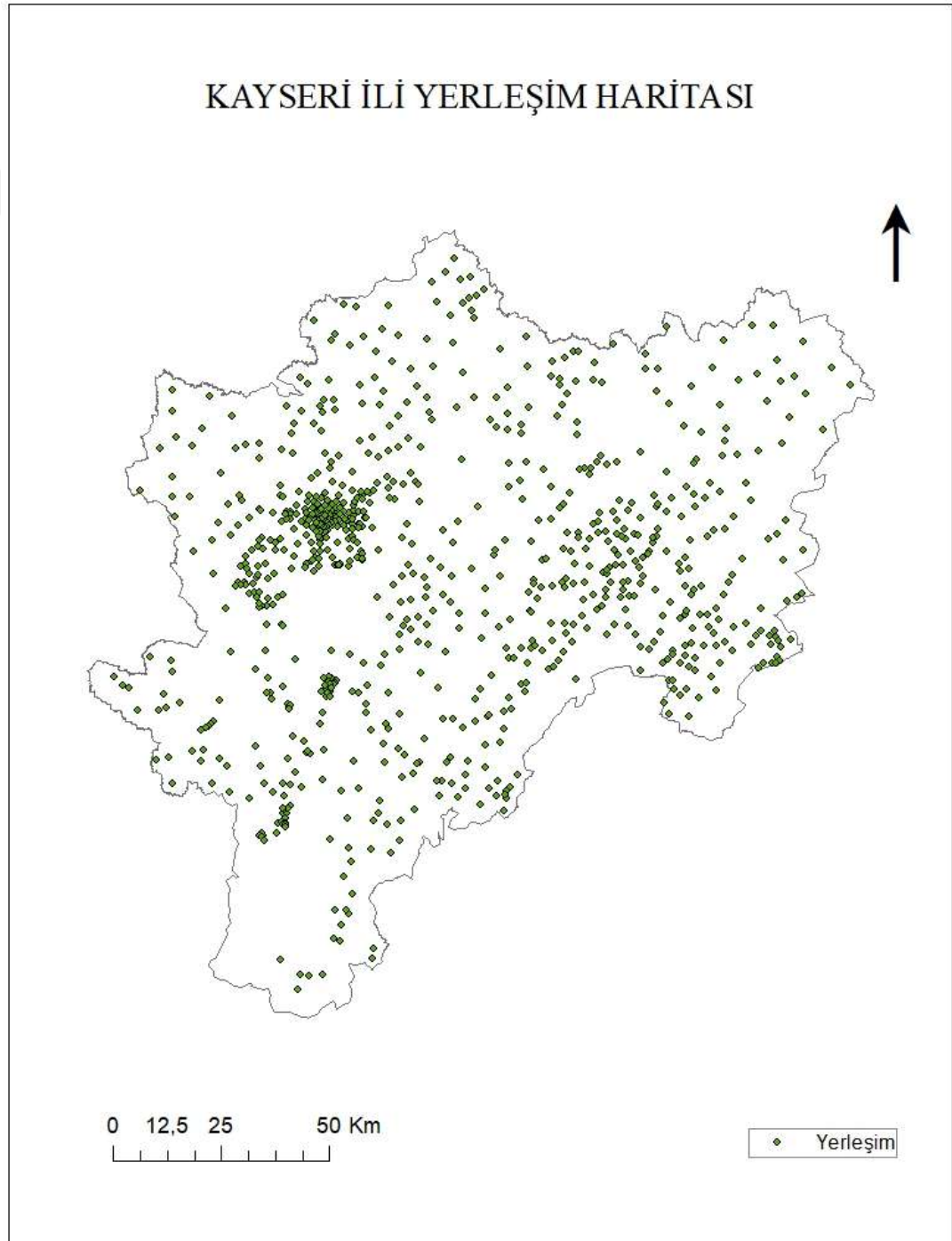
Karayolu faktöründe olduğu gibi güneş enerji santrali kurulacak alanlara ulaşımın kolay bir şekilde yapılabilmesi için demiryollarına olan uzaklıkta önemlidir. Bu nedenle güneş enerji santrali kurulacak alanlar demiryoluna yakın yerler seçilmelidir. Kayseri ili demiryolu haritası Şekil 2.8. de gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Kayseri ili demiryolu haritası

### 2.3.8. Yerleşim

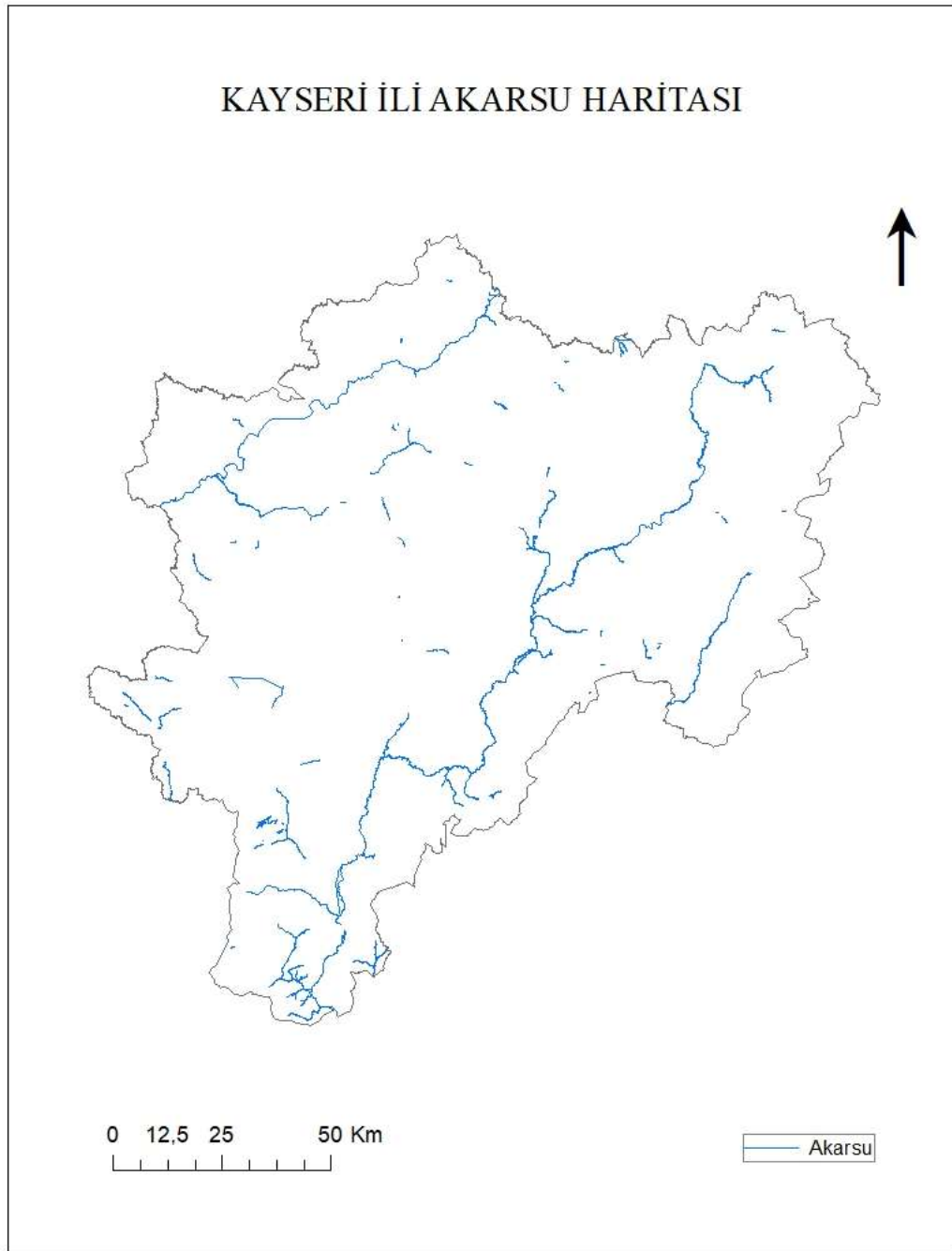
Yerleşim alanları yakınında kurulan güneş enerji santralleri enerjinin o bölgeye dağıtımını daha kolay hale getirmektedir. Bu nedenle belirli bir tampon bölgesi belirlendikten sonra yerleşim alanlarına yakın alanlarda kurulan güneş enerji santralleri daha avantajlı olabilmektedir. Kayseri ili yerleşim haritası Şekil 2.9. da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Kayseri ili yerleşim haritası

### 2.3.9. Akarsu

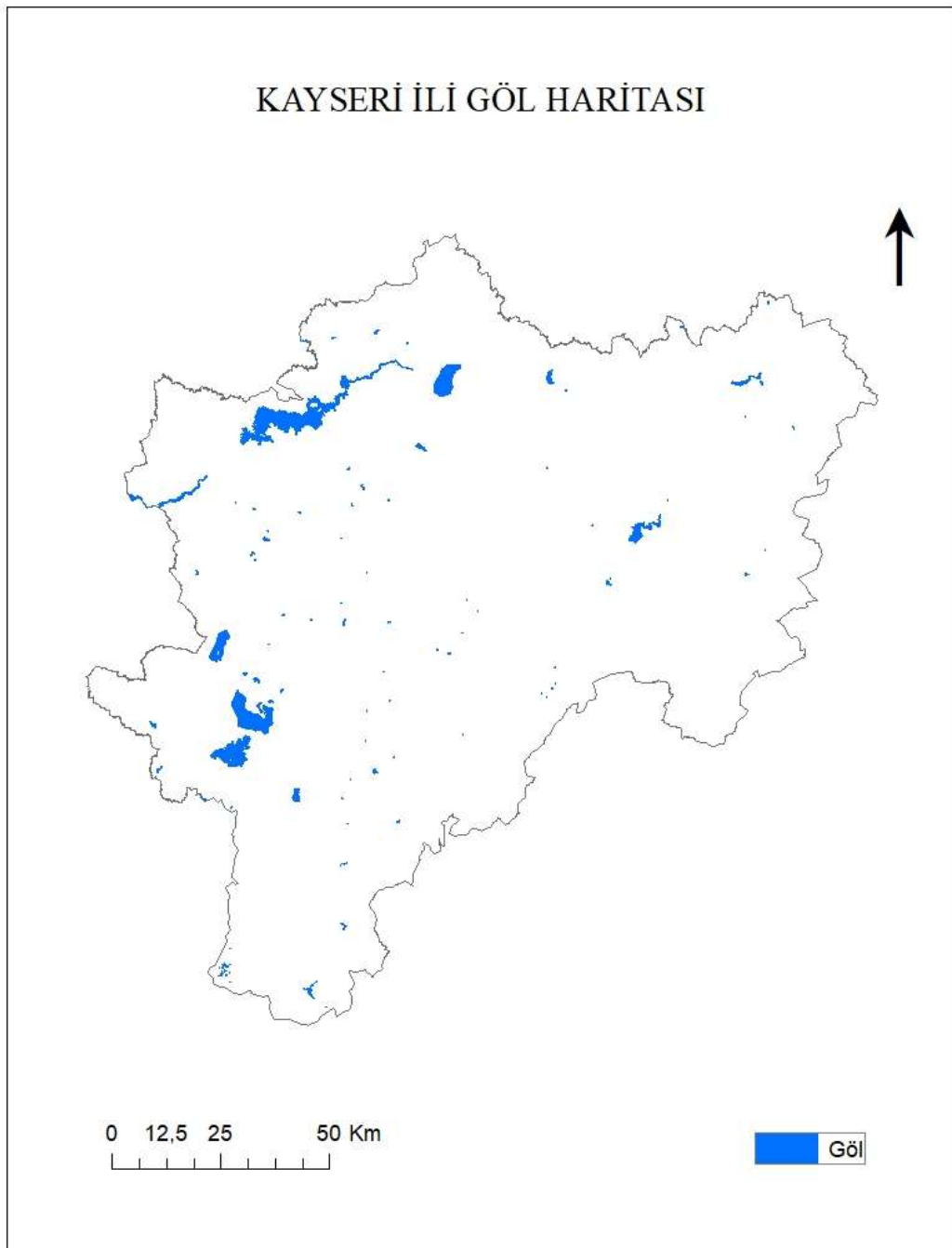
Güneş enerji santrali kurulumu için değerlendirilen diğer bir faktör ise akarsulara uzaklıktır. Akarsulara yakın kurulan santrallerin panel temizliği için gereken suyun temini daha kolay şekilde yapılabilmektedir. Belirli tampon bölge belirlendikten sonra akarsulara yakın kurulan güneş enerji santralleri daha avantajlı olarak gösterilebilir. Kayseri ili akarsu haritası Şekil 2.10. da gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Kayseri ili akarsu haritası

### 2.3.10. Göl

Güneş enerji santrali kurulumu için değerlendirilen diğer bir faktör ise göllere uzaklıktır. Akarsu faktöründe olduğu gibi göllere yakın kurulan santrallerin panel temizliği için gereken suyun temini daha kolay şekilde yapılabilmektedir. Belirli tampon bölge belirlendikten sonra göllere yakın kurulan güneş enerji santralleri daha avantajlı olarak gösterilebilir. Kayseri ili göl haritası Şekil 2.11. de gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Kayseri ili göl haritası

## 2.4. Verilerin Düzenlenmesi ve İşlenmesi

Bu aşamada, belirlenen kriterlerin sınıflandırma işlemleri yapılacak ve ayrıca analitik hiyerarşi yöntemi ile ağırlıkları belirlenecektir.

### 2.4.1. Kriterlerin Sınıflandırılması

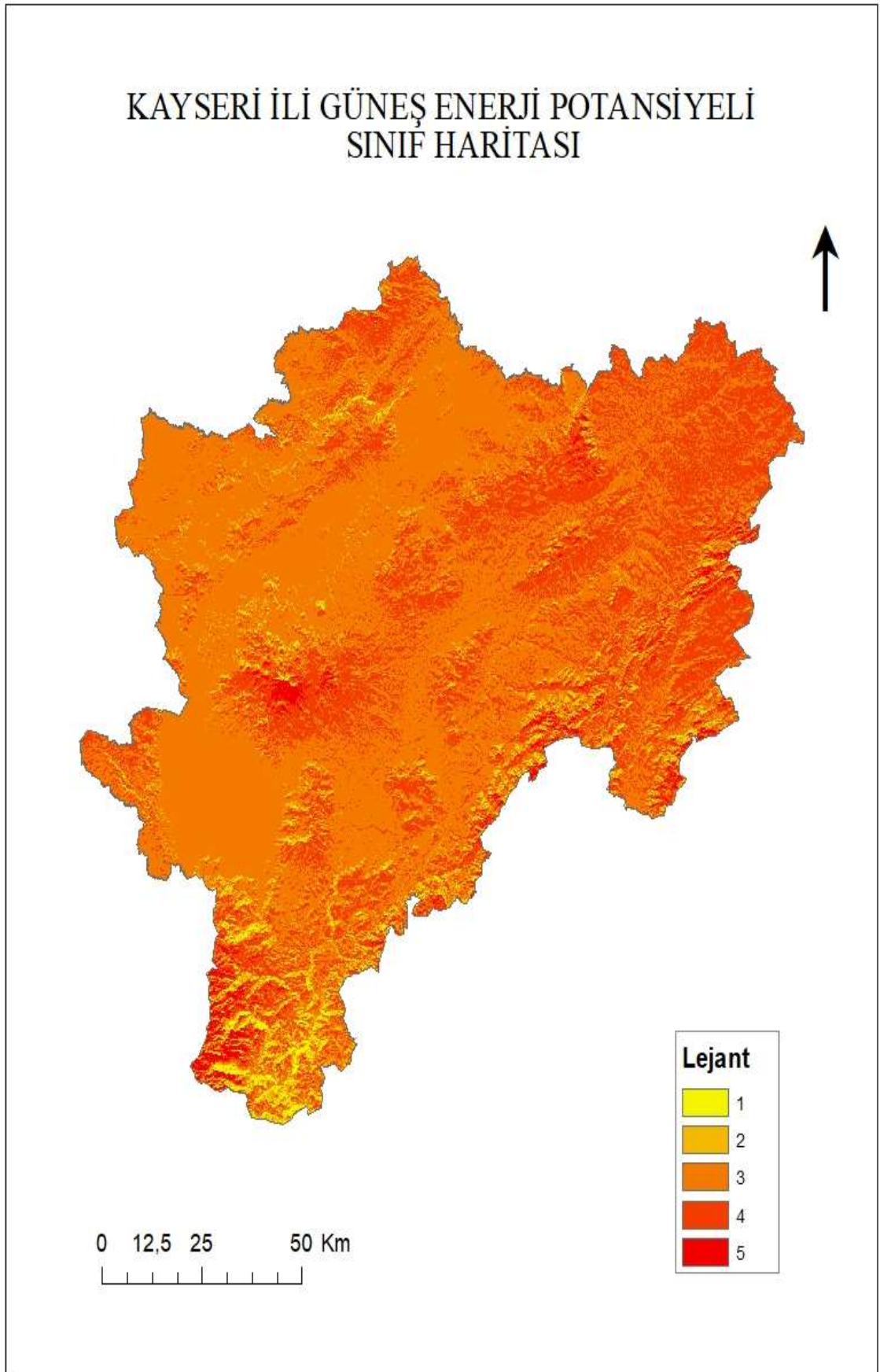
Kriterlerin sınıflandırma işlemleri coğrafi bilgi sistemi yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

#### 2.4.1.1. Güneş Enerji Potansiyeli

Analizler sonucu oluşturulan Kayseri ili güneş enerji potansiyeli haritası Şekil 2.2. de gösterilmiştir. Oluşturulan güneş enerji potansiyeli haritası incelendiğinde hesaplanan değerlerin watt.saat/metrekaare (WH/m<sup>2</sup>) birimi cinsinden olduğu görülmüştür. Öncelikle güneş enerji potansiyeli radyasyon değerleri için uygun aralıklar tespit edilmiştir. Belirlenen aralıklara 1 ile 5 değerleri arasında puanlar verilmiştir. Yüksek radyasyon değerlerinde belirlenen aralıklara yüksek puanlar verilerek puanlama işlemi yapılmıştır. Aralıklara puan verme işlemi tamamlandıktan sonra güneş enerji potansiyeli verisi sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Güneş enerji potansiyeli verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları Tablo 2.1. de gösterilmiştir. Kayseri ili güneş enerji potansiyeli sınıf haritası Şekil 2.12. de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Güneş enerji potansiyeli verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları

Aralık (WH/m <sup>2</sup> )	Puan
< 1100000	1
1100000 - 1300000	2
1300000 - 1500000	3
1500000 - 1700000	4
1700000 - 2097065	5



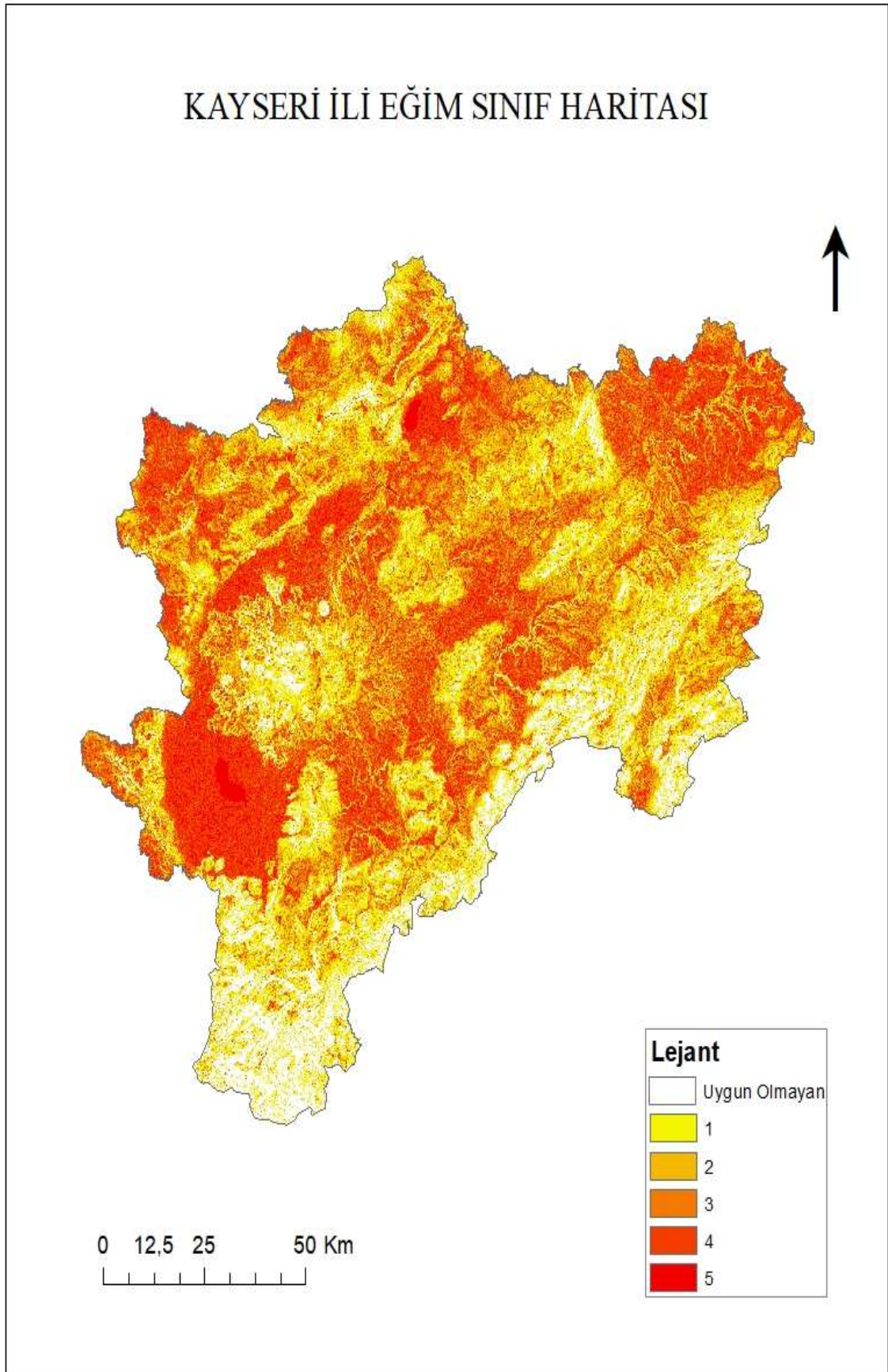
Şekil 2.12. Kayseri ili güneş enerji potansiyeli sınıf haritası

### 2.4.1.2. Eğim

Analizler sonucu oluşturulan Kayseri ili eğim haritası Şekil 2.3. de gösterilmiŐti. Oluşturulan eğim haritasında değerler derece cinsinden olarak hesaplanmıştır. Öncelikle eğim değerleri için uygun olan aralıklar belirlenmiştir. Ayrıca aralıklar belirlenirken, 20 derece değerleri üzerinde olan alanlar sınıflandırma dışı bırakılarak yüksek dereceli eğimler sınıflandırma işlemine dahil edilmemiştir. Eğim değerleri 20 derece üzerinde olan alanların sınıflandırma dışına çıkarılmasının amacı bu alanların güneş enerji santrali yer seçimi sonuç haritasında seçilmesinin baŐtan engellenmesidir. Eğim değerleri 20 derece üzerinde olan alanlar Kayseri ili eğim sınıf haritasında uygun olmayan alanlar olarak gösterilmiştir. Belirlenen aralıklara 1 ile 5 değerleri arasında puanlar verilmiştir. Eğim derece değerleri en az olan aralıklara yüksek puanlar verilerek puanlama işlemi yapılmıştır. Aralıklara puan verme işlemi tamamlandıktan sonra eğim verisi sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Eğim verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları tablo Tablo 2.2. de gösterilmiştir. Kayseri ili eğim sınıf haritası Şekil 2.13. de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Eğim verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları

Aralık (derece)	Puan
0 - 1	5
1 - 3	4
3 - 5	3
5 - 10	2
10 - 20	1
20 <	Sınıflandırma dışı



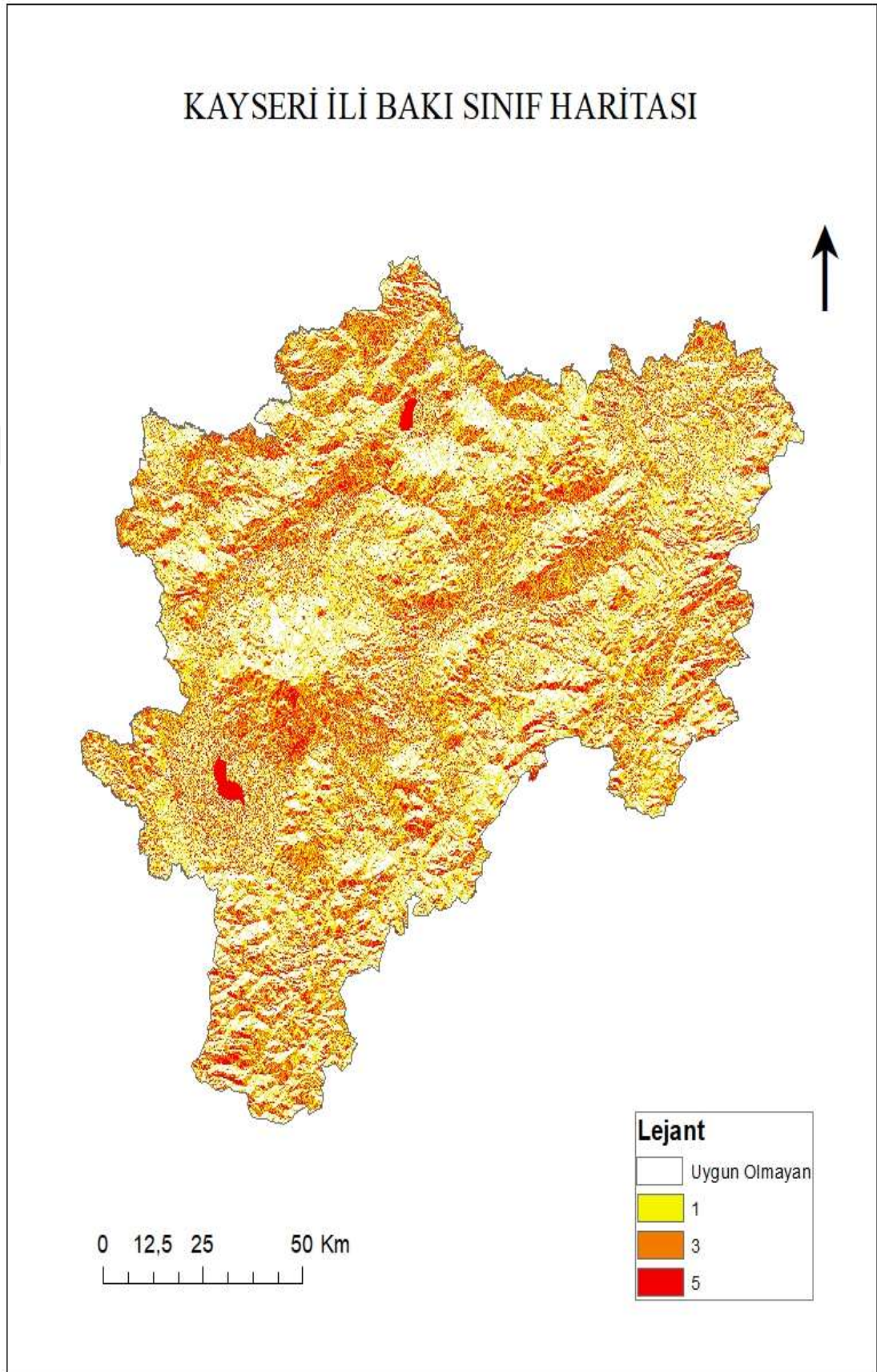
Şekil 2.13. Kayseri ili eğim sınıf haritası

### 2.4.1.3. Bakı

Analizler sonucu oluşturulan Kayseri ili bakı haritası Şekil 2.4. de gösterilmiştir. Oluşturulan bakı haritasında değerler yön olarak gösterilmiştir. İlk olarak, güneş enerjisi açısından verimsiz olan kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı değeri üzerinde olan aralıklar sınıflandırma dışı bırakılarak kuzey yönündeki aralıklar sınıflandırma işlemine dahil edilmemiştir. Bakı yön değeri kuzey yönündeki aralıklar Kayseri ili bakı sınıf haritasında uygun olmayan alanlar olarak gösterilmiştir. Belirlenen aralıklara 1 ile 5 değerleri arasında puanlar verilmiştir. Güneş enerjisi açısından daha verimli olan, bakı yön değeri güney olan aralıklara yüksek puanlar verilerek puanlama işlemi yapılmıştır. Aralıklara puan verme işlemi tamamlandıktan sonra bakı verisi sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Bakı verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları Tablo 2.3. de gösterilmiştir. Kayseri ili bakı sınıf haritası Şekil 2.14. de gösterilmiştir.

Tablo 2.3. Bakı verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları

Aralık (yön)	Puan
Düz	5
Kuzey	Sınıflandırma dışı
Kuzeydoğu	Sınıflandırma dışı
Doğu	1
Güneydoğu	3
Güney	5
Güneybatı	3
Batı	1
Kuzeybatı	Sınıflandırma dışı



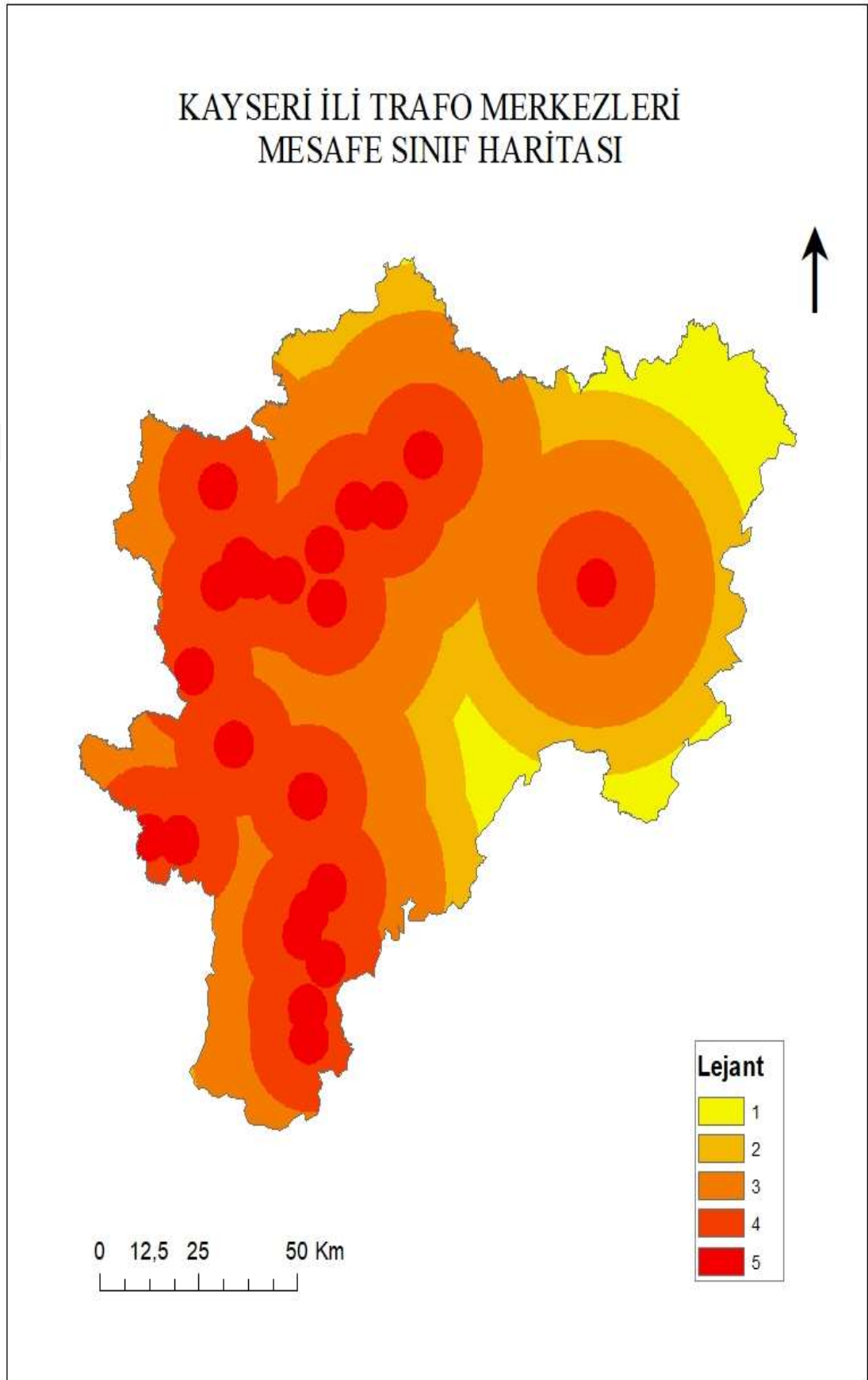
Şekil 2.14. Kayseri ili bakı sınıf haritası

#### 2.4.1.4. Trafo Merkezleri

Şekil 2.5. de gösterilen Kayseri ili trafo merkezleri haritası vektör formatında olduğundan üzerinde birtakım analizler yapılmıştır. Öncelikle, Kayseri ili trafo merkezleri verisi üzerinde Öklid mesafesi yöntemi kullanılarak raster formatında olan mesafe haritası oluşturulmuştur. Piksel boyutları 30 metre olarak belirlenen mesafe haritası Kayseri il sınırına göre yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca trafo merkezleri mesafe haritası değerleri metre birimi cinsinden oluşturulmuştur. Sonrasında trafo merkezleri mesafe değerleri için uygun aralıklar tespit edilmiştir. Belirlenen aralıklara 1 ile 5 değerleri arasında puanlar verilmiştir. Trafo merkezlerine yakın mesafede olan değerlerde belirlenen aralıklara yüksek puanlar verilerek puanlama işlemi yapılmıştır. Aralıklara puan verme işlemi tamamlandıktan sonra trafo merkezleri mesafe verisi sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Trafo merkezleri verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları Tablo 2.4. de gösterilmiştir. Kayseri ili trafo merkezleri mesafe sınıf haritası Şekil 2.15. de gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Trafo merkezleri verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları

Aralık (m)	Puan
0 - 5000	5
5000 - 15000	4
15000 - 30000	3
30000 - 40000	2
40000 <	1



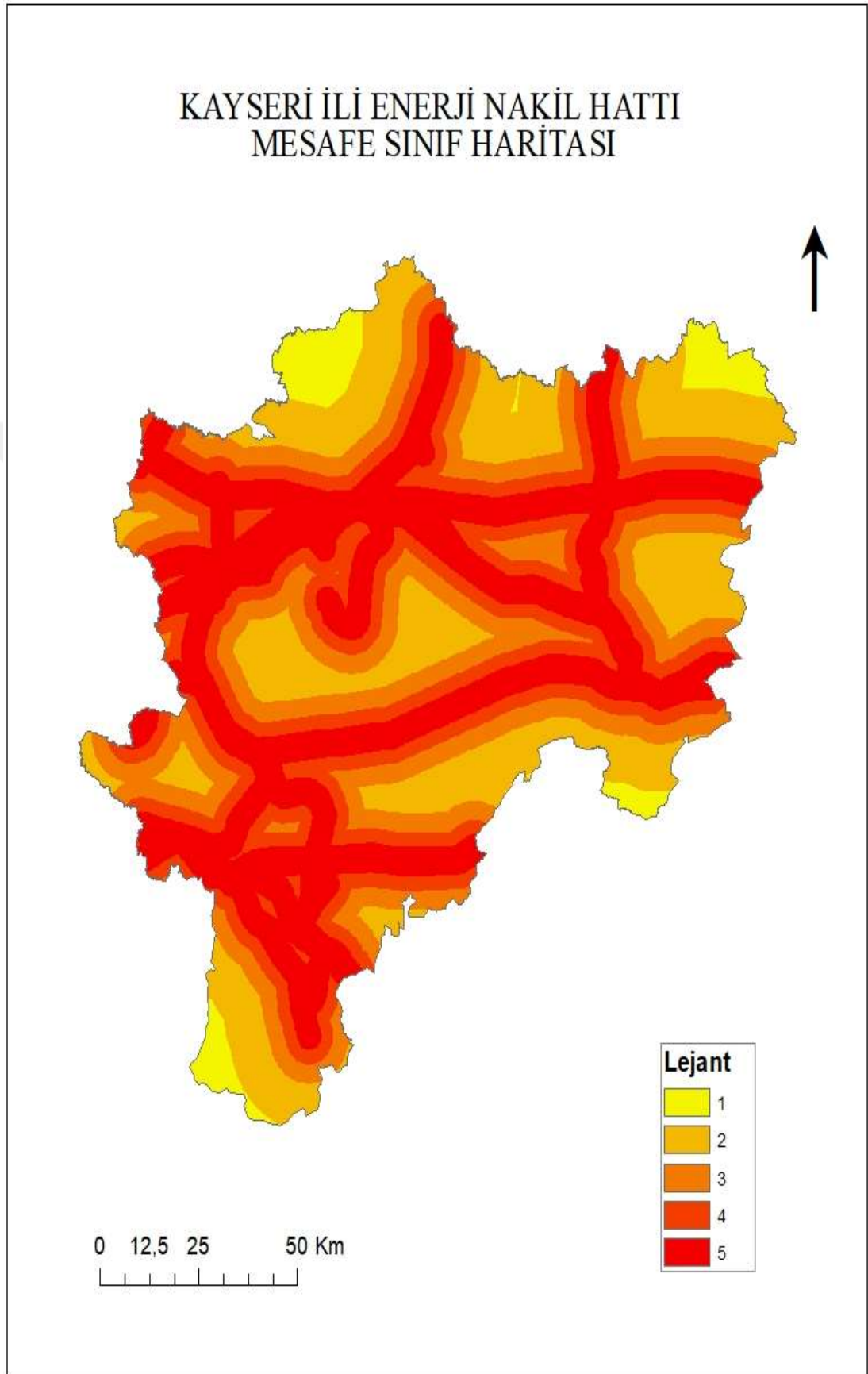
Şekil 2.15. Kayseri ili trafo merkezleri mesafe sınıf haritası

#### 2.4.1.5. Enerji Nakil Hattı

Şekil 2.6. da gösterilen Kayseri ili enerji nakil hattı haritası vektör formatında olduğundan üzerinde bazı analizler yapılmıştır. Öncelikle, Kayseri ili enerji nakil hattı verisi üzerinde Öklid mesafesi yöntemi kullanılarak raster formatında olan mesafe haritası oluşturulmuştur. Piksel boyutları 30 metre olarak belirlenen mesafe haritası Kayseri il sınırına göre yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca enerji nakil hattı mesafe haritası değerleri metre birimi cinsinden oluşturulmuştur. Sonrasında enerji nakil hattı mesafe değerleri için uygun aralıklar tespit edilmiştir. Belirlenen aralıklara 1 ile 5 değerleri arasında puanlar verilmiştir. Enerji nakil hattına yakın mesafede olan değerlerde belirlenen aralıklara yüksek puanlar verilerek puanlama işlemi yapılmıştır. Aralıklara puan verme işlemi tamamlandıktan sonra enerji nakil hattı mesafe verisi sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Enerji nakil hattı verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları Tablo 2.5. de gösterilmiştir. Kayseri ili enerji nakil hattı mesafe sınıf haritası Şekil 2.16. da gösterilmiştir.

Tablo 2.5. Enerji nakil hattı verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları

Aralık (m)	Puan
0 - 3000	5
3000 - 6000	4
6000 - 10000	3
10000 - 20000	2
20000 <	1



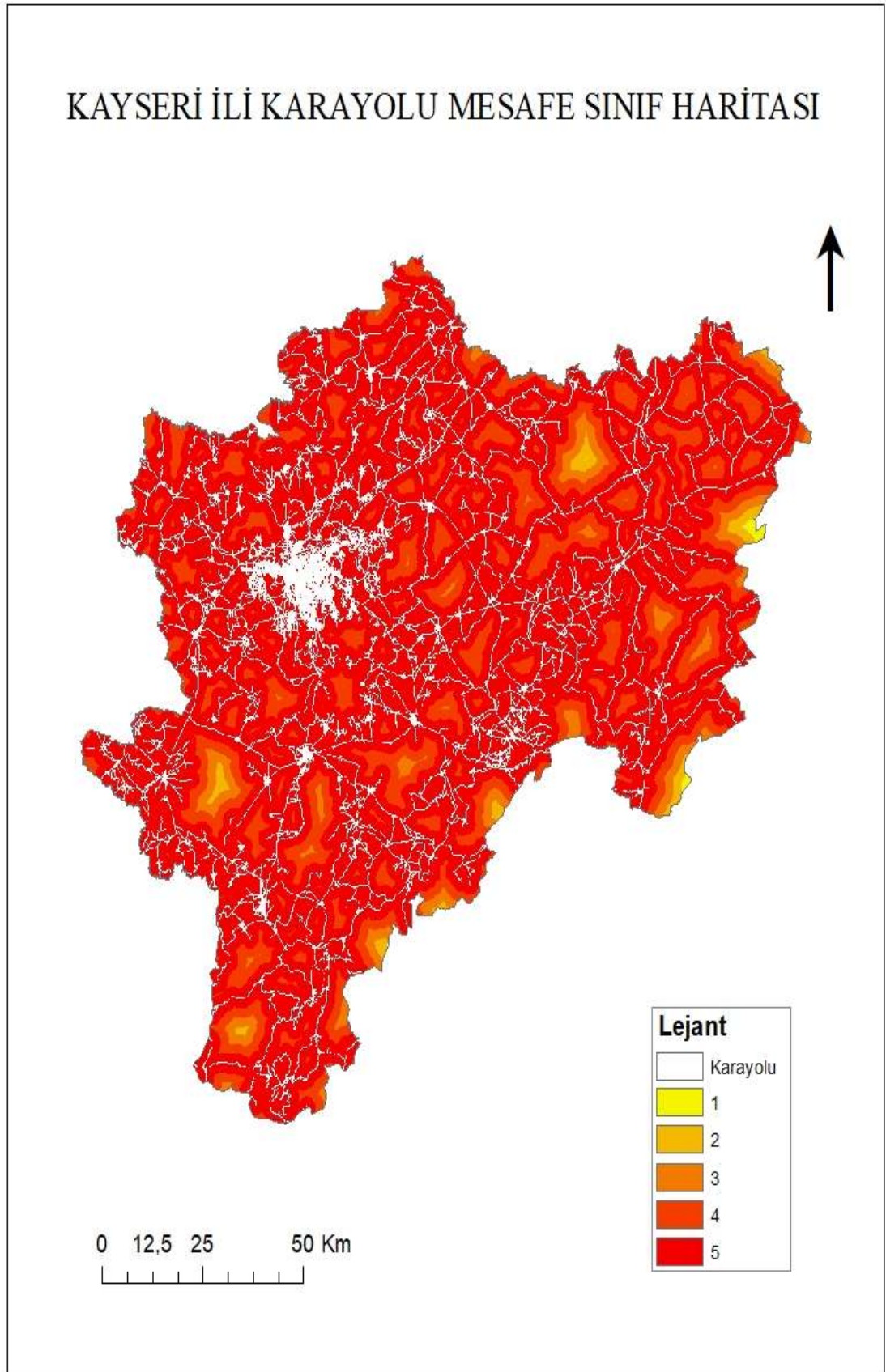
Şekil 2.16. Kayseri ili enerji nakil hattı mesafe sınıf haritası

#### 2.4.1.6. Karayolu

Vektör formatında olan Kayseri ili karayolu haritası Şekil 2.7. de gösterilmiştir. Öncelikle, Kayseri ili karayolu verisi üzerinde Öklid mesafesi yöntemi kullanılarak raster formatında olan mesafe haritası oluşturulmuştur. Piksel boyutları 30 metre olarak belirlenen mesafe haritası Kayseri il sınırına göre yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca karayolu mesafe haritası değerleri metre birimi cinsinden oluşturulmuştur. Sonrasında karayolu mesafe değerleri için uygun aralıklar tespit edilmiştir. Güneş enerji santrali yer seçimi yapılacak alanlarda karayollarının 100 metre çevresine yapılmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir. (Obut, 2016) Bu kriter göz önüne alınarak karayoluna 100 metre mesafede olan alanlar tampon bölge olarak belirlenerek sınıflandırma dışı bırakılmıştır. Belirlenen aralıklara 1 ile 5 değerleri arasında puanlar verilmiştir. Karayoluna yakın mesafede olan değerlerde belirlenen aralıklara yüksek puanlar verilerek puanlama işlemi yapılmıştır. Aralıklara puan verme işlemi tamamlandıktan sonra karayolu mesafe verisi sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Karayolu verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları Tablo 2.6. da gösterilmiştir. Kayseri ili karayolu mesafe sınıf haritası Şekil 2.17. de gösterilmiştir.

Tablo 2.6. Karayolu verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları

Aralık (m)	Puan
0 - 100	Sınıflandırma dışı
100 - 2000	5
2000 - 4000	4
4000 - 6000	3
6000 - 8000	2
8000 <	1



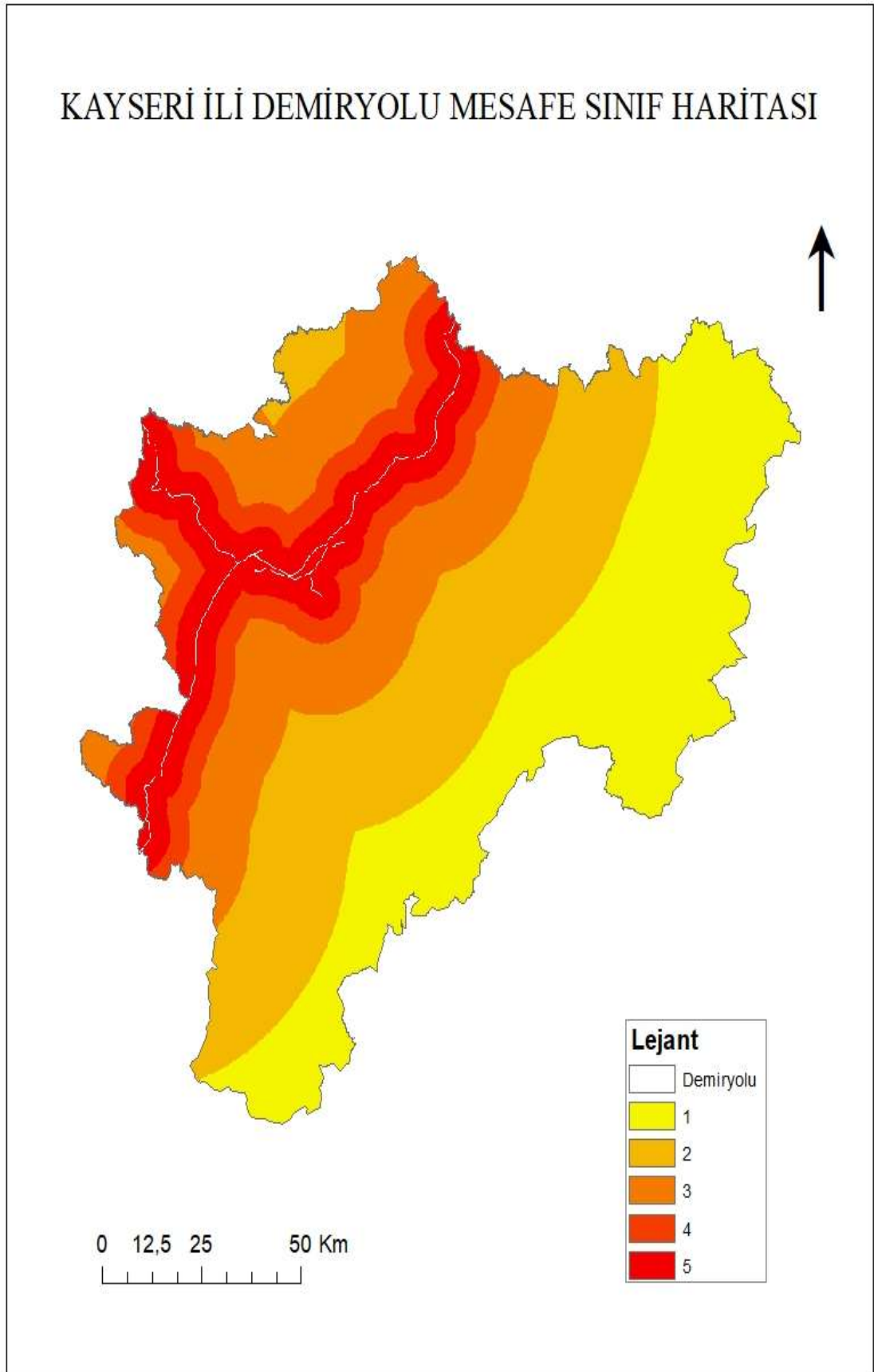
Şekil 2.17. Kayseri ili karayolu mesafe sınıf haritası

### 2.4.1.7. Demiryolu

Vektör formatında olan Kayseri ili demiryolu haritası Şekil 2.8. de gösterilmiştir. Öncelikle, Kayseri ili demiryolu verisi üzerinde Öklid mesafesi yöntemi kullanılarak raster formatında olan mesafe haritası oluşturulmuştur. Piksel boyutları 30 metre olarak belirlenen mesafe haritası Kayseri il sınırına göre yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca demiryolu mesafe haritası değerleri metre birimi cinsinden oluşturulmuştur. Sonrasında demiryolu mesafe değerleri için uygun aralıklar tespit edilmiştir. Güneş enerji santrali yer seçimi yapılacak alanlarda demiryollarının 100 metre çevresine yapılmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir. (Obut, 2016) Bu kriter göz önüne alınarak demiryoluna 100 metre mesafede olan alanlar tampon bölge olarak belirlenerek sınıflandırma dışı bırakılmıştır. Belirlenen aralıklara 1 ile 5 değerleri arasında puanlar verilmiştir. Demiryoluna yakın mesafede olan değerlerde belirlenen aralıklara yüksek puanlar verilerek puanlama işlemi yapılmıştır. Aralıklara puan verme işlemi tamamlandıktan sonra demiryolu mesafe verisi sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Demiryolu verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları Tablo 2.7. de gösterilmiştir. Kayseri ili demiryolu mesafe sınıf haritası Şekil 2.18. de gösterilmiştir.

Tablo 2.7. Demiryolu verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları

Aralık (m)	Puan
0 - 100	Sınıflandırma dışı
100 - 5000	5
5000 - 10000	4
10000 - 25000	3
25000 - 50000	2
50000 <	1



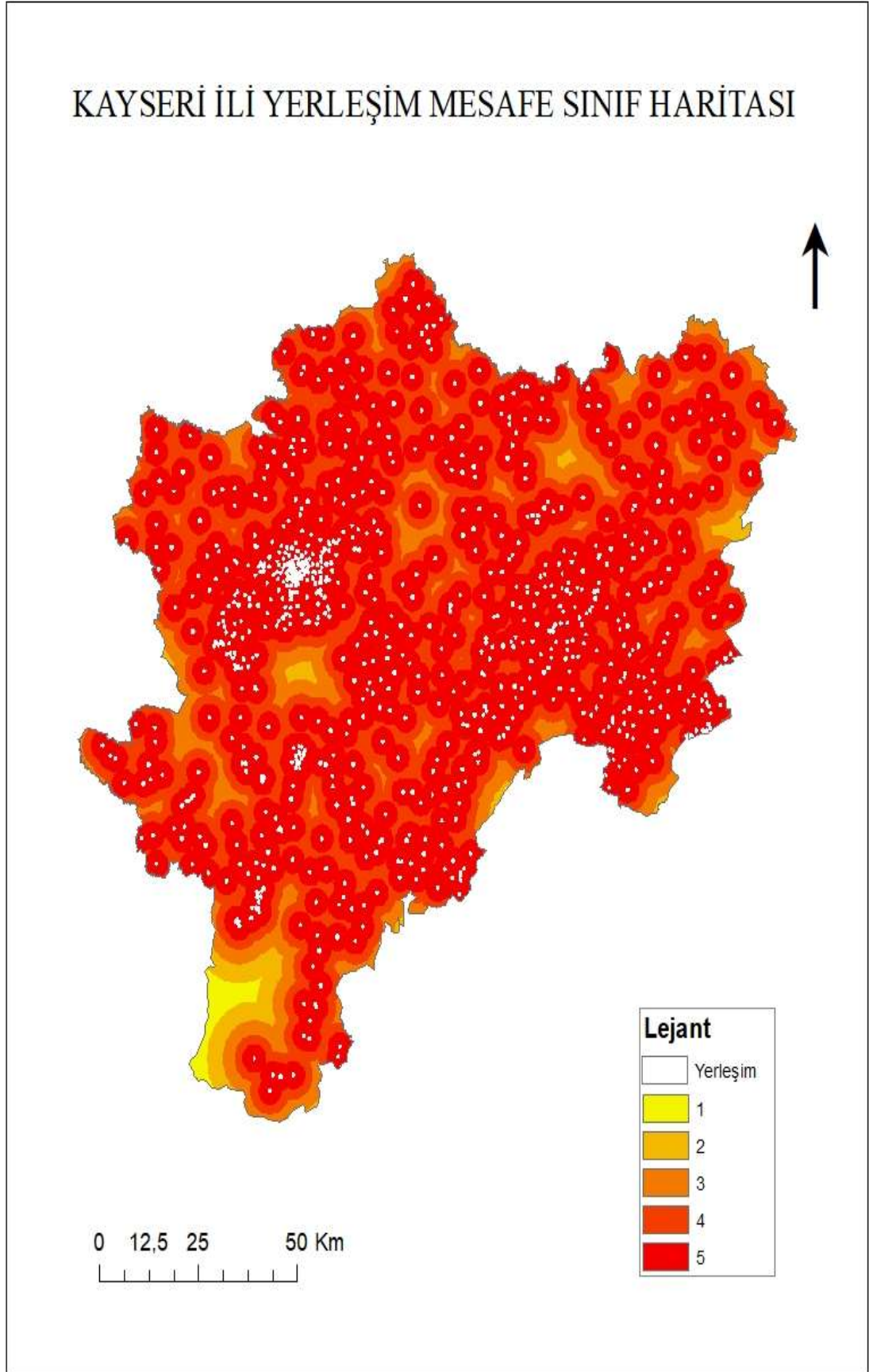
Şekil 2.18. Kayseri ili demiryolu mesafe sınıf haritası

#### 2.4.1.8. Yerleşim

Vektör formatında olan Kayseri ili yerleşim haritası Şekil 2.9. da gösterilmiştir. Öncelikle, Kayseri ili yerleşim verisi üzerinde Öklid mesafesi yöntemi kullanılarak raster formatında olan mesafe haritası oluşturulmuştur. Piksel boyutları 30 metre olarak belirlenen mesafe haritası Kayseri il sınırına göre yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca yerleşim mesafe haritası değerleri metre birimi cinsinden oluşturulmuştur. Sonrasında yerleşim mesafe değerleri için uygun aralıklar tespit edilmiştir. Güneş enerji santrali yer seçimi yapılacak alanlarda yerleşim alanlarının 500 metre çevresine yapılmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir. (Obut, 2016) Bu kriter göz önüne alınarak yerleşim alanlarına 500 metre mesafede olan alanlar tampon bölge olarak belirlenerek sınıflandırma dışı bırakılmıştır. Belirlenen aralıklara 1 ile 5 değerleri arasında puanlar verilmiştir. Yerleşim alanlarına yakın mesafede olan değerlerde belirlenen aralıklara yüksek puanlar verilerek puanlama işlemi yapılmıştır. Aralıklara puan verme işlemi tamamlandıktan sonra yerleşim mesafe verisi sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Yerleşim verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları Tablo 2.8. de gösterilmiştir. Kayseri ili yerleşim mesafe sınıf haritası Şekil 2.19. da gösterilmiştir.

Tablo 2.8. Yerleşim verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları

Aralık (m)	Puan
0 - 500	Sınıflandırma dışı
500 - 3000	5
3000 - 5000	4
5000 - 8000	3
8000 - 12000	2
12000 <	1



Şekil 2.19. Kayseri ili yerleşim mesafe sınıf haritası

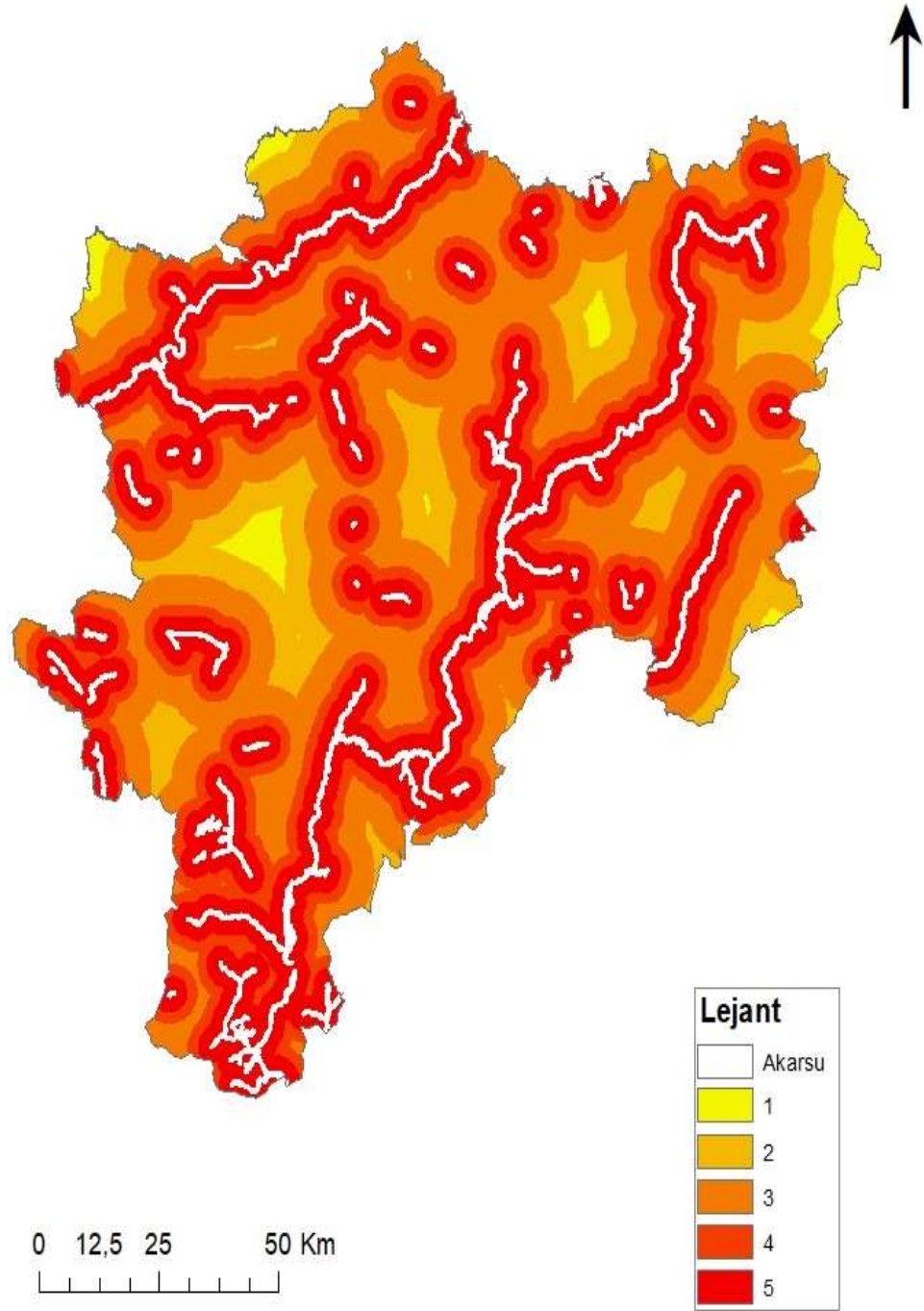
### 2.4.1.9. Akarsu

Vektör formatında olan Kayseri ili akarsu haritası Şekil 2.10. da gösterilmiştir. Öncelikle, Kayseri ili akarsu verisi üzerinde Öklid mesafesi yöntemi kullanılarak raster formatında olan mesafe haritası oluşturulmuştur. Piksel boyutları 30 metre olarak belirlenen mesafe haritası Kayseri il sınırına göre yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca akarsu mesafe haritası değerleri metre birimi cinsinden oluşturulmuştur. Sonrasında akarsu mesafe değerleri için uygun aralıklar tespit edilmiştir. Akarsu taşkını ve benzeri olumsuzluklar olabileceğinden akarsuların 500 metre çevresinin uygun olmayacağı değerlendirilmiştir. Bu kriter göz önüne alınarak akarsulara 500 metre mesafede olan alanlar tampon bölge olarak belirlenerek sınıflandırma dışı bırakılmıştır. Belirlenen aralıklara 1 ile 5 değerleri arasında puanlar verilmiştir. Akarsulara yakın mesafede olan değerlerde belirlenen aralıklara yüksek puanlar verilerek puanlama işlemi yapılmıştır. Aralıklara puan verme işlemi tamamlandıktan sonra akarsu mesafe verisi sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Akarsu verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları Tablo 2.9. da gösterilmiştir. Kayseri ili akarsu mesafe sınıf haritası Şekil 2.20. de gösterilmiştir.

Tablo 2.9. Akarsu verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları

Aralık (m)	Puan
0 - 500	Sınıflandırma dışı
500 - 3000	5
3000 - 5000	4
5000 - 10000	3
10000 - 15000	2
15000 <	1

## KAYSERİ İLİ AKARSU MESAFE SINIF HARİTASI



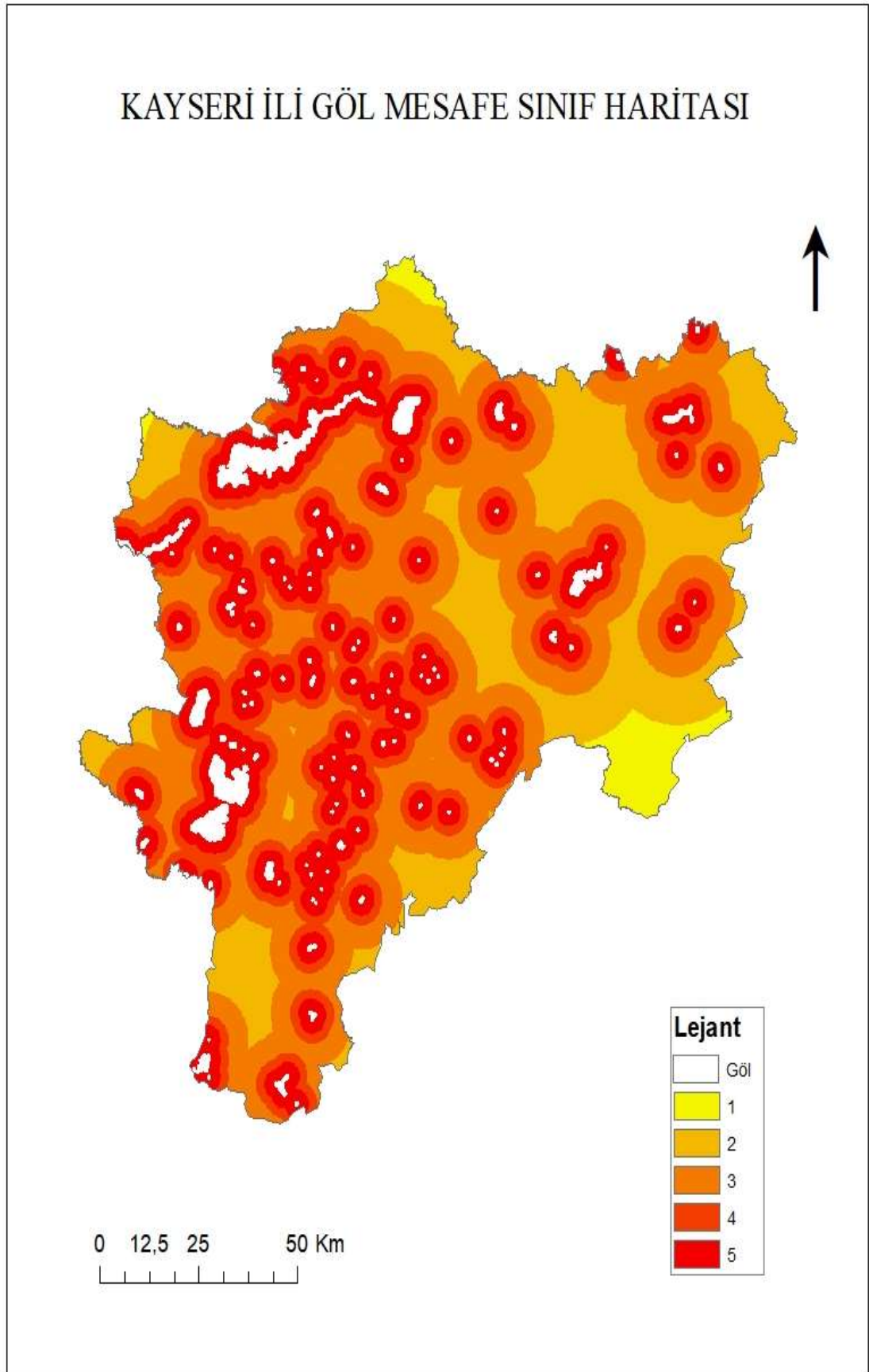
Şekil 2.20. Kayseri ili akarsu mesafe sınıf haritası

#### 2.4.1.10. Göl

Vektör formatında olan Kayseri ili göl haritası Şekil 2.11. de gösterilmiştir. Öncelikle, Kayseri ili göl verisi üzerinde Öklid mesafesi yöntemi kullanılarak raster formatında olan mesafe haritası oluşturulmuştur. Piksel boyutları 30 metre olarak belirlenen mesafe haritası Kayseri il sınırına göre yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca göl mesafe haritası değerleri metre birimi cinsinden oluşturulmuştur. Sonrasında göl mesafe değerleri için uygun aralıklar tespit edilmiştir. Taşkın ve benzeri olumsuzluklar olabileceğinden göllerin 500 metre çevresinin uygun olmayacağı değerlendirilmiştir. Bu kriter göz önüne alınarak göllere 500 metre mesafede olan alanlar tampon bölge olarak belirlenerek sınıflandırma dışı bırakılmıştır. Belirlenen aralıklara 1 ile 5 değerleri arasında puanlar verilmiştir. Göllere yakın mesafede olan değerlerde belirlenen aralıklara yüksek puanlar verilerek puanlama işlemi yapılmıştır. Aralıklara puan verme işlemi tamamlandıktan sonra göl mesafe verisi sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Göl verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları Tablo 2.10. da gösterilmiştir. Kayseri ili göl mesafe sınıf haritası Şekil 2.21. de gösterilmiştir.

Tablo 2.10. Göl verisi sınıflandırma değer aralıkları ve puanları

Aralık (m)	Puan
0 - 500	Sınıflandırma dışı
500 - 3000	5
3000 - 5000	4
5000 - 10000	3
10000 - 20000	2
20000 <	1



Şekil 2.21. Kayseri ili göl mesafe sınıf haritası

### 2.4.2. Analitik Hiyerarşi Yöntemi İle Ağırlıkların Belirlenmesi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olan analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Kullanılacak kriterler ise, güneş enerji potansiyeli, eğim, bakı, trafo merkezlerine uzaklık, enerji nakil hatlarına uzaklık, akarsulara uzaklık, göllere uzaklık, yerleşim alanlarına uzaklık, karayollarına ve demiryoluna uzaklık olarak tespit edilmiştir. Güneş enerji santrali kurulumu için yer seçiminde belirlenen kriterler analitik hiyerarşi yöntemi yardımıyla önem derecelerine göre kendi aralarında değerlendirilmiş ve ağırlıkları belirlenmiştir. Kriterler kendi aralarında 1 ile 5 arasındaki değerler kullanılarak karşılaştırılmıştır. Analitik hiyerarşi yöntemi sonucu oluşturulan karşılaştırma matrisi Tablo 2.11. de gösterilmiştir.

Tablo 2.11. Analitik hiyerarşi yöntemi sonucu oluşturulan karşılaştırma matrisi

	Güneş Enerji Potansiyeli	Eğim	Bakı	Trafo	Enerji Nakil Hattı	Karayolu	Demiryolu	Yerleşim	Akarsu	Göl
Güneş Enerji Potansiyeli	1	3	3	2	2	3	5	4	5	4
Eğim	1/3	1	2	1/2	1/2	2	3	3	4	3
Bakı	1/3	1/2	1	1/2	1/2	2	3	3	4	3
Trafo	1/2	2	2	1	2	2	4	3	4	3
Enerji Nakil Hattı	1/2	2	2	1/2	1	2	4	3	4	3
Karayolu	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	1	3	2	3	2
Demiryolu	1/5	1/3	1/3	1/4	1/4	1/3	1	1/2	1/2	1/3
Yerleşim	1/4	1/3	1/3	1/3	1/3	1/2	2	1	3	2
Akarsu	1/5	1/4	1/4	1/4	1/4	1/3	2	1/3	1	1/2
Göl	1/4	1/3	1/3	1/3	1/3	1/2	3	1/2	2	1

Analitik hiyerarşi yöntemi kriter ağırlıkları sonuçları irdelendiğinde en yüksek ağırlık doğal olarak güneş enerji potansiyeli 0,23 olarak hesaplanmıştır. Güneş enerji potansiyelini sırasıyla trafo merkezlerine uzaklık, enerji nakil hatlarına uzaklık, eğim ve bakı kriterleri takip etmektedir. Bu kriterlerin güneş enerji santrali kurulumu için önemli olduğu değerlendirildiğinden ağırlıkları yüksek değerler almıştır. Sonuçların tutarlı olup olmadığını görmek amacıyla tutarlılık oranı hesaplama işlemi yapılmıştır. Analitik

hierarchy yöntemi sonucunda tutarlılık oranı 0,037 olarak hesaplanmıştır. Analitik hierarchy yönteminde 0,10 değeri altında hesaplanan tutarlılık oranı değerlerinin tutarlı olarak kabul edilmesi nedeniyle oluşturulan ağırlıkların tutarlı olduğu kabul edilebilir. Analitik hierarchy yöntemi sonucu hesaplanan ağırlıklar ve tutarlılık oranı Tablo 2.12. de gösterilmiştir.

Tablo 2.12. Analitik hierarchy yöntemi sonucu hesaplanan ağırlıklar ve tutarlılık oranı

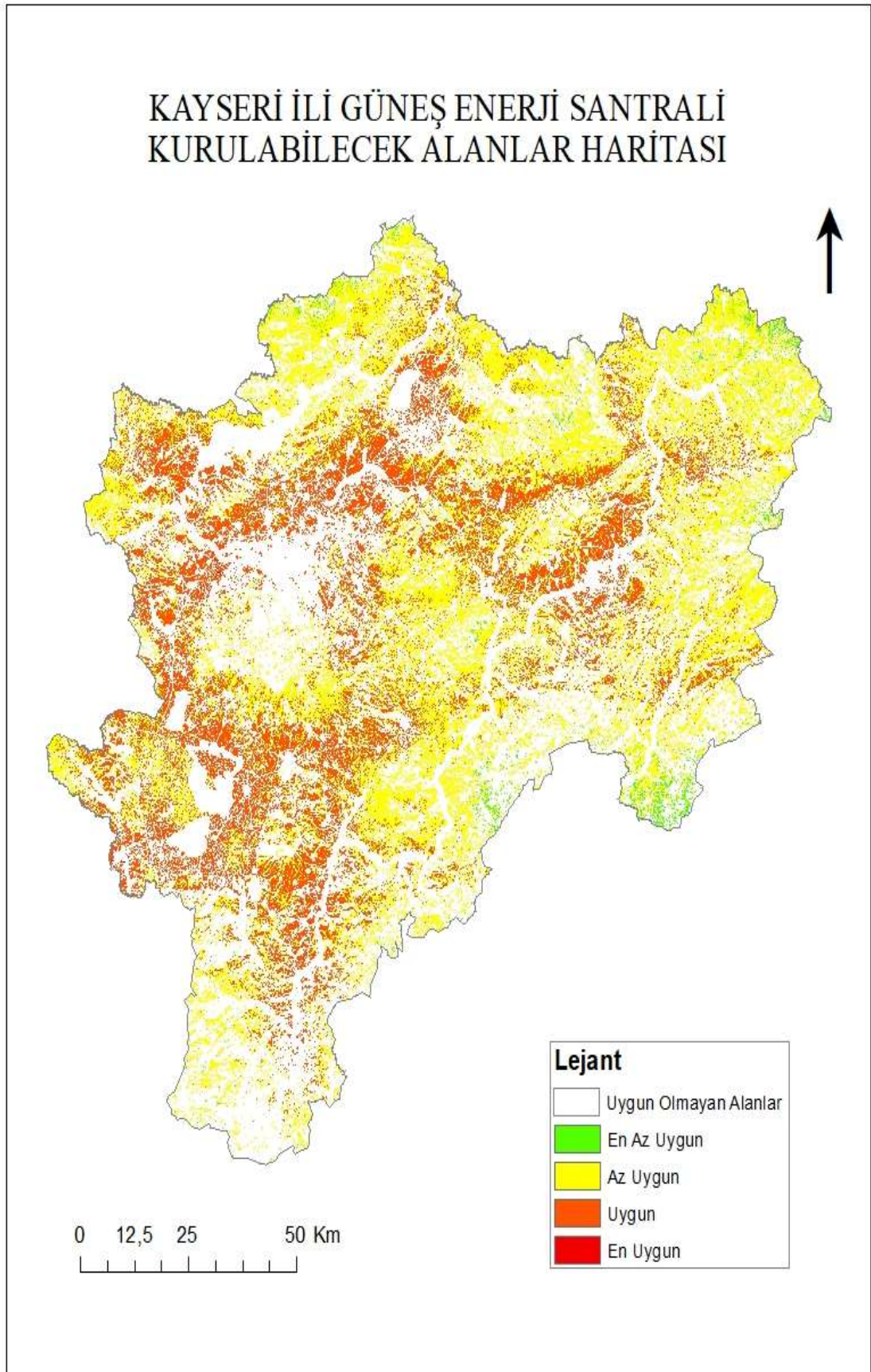
	<b>Ağırlıklar</b>	
<b>Güneş Enerji Potansiyeli</b>	0,23	
<b>Eğim</b>	0,12	
<b>Bakı</b>	0,10	
<b>Trafo</b>	0,16	
<b>Enerji Nakil Hattı</b>	0,14	
<b>Karayolu</b>	0,08	
<b>Demiryolu</b>	0,03	
<b>Yerleşim</b>	0,06	
<b>Akarsu</b>	0,03	
<b>Göl</b>	0,05	
	1,00	
		<b>Tutarlılık Oranı</b>
		0,03707

## 3. BÖLÜM

### BULGULAR VE İRDELEMELER

#### 3.1. Kayseri İlinde Güneş Enerji Santrali Kurulabilecek Alanlar Haritası

Kayseri İlinde güneş enerji santrali kurulabilecek alanların tespit edilebilmesi amacıyla önceki aşamalarda mekânsal analizler yapılmış ve kriterlerin sınıflandırılmış sonuç haritaları elde edilmiştir. Sonrasında belirlenen güneş enerji potansiyeli, eğim, bakı, trafo merkezlerine uzaklık, enerji nakil hatlarına uzaklık, akarsulara uzaklık, göllere uzaklık, yerleşim alanlarına uzaklık, karayollarına ve demiryoluna uzaklık kriterleri kendi aralarında değerlendirilerek analitik hiyerarşi yöntemine göre ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra, elde edilen raster haritalar ve hesaplanan ağırlıklar kullanılarak ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile Kayseri ilinde güneş enerjisi santrali kurulması için uygun olan alanlar belirlenmiştir. Kayseri İli Güneş Enerji Santrali Kurulabilecek Alanlar Haritası Şekil 3.1. de gösterilmiştir. Kayseri İlinde Güneş Enerji Santrali Kurulabilecek Alanlar Haritası ayrıntılı olarak incelendiğinde daha önceki yaptığımız çalışmalarda sınıflandırma dışına çıkardığımız eğim derecesi 20 derece üstü alanlar, bakı yönü kuzey olan alanlar, karayolu ve demiryoluna 100 metre uzaklıktaki alanlar, yerleşim alanlarına, akarsu ve göllere 500 metre uzaklıkta olan alanların uygun olmayan alan olarak belirtildiği görülmüştür. Kayseri İlinde Güneş Enerji Santrali Kurulabilecek Alanlar Haritası incelendiğinde, çoğu bölgesinde en uygun ve uygun alanları görmek mümkündür bu da Kayseri ilinin güneş enerji santrali kurulumu için yüksek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Kayseri ili bazında, güneş enerjisi potansiyeli haritası ile sonuç haritamız karşılaştırıldığında farklı kriterler devreye girdiğinde farklı sonuçların ortaya çıktığını ve güneş enerjisi potansiyeli haritasının tek başına kullanılmasının uygun olmadığını göstermektedir.



Şekil 3.1. Kayseri İli Güneş Enerji Santrali Kurulabilecek Alanlar Haritası

### 3.2. Sonuçların Kurulu Güneş Enerji Santralleri ile Karşılaştırılması

Kayseri ilinde güneş enerji santrali kurulabilecek alanlar haritasının doğruluğunun kontrol edilebilmesi amacıyla mevcut olan güneş enerji santralleri ile elde edilen haritadaki konumların uyum sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir. Öncelikle sonuç haritası raster formatında olduğundan vektör formatına dönüştürülerek işleme başlanmıştır. Sonrasında uydu görüntüsüyle karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. En uygun ve uygun alanlar içerisinde tespit edilen mevcut güneş enerji santrallerinden bazıları aşağıda gösterilmiştir.

Şekil 3.4. de gösterildiği üzere, en uygun alanların yoğunlaştığı bölgelerden birinde Melikgazi İlçesinde bulunan Kayseri Organize Sanayi Bölgesi güneş enerji santrali bulunmaktadır. Türkiye'nin en büyük GES tesisi olan Kayseri Organize Sanayi Bölgesi güneş enerji santrali 50,6 MWp toplam kapasiteye sahiptir. Kurulum alanı 930.000 m<sup>2</sup> olan tesisin yıllık 82.000.000 KWh enerji üretimi öngörülmektedir. 10 yıl devlet alım garantisi olan tesis Kayseri organize sanayi Bölgesinin gündüz elektrik ihtiyacının %20'sinin karşılanması ve 60 bin konutun enerji ihtiyacını karşılayabilmektedir. (Url-9)



Şekil 3.2. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi güneş enerji santralinden görüntü-1 (Url-9)

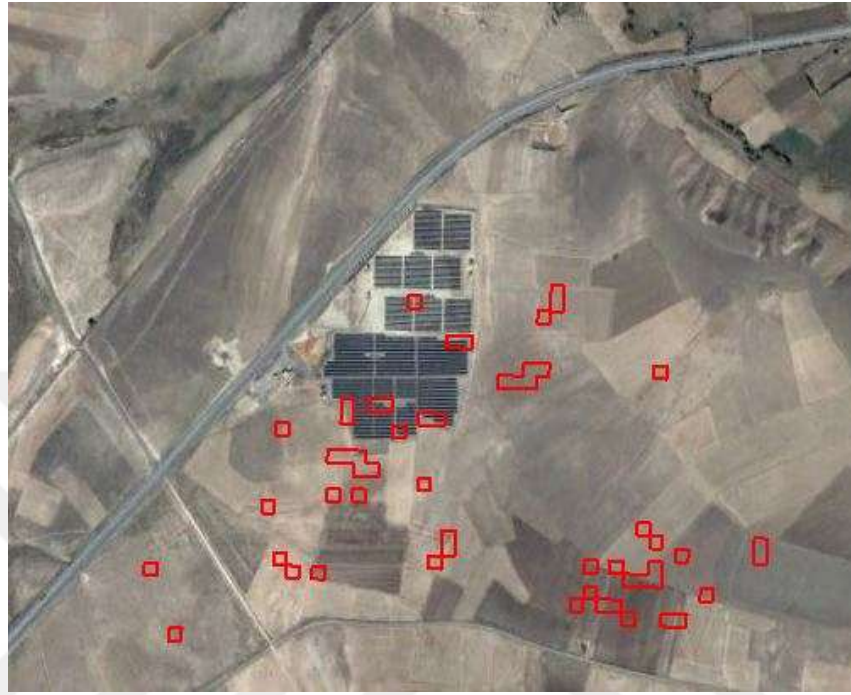


Şekil 3.3. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi güneş enerji santralinden görüntü-2 (Url-9)



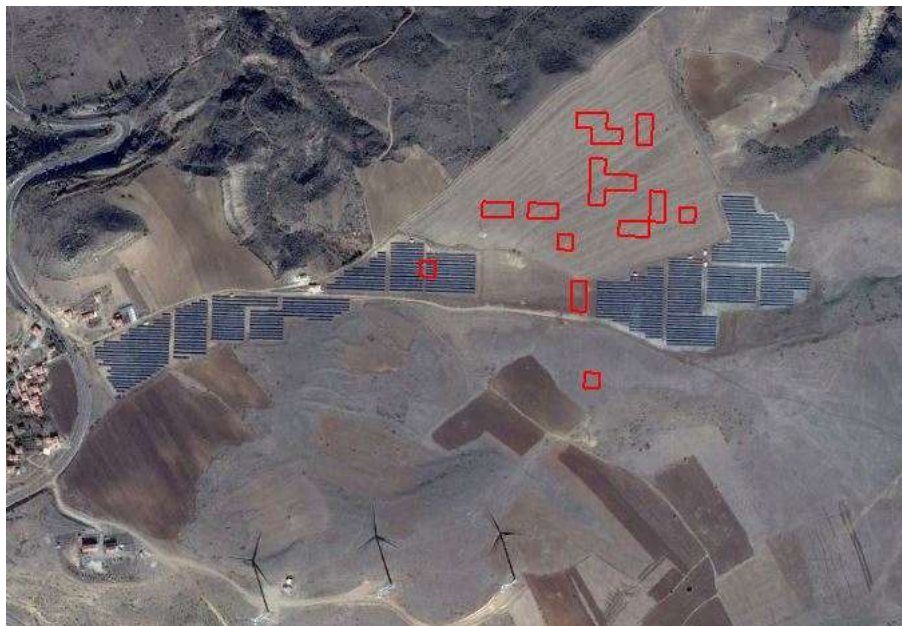
Şekil 3.4. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi güneş enerji santrali

En uygun alanların yoğunlaştığı diğere bir bölge ise Yeşilhisar ilçesi Araplı Mahallesi yakınında kurulu olan güneş enerji santrali Şekil 3.5. de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Yeşilhisar İlçesi Araplı Mahallesi yakınında kurulu olan güneş enerji santrali

En uygun alanların yoğunlaştığı diğere bir bölgede Yahyalı ilçesi Dikme Mahallesi yakınında kurulu olan güneş enerji santrali Şekil 3.6. da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Yahyalı İlçesi Dikme Mahallesi yakınında kurulu olan güneş enerji santrali

Uygun alanlar içerisinde ise İncesu İlçesi Semerkent mahallesi organize sanayi bölgesinde kurulu olan güneş enerji santrali Şekil 3.7. de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. İncesu İlçesi organize sanayi bölgesinde kurulu olan güneş enerji santrali

Kayseri ilinde güneş enerji santrali kurulabilecek alanlar haritası ile uydu görüntüsünün çakıştırılması sonucu kırmızı alanla gösterilen en uygun ve turuncu alanla gösterilen uygun olan alanların bazı kurulu güneş enerji santralleri ile örtüştüğü görülmektedir. Bazı bölgelerde bu alanların yoğunlaştığı alanların mevcut güneş enerji santralleri üstüne gelmesi sonuçların doğruluğu açısından önemlidir. Özellikle Türkiye'nin en büyük güneş enerji santrali tesisi olan Melikgazi İlçesinde bulunan Kayseri Organize Sanayi Bölgesi güneş enerji santrali ile uyum sağlaması tezde elde edilen sonuçların doğruluğunu göstermektedir.

## 4. BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

#### 4.1. Sonuç ve Öneriler

Ülkemizin güneş enerjisi açısından büyük bir potansiyele sahip olması nedeniyle son yıllarda güneş enerjisi yatırımları hızla artmaktadır. Güneş enerji potansiyelinin doğru ve etkin kullanımı enerji konusunda dışa olan bağımlılığın azalmasına çok büyük katkılar sağlayacaktır. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasında (GEPA) çalışma bölgesi olan Kayseri ilinde potansiyelin oldukça iyi olduğu görülmüştür. Son yıllarda Kayseri ilinin güneş enerji potansiyelinin farkına varılmış ve güneş enerji santralleri ile ilgili oldukça büyük ölçekli yatırımlar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Harcanan kaynaklar göz önüne alındığında yalnızca güneş enerji potansiyeli kriterinin kullanılmasının yeterli olmadığı görülmektedir. Güneş enerji santralinin kurulacağı alandaki diğer faktörlerinde değerlendirilerek yatırımların yapılmasının daha doğru olacağı değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada, Kayseri ilinde güneş enerji santrali yer seçiminde en uygun alanların tespit edilmesi için kullanılan güneş enerji potansiyeli faktörüne ek olarak eğim, bakı, trafo merkezlerine uzaklık, enerji nakil hatlarına uzaklık, akarsulara uzaklık, göllere uzaklık, yerleşim alanlarına uzaklık, karayollarına ve demiryoluna uzaklık kriterleri kullanılmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi yöntemi yardımıyla çeşitli analizler yapılarak Kayseri ilinde güneş enerji santrali kurulumuna en uygun alanlar belirlenmiş ve sonuç haritası oluşturulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde, güneş enerji potansiyeli yüksek dahi olsa güneş enerji santrali kurulumu için uygun olmayan eğim derecesi 20 derece üstü alanlar, bakı yönü kuzey olan alanlar, karayolu ve demiryoluna 100 metre uzaklıktaki alanlar, yerleşim alanlarına 500 metre uzaklıktaki alanlar, akarsu ve göllere 500 metre uzaklıkta olan alanlar uygun olmayan alan olarak gösterilmiştir.

Şekil 3.1. de gösterilen Kayseri İlinde Güneş Enerji Santrali Kurulabilecek Alanlar Haritası incelendiğinde, çoğu bölgesinde en uygun ve uygun alanları görmek mümkündür bu da Kayseri ilinin güneş enerji santrali kurulumu için yüksek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Kayseri ili bazında, Şekil 2.2. de gösterilen güneş enerjisi potansiyeli haritası ile Şekil 3.1. de gösterilen sonuç haritamız karşılaştırıldığında farklı kriterler devreye girdiğinde farklı sonuçların ortaya çıktığını ve güneş enerjisi potansiyeli haritasının tek başına kullanılmasının uygun olmadığını göstermektedir. Güneş enerji santrali en uygun yer seçimi için coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi yönteminin kullanılmasının oldukça doğru ve güvenilir sonuçlar verdiği değerlendirilmektedir.

Güneş enerji santrali yer seçimi ile ilgili çalışmalarda bölgenin şartlarına uygun kriterler belirlenmelidir. Çalışma bölgesinin bütün şartları göz önüne alınarak daha ayrıntılı çalışmalar yapılmalıdır. Ülkemizde güneş enerji santrali yer seçiminin verimli alanlara yapılabilmesi amacıyla bütün iller için detaylı çalışmalar yapılmalıdır. Yapılacak olan çalışmalarda coğrafi bilgi sistemleri etkin bir şekilde kullanılmalıdır. Ayrıca belirlenen kriterlerin ağırlıkları hesaplanırken analitik hiyerarşi yönteminin kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Ayday, C., Yaman, N., Sabah, L., Höke, O., 2016. Güneş Enerji Santrali Yer Seçiminde Açık Kaynak Kodlu Cbs Kullanımı-Eskişehir İl Örneği, 6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (Uzal-Cbs 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana, 510-520.
- Ceylan, Y., 2016. Türkiye'nin Güneşlenme Potansiyelinin Analizi Ve Güneş Enerjisinin Enerji Politikasındaki Yeri, Bahçeşehir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Demirer, A., 2017. Güneş Enerjisi Santrali Yer Seçimi Probleminin Analitik Hiyerarşi Prosesi Yardımı İle Değerlendirilmesi, Beykent Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Gerçek, Y., 2018. Güneş Enerji Santralleri İçin Cbs İle En Uygun Yer Tayini: Malatya İli Örneği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Güçlüer, D., 2010. Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların Cbs - Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemi İle Belirlenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Kuruüzüm, A., Atsan, N., 2001. Analitik Hiyerarşi Yöntemi Ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları, Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 1(1), 83-105.
- Kutlu, B. S., Abalı, Y. A., Eren, T., 2012. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Seçmeli Ders Seçimi. Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2(2), 5-25.
- Obut, Z., 2016. Göksun İlçesinde Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların Cbs Yöntemi İle Belirlenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Url-1 <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes> (Erişim tarihi: Haziran 2019)
- Url-2 [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g\\_enj\\_calismalari.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_calismalari.aspx)  
(Erişim tarihi: Haziran 2019).
- Url-3 <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>  
(Erişim tarihi: Haziran 2019).

Url-4 <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/38.aspx>

(Erişim tarihi: Haziran 2019).

Url-5 <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5346.pdf>

(Erişim tarihi: Haziran 2019).

Url-6

[http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?MevzuatKod=7.5.22923&MevzuatI  
liski=0&sourceXmlSearch=yenilenebilir](http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?MevzuatKod=7.5.22923&MevzuatI<br/>liski=0&sourceXmlSearch=yenilenebilir) (Erişim tarihi: Haziran 2019).

Url-7 <https://kayseri.ktb.gov.tr/TR-54966/cograf-yapi.html>

(Erişim tarihi: Haziran 2019).

Url-8 [http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/area-  
solar-radiation.htm](http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/area-<br/>solar-radiation.htm) (Erişim tarihi: Haziran 2019).

Url-9 <https://www.kayseriosb.org/tr/196/Gunes-Enerji-Santrali.html>

(Erişim tarihi: Haziran 2019).

Uyan, M., 2017. Güneş Enerjisi Santrali Kurulabilecek Alanların AHP Yöntemi Kullanılarak CBS Destekli Haritalanması, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 23(4), 343-351.

Yaralıoğlu, K., 2001. Performans Deđerlendirmede Analitik Hiyerarşi Proses, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakóltesi Dergisi, 16(1), 129-142.

Yomralıoğlu, T., 2009. Coğrafı Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar Ve Uygulamalar, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İber Ofset, Trabzon, 480 s.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı:** Şükrü ASLAN  
**Uyruğu:** Türkiye (T.C)  
**Doğum Tarihi ve Yeri:** 1991, Kayseri  
**Medeni Durum:** Bekâr  
**e-mail:** sukruaslan38@yandex.com  
**Yazışma Adresi:** Tunceli İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Harita Mühendisliği	Devam Ediyor
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Harita Mühendisliği	2014
Lise	Kocasinan 75. Yıl Cumhuriyet Anadolu Lisesi, Kayseri	2009

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2017- Halen	Tunceli İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü	Harita Mühendisi
2015–2015	Labirent Yapı Sanayi ve Ticaret A.Ş.	Harita Mühendisi

### YABANCI DİL

İngilizce