

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ANALİZİ KULLANILARAK CBS
TABANLI GÜNEŞ TARLASI YER SEÇİMİ: ANTALYA İLİ ÖRNEĞİ**

Şura KIRCALI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ANALİZİ KULLANILARAK CBS
TABANLI GÜNEŞ TARLASI YER SEÇİMİ: ANTALYA İLİ ÖRNEĞİ**

Şura KIRCALI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ANALİZİ KULLANILARAK CBS
TABANLI GÜNEŞ TARLASI YER SEÇİMİ: ANTALYA İLİ ÖRNEĞİ**

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 30/12/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Serdar SELİM (Danışman)

Prof. Dr. Mehmet TOPAY

Doç. Dr. Bekir Taner SAN



ÖZET

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ANALİZİ KULLANILARAK CBS TABANLI GÜNEŞ TARLASI YER SEÇİMİ: ANTALYA İLİ ÖRNEĞİ

Şura KIRCALI

Yüksek Lisans Tezi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim
Dalı

Danışman: Doç. Dr. Serdar SELİM

Aralık 2019; 65 sayfa

Küresel iklim değişikliği, çevre sorunlarındaki hızlı artış, fosil kökenli kaynakların sınırlı olması ve dünya nüfusunda meydana gelen yükseliş ivmesi, mevcut kaynaklar üzerindeki baskıyı arttırmakta ve bu kaynakların sürdürülebilir kullanımı zorunlu kılmaktadır. Özellikle enerji kapsamında yeni ve yenilenebilir kaynaklara yönelim ülkelerin öncelikli hedefleri haline gelmektedir.

Bu çalışmada, sürdürülebilirlik esasına dayalı olarak yenilenebilir kaynakların başında gelen güneş enerjisinden yerel ölçekte yararlanabilmek üzere güneş enerji tarlalarına uygun yerlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ana materyali olan Antalya ilinin seçiminde, bölgedeki yüksek güneşlenme süresi, güneşli gün sayısı, güneş radyasyonu miktarı gibi iklimsel verilerin yanında kentteki artan nüfusa karşılık enerjiye olan ihtiyacın da artması, yıl boyu yaşayan kent kimliğine sahip olması, sabit nüfus yanında hareketli nüfusun yoğun olması gibi sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel yapı da etkili olmuştur. Bu kapsamda öncelikle konu ile ilgili yasal, yönetsel ve idari mevzuat incelenmiş, literatür verileri ile uzman görüşleri doğrultusunda bir çerçeve oluşturulmuştur. En uygun yerlerin belirlenebilmesi için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri teknolojileri kullanılmış, çok kriterli karar verme analizi ile uygun yer seçiminde etkili olduğu çıkarımında bulunulan birçok kriter birlikte analiz edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen bulgular, Antalya il bütününde güneş enerji tarlaları için çok yüksek bir potansiyel olduğunu göstermiştir. Özellikle Kaş, Elmalı, Korkuteli, İbradı, Akseki, Gündoğmuş ve Alanya'nın belirli kısımlarında güneş tarlasına uygun yerlerin yoğunluğu dikkat çekmiştir. Bunun yanında, kıyı kesimlerinde de belirli bölgelerde uygun yerler tespit edilmiş, çalışma sonucu elde edilen uygunluk haritalarına istinaden yapılan arazi çalışmaları ile de tespit edilen yerler için kontroller gerçekleştirilmiş ve büyük oranda doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır.

Bu çalışmanın güncel teknolojiler kullanılarak güneş enerjisinden en verimli şekilde yararlanılabilmesi için ülke ölçeğinde ulaşılması gereken hedeflere yardımcı olacağı vurgulanmaktadır. Çalışma sonuçlarının, enerjiye yönelik politikaların düzenlenmesi, yasal ve yönetsel altyapının hazırlanması, bölgesel ölçekte yer seçimlerinin belirlenmesi, yerel ölçekte hassas yer seçimleri, teknik altyapının düzenlenmesi, konuya yönelik farkındalığın artırılması kapsamında merkezi ve yerel yönetimlere yardımcı olacağı öngörülmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Coğrafi bilgi sistemleri, Çok Kriterli Karar Verme Analizi, Güneş tarlası, Sürdürülebilir enerji, Yer seçimi

JÜRİ: Doç. Dr. Serdar SELİM

Prof. Dr. Mehmet TOPAY

Doç. Dr. Bekir Taner SAN



ABSTRACT

GIS-BASED SOLAR FARMS SITE SELECTION USING MULTI CRITERIA DECISION ANALYSIS: THE CASE OF ANTALYA / TURKEY

Şura KIRCALI

**MSc Thesis in Remote Sensing and Geographical Information Systems
Department**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serdar SELİM

December 2019; 65 pages

Global climate change, a rapid increase in environmental problems, limited resources of fossil origin and the acceleration of the rise in the world population increase the pressure on the existing resources and necessitates sustainable use of these resources. Particularly within the scope of energy, the orientation towards new and renewable resources is becoming the primary targets of countries.

In this study, it is aimed to determine suitable places for solar energy fields to utilize solar energy, which is one of the the most important renewable sources, based on sustainability. In the selection of Antalya, which is the main material of the study, climatic data such as high sunshine duration, number of sunny days, amount of solar radiation, as well as the need for energy against the increasing population in the city, having the identity of the city living throughout the year, and the densely populated population and the socio-economic and socio-cultural structure was also influential. In this context, first of all, legal, administrative and administrative legislation related to the subject has been examined and a framework has been formed in line with the literature data and expert opinions. To determine the most suitable places, remote sensing and geographic information systems technologies were used, and multiple criteria decision making method and many criteria which were found to be effective in choosing the appropriate place were analysed together. Findings obtained at the end of the study showed that there is a very high potential for solar energy fields in Antalya province. Especially in Kaş, Elmalı, Korkuteli, İbradı, Akseki, Gündoğmuş and certain parts of Alanya, the density of the places suitable for the solar field have remarkable. In addition, suitable places were determined in certain regions in the coastal areas, controls were carried out for the identified sites with the field studies carried out in accordance with the conformity maps obtained as a result of the study and a significant accuracy assessment was made.

It is emphasized that this study will help to reach the national targets in order to make the most efficient use of solar energy by using current technologies. The results of the study are expected to help central and local governments in regulating energy policies, preparing legal and managerial infrastructure, determining site choices at the regional scale, sensitive site selections at the local scale, arranging technical infrastructure and raising awareness on the subject.

KEYWORDS: Geographical Information Systems, Multi Criteria Decision Analysis, Site selection, Solar farms, Sustainable energy

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Serdar SELİM

Prof. Mehmet TOPAY

Assoc. Prof. Dr. Bekir Taner SAN



ÖNSÖZ

Dünya'yı değiştirmek için önce kendi dünyamızı değiştirmemiz gerekmektedir. Dolayısıyla atılan bir adım bile oldukça önemlidir. Bu çalışmada da sera gazı emisyonlarını azaltıp, yüzümüzü temiz enerjiye döndürebilmemiz için yardımcı olunması amaçlanmıştır. Bu kapsamda yenilenebilir enerjilerin kullanılmasıyla gelecek nesillere daha temiz ve yaşanabilir bir çevre bırakılmak istenmektedir. Bu yüzden, bu çalışmada ülkemizde oldukça fazla potansiyeli olan güneş enerjisi kullanımı teşvik edilmeye çalışılmaktadır. Bunun için önce yaşadığımız yerin mevcut potansiyelleri araştırılmış ve Antalya ili kapsamında güneş tarlalarının kurulumu için yer seçimi çalışması yapılmıştır.

Bu çalışmayı yaparken öncelikle bilgisiyle ve deneyimiyle her daim yol gösteren ve disiplinli bir şekilde ilerlememe yardımcı olan değerli danışmanım Doç. Dr. Serdar SELİM'e, veriler konusunda yardımını hiçbir zaman esirgemeyen Doç. Dr. Bekir Taner SAN'a, uzman görüşleri için veri toplarken bilgilerini benimle paylaşan Prof. Dr. Namık Kemal SÖNMEZ'e, Dr. Öğr. Üyesi Nusret DEMİR'e, Doç. Dr. Dilek KOÇ SAN'a, Doç. Dr. Hakan ERSOY'a, Dr. Öğr. Üyesi Hamza Feza CARLAK'a, aynı zamanda jüri davetimizi kabul ederek beni onurlandıran sayın Prof. Dr. Mehmet TOPAY'a ve maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan ve bana güç veren sevgili aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	6
3. MATERYAL VE METOT	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Çalışma alanı (Konumu).....	12
3.1.2. İklim.....	13
3.1.3. Bitki örtüsü	13
3.1.4. Topoğrafik yapı	13
3.1.5. Sosyo-kültürel yapı.....	14
3.2. Metot	16
3.2.1. ÇKKVA	16
3.2.2. AHS	17
3.3. Uygun Yer Seçimi Kriterleri	20
3.4. Kriterlerin Haritalandırılması	21
3.4.1. Güneş Parametreleri.....	22
3.4.2. Lojistik.....	23
3.4.3. Coğrafya	23
3.5. Ağırlıklı Çakıştırma Analizi	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1. Güneş Parametreleri Ana Kriterine Ait Uzman Görüşleri	25
4.2. Lojistik Ana Kriterine Ait Uzman Görüşleri.....	29
4.3. Coğrafya Ana Kriterine Ait Uzman Görüşleri	33
4.4. Ana Kriterlere Ait Uzman Görüşleri	38
4.5. Kriterlerin uygunluk sınıflandırması	42

4.6. Değerlendirme ve Tartışma	49
5. SONUÇLAR	55
6. KAYNAKLAR	57
7. EKLER.....	63
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Çok Kriterli Karar Verme Analizi Kullanılarak CBS Tabanlı Güneş Tarlası Yer Seçimi: Antalya İli Örneği” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

30/12/2019

Şura KIRCALI



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	: Degrees Celsius
ha	: Hektar
km ²	: Kilometre kare
kWh	: Kilowatt saat
m	: Metre
m ²	: Metrekare
MW	: MegaWatt
Sa.	: Saat
$\lambda_{\max}$	: Maksimum öz değer
“01.01”	Ondalık Ayırıcı

Kısaltmalar

AHS	: Analitik Hiyerarşi Süreci
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇKKVA	: Çok Kriterli Karar Verme Analizi
ETM+	: The Enhanced Thematic Mapper Plus
IDW	: Inverse Distance Weighting
İKM	: İkili Karşılaştırma Matrisi
NKM	: Normalleştirilmiş Karar Matrisi
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
PRIAM	: PProgramme utilisant l'Intelligence Artificielle en Multicritère
SMART	: Simple Multi-Attribute Rating Technique
STEM	: Science, Technology, Engineering, Mathematics
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli

TG	: Tutarlılık Göstergesi
TKDK	: Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurulu
TO	: Tutarlılık Oranı
TOPSIS	: The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
TurSEFF	: Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finans Programı
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Konya Karapınar Güneş Tarlası (Şahin 2017).....	2
Şekil 1.2. Türkiye’ye ait değerler a) Global radyasyon değerleri; (kWh m ² -gün) b) Güneşlenme süreleri (Sa.) (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü 2019).....	3
Şekil 1.3. Güneş Enerji Potansiyeli Atlası (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü 2019).....	4
Şekil 1.4. Antalya iline ait Güneş Enerji Potansiyeli Atlası (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü 2019)	5
Şekil 2.1. İstanbul ili güneş enerjisi uygunluk analizi (Tunc vd. 2019)	10
Şekil 3.1. Çalışma alanının konumu	12
Şekil 3.2. Antalya’nın topoğrafik yapısı	14
Şekil 3.3. Yöntem akış diyagramı.....	16
Şekil 3.4. Hiyerarşik yapı	17
Şekil 3.5. Antalya iline ait uydu görüntüsü	22
Şekil 4.1. Güneş parametreleri ana kriteri için uzman görüşlerinin karşılaştırması	28
Şekil 4.2. Lojistik ana kriteri için uzman görüşlerinin karşılaştırması	33
Şekil 4.3. Coğrafya ana kriteri için uzman görüşlerinin karşılaştırması.....	37
Şekil 4.4. Ana kriterler için uzman görüşlerinin karşılaştırması	42
Şekil 4.5. Güneş Radyasyon Haritası.....	44
Şekil 4.6. Yıllık Ortalama Sıcaklık Haritası	44
Şekil 4.7. Güneşlenme Süresi Haritası.....	45
Şekil 4.8. Trafo Merkezlerine Olan Uzaklık Haritası	45
Şekil 4.9. Yerleşim Yerlerine Olan Uzaklık Haritası	46
Şekil 4.10. Yollara Olan Uzaklık Haritası	46
Şekil 4.11. Eğim Haritası	47
Şekil 4.12. Bakı Haritası	47
Şekil 4.13. Arazi Kullanım Haritası.....	48
Şekil 4.14. Yükseklik Haritası	48
Şekil 5.1. Güneş parametreleri ana kriteri ağırlıklı karşılaştırma analizi	49
Şekil 5.2. Lojistik ana kriteri ağırlıklı karşılaştırma analizi.....	50
Şekil 5.3. Coğrafya ana kriteri ağırlıklı karşılaştırma analizi	51
Şekil 5.4. Güneş tarlaları için uygunluk haritası.....	52
Şekil 5.5. Güneş parametreleri ve coğrafya ana kriterlerinin ağırlıklı karşılaştırma analizi	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Güneş tarlaları hakkındaki yasal düzenlemeler	6
Çizelge 3.1. Önem dereceleri ve tanımları (Saaty 1987)	18
Çizelge 3.2. İKM'nin oluşturulması	18
Çizelge 3.3. NKM'nin oluşturulması	19
Çizelge 3.4. Rassallık göstergesi (Saaty 1987)	19
Çizelge 3.5. Kriter tablosu	20
Çizelge 4.1. Uzman 1'in güneş parametreleri kriterleri için görüşü	25
Çizelge 4.2. Uzman 2'nin güneş parametreleri kriterleri için görüşü	26
Çizelge 4.3. Uzman 3'nin güneş parametreleri kriterleri için görüşü	26
Çizelge 4.4. Uzman 4'ün güneş parametreleri kriterleri için görüşü	27
Çizelge 4.5. Uzman 5'in güneş parametreleri kriterleri için görüşü	27
Çizelge 4.6. Uzman 6'nın güneş parametreleri kriterleri için görüşü	28
Çizelge 4.7. Güneş parametreleri ana kriteri için uzman görüşlerinin aritmetik ortalamaları	29
Çizelge 4.8. Uzman 1'nin lojistik kriterleri için görüşü	29
Çizelge 4.9. Uzman 2'nin lojistik kriterleri için görüşü	30
Çizelge 4.10. Uzman 3'ün lojistik kriterleri için görüşü	30
Çizelge 4.11. Uzman 4'ün lojistik kriterleri için görüşü	31
Çizelge 4.12. Uzman 5'in lojistik kriterleri için görüşü	31
Çizelge 4.13. Uzman 6'nın lojistik kriterleri için görüşü	32
Çizelge 4.14. Uzman 7'nin lojistik kriterleri için görüşü	32
Çizelge 4.15. Lojistik ana kriteri için uzman görüşlerinin aritmetik ortalamaları	33
Çizelge 4.16. Uzman 1'in coğrafya kriterleri için görüşü	34
Çizelge 4.17. Uzman 2'nin coğrafya kriterleri için görüşü	34
Çizelge 4.18. Uzman 3'ün coğrafya kriterleri için görüşü	35
Çizelge 4.19. Uzman 4'ün coğrafya kriterleri için görüşü	35
Çizelge 4.20. Uzman 5'in coğrafya kriterleri için görüşü	36
Çizelge 4.21. Uzman 6'nın coğrafya kriterleri için görüşü	36
Çizelge 4.22. Uzman 7'nin coğrafya kriterleri için görüşü	37
Çizelge 4.23. Coğrafya ana kriteri için uzman görüşlerinin aritmetik ortalamaları	38
Çizelge 4.24. Uzman 1'in ana kriterler için görüşü	38
Çizelge 4.25. Uzman 2'nin ana kriterler için görüşü	39
Çizelge 4.26. Uzman 3'ün ana kriterler için görüşü	39
Çizelge 4.27. Uzman 4'ün ana kriterler için görüşü	40
Çizelge 4.28. Uzman 5'in ana kriterler için görüşü	40
Çizelge 4.29. Uzman 6'nın ana kriterler için görüşü	41
Çizelge 4.30. Uzman 7'nin ana kriterler için görüşü	41
Çizelge 4.31. Ana kriterler için uzman görüşlerinin aritmetik ortalamaları	42
Çizelge 4.32. Kriterler ve değerleri	43

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızlı artışı ve küreselleşmeyle birlikte enerjiye olan ihtiyaç sürekli artmaktadır (Ruijven vd. 2019). Günlük hayatın en vazgeçilmez unsuru olan enerji, sanayileşmenin, teknolojik gelişmenin ve konforlu yaşamın altyapısını oluşturmaktadır. Bu sebeple enerji, ulusal ve uluslararası alanda sürekli gündemi işgal etmektedir. Enerjinin varlığı, bir ülkenin ekonomik ve sosyal açıdan kalkınmasının en önemli kaynağı olduğu için bu varlığa sahip olan ülkeler kendi kendilerine yetebilmekte, dışa bağımlı olmayan önemli bir güç haline gelmektedir (Strunz vd. 2015). Enerjisini ithal eden ülkeler ise, nüfusunun artmasıyla enerjiye olan ihtiyacı da artacağından ekonomik olarak dışa bağımlı kalacağı ve dolayısıyla sosyal ve kültürel refaha harcayacağı milli gelirini dışa aktaracağı gerçeği ile karşılaşmaktadır. Bu durum süreç içerisinde ülke ekonomisinde cari açığın meydana gelmesine sebep verebilmektedir (Uysal vd. 2015).

Enerjinin elde edilmesi, kullanılması, yoğun kullanılan enerji kaynaklarının kısıtlı olması ve çevre kirliliğine yol açabilecek atık üretimi, enerji politikalarının sürdürülebilirlik temelinde yeniden değerlendirilmesine yol açmaktadır (Kuzemko vd. 2016). Bu kapsamda mevcut enerjinin verimli kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi bu politikalarda öncelikli başlıklar haline gelmektedir. Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılan enerji kaynaklarından kömür, petrol, doğalgaz gibi yenilenemeyen fosil yakıtların, yapılan araştırmalarda yakın gelecekte tükenecekleri vurgulanmıştır. Kömürün 107 yıl, petrolün 35 yıl ve doğalgazın ise 37 yıl ömrü kaldığı belirtilmektedir (Shafiee ve Topal 2009). Fosil yakıtların geçmişteki teknolojik gelişmelerin ana maddesi olması, ilgiyi kömür ve petrol üzerinde tutmuş ve bu durum fosil yakıtların kullanımını arttırmıştır. Ancak; bu kullanımın sonucunda çevreye, başta karbondioksit (CO_2) olmak üzere çeşitli sera gazları (CH_4 , O_3 , NO_2) salınmıştır. Bu gazlar, kimyasal kirlenmenin yanında da küresel iklim değişikliğinin de en önemli sebepleri arasında bulunmaktadır (Aleksandrowicz vd. 2016). Küresel iklim değişikliğine karşı alınan önlemlerin başında ülkemizin de taraf olduğu Küresel Isınma Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü gelmektedir. Bu antlaşmalara göre küresel iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak, sera gazı emisyonlarını sınırlandırmak ve çevre kirlenmesini (hava, su, toprak) önlemek için gereken tedbirleri almak ve politikaları geliştirmek başta bu sözleşmelere tabi ülkeler olmak üzere tüm dünyanın görevi olarak benimsenmiştir (Lau vd. 2012). Küresel iklim değişikliği ve enerji tüketiminden kaynaklı çevresel sorunları azaltmak üzere tüm dünyada fosil yakıtların kullanımının kısıtlanması ve hatta kullanılmaması yönünde politikalar geliştirilmektedir. Son 2 yıl içerisinde Norveç, devlet fonunu tamamen kömürden bağımsız hale getirme kararı almış, İrlanda ise fosil yakıt şirketlerinden kamu fonlarının çekilmesini taahhüt ederek yenilenebilir enerjilere yönelimi desteklemiştir. Dolayısıyla mevcut ve artan enerji ihtiyacını karşılamak üzere alternatif enerji kaynaklarına doğru hızlı bir geçiş başlamıştır.

Dünya’da 1973 yılında yaşanan petrol krizi sonrasında yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi artmış ve yatırımlar bu yönde yapılmaya başlanarak ülkelerin enerji politikalarında, enerji verimliliği ve enerji çeşitliliği gibi kavramların gündeme gelmesi süreci hızlanmıştır (Pimentel vd. 1973). Bu kapsamda güneş, rüzgâr, dalga, hidrolik, biokütle ve hidrojen enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde çalışmalar hızlanmıştır. Bu kaynakların tamamının güneşten gelen enerji ile doğrudan

ve dolaylı olarak ilişkili olması, güneş enerjisinin önemini daha da arttırmaktadır (Cozen vd. 2018). Güneşin sonsuz bir kaynak olduğu öngörüsü ile bu kaynaktan mümkün olan en verimli şekilde yararlanılması ve bu yararlanma esnasında çevresel kalitenin korunması ve hatta iyileştirilmesi, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ortak hedefi şeklini almıştır. Birçok ülke tarafından güneşin, elektrik enerjisi üretimi ve ısıtma fonksiyonu kullanılmakta, günümüzde ise bu kaynaktan elde edilen enerjinin verimli ve etkin kullanımına yönelik yeni teknolojiler geliştirilmektedir. Bu ülkelerden özellikle Almanya, İtalya, İspanya ve Japonya güneş enerjisi kurulu ve güneşten etkin olarak yararlanan ülkeler arasında öne çıkmaktadırlar (Castillo vd. 2016). Ülke çapında sınırlı kalan projelerin yanı sıra, küresel çapta yapılan Desertec Projesi gibi projeler ile ülkelerarası temiz enerji ihtiyacının karşılanması üzerine çalışmalar da yapılmaktadır (Anyu 2017).

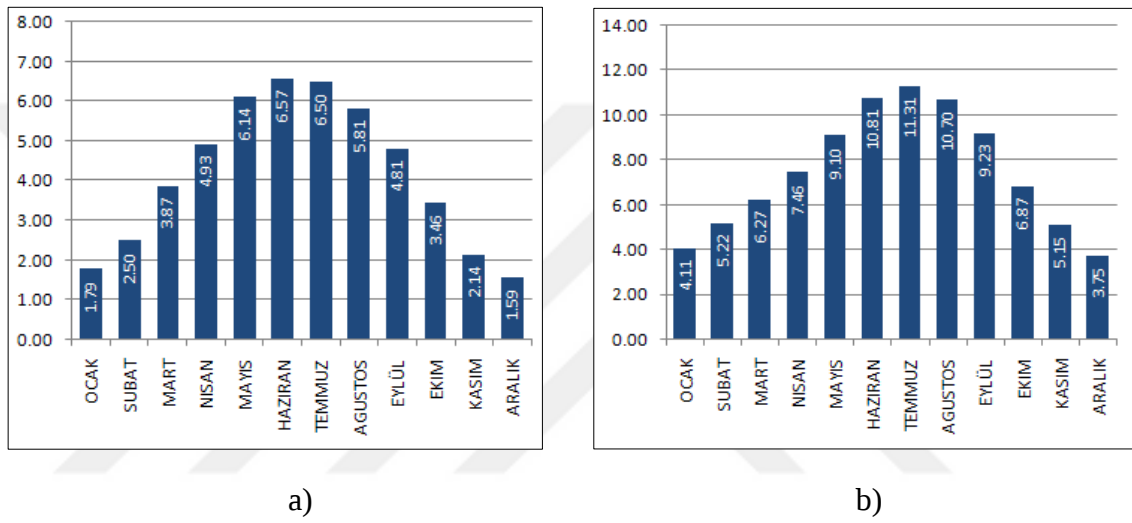
Türkiye’de de son dönemlerde güneş tarlaları kurulumunda artış görülmektedir. Bu çalışmalardan öne çıkan projeler arasında Konya’nın Karapınar ilçesinde, 2000 ha’lık alanda 1.000 MW güce sahip ve dünyanın en büyük güneş tarlalarından biri olacak olan projeyi örnek olarak vermek mümkündür (Şekil 1.1). Ayrıca 1.1 milyar dolar maliyete sahip olan proje ile yılda 1.7 milyar kWh elektrik üretilmesi planlanmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2017).



Şekil 1.1. Konya Karapınar Güneş Tarlası (Şahin 2017)

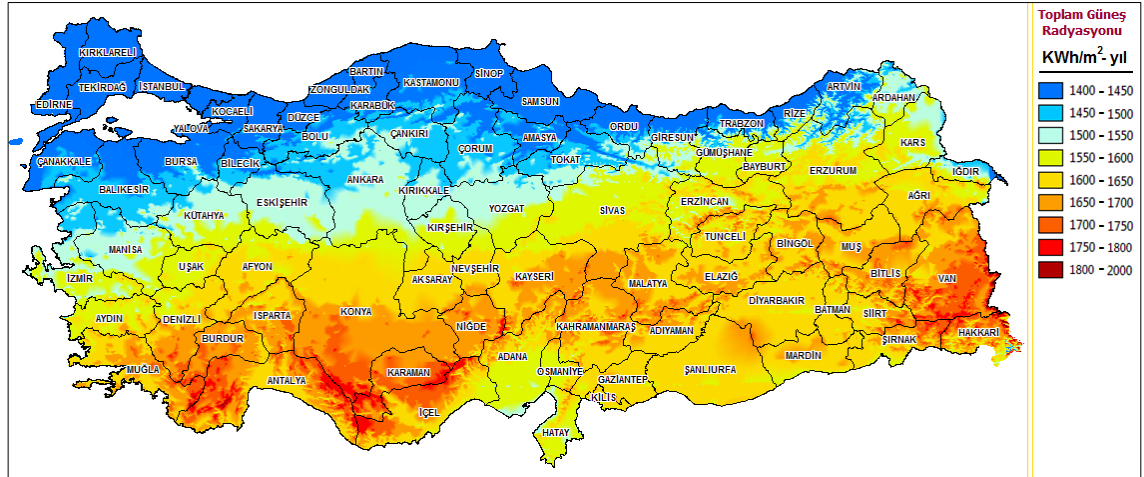
Bu ve buna benzer projeler, Türkiye’nin geleceğe yönelik politikalarında güneşten enerji üretimi konusunun önemli bir başlık olduğunu göstermektedir. Türkiye iklim değişikliği eylem planı değerlendirme raporuna göre, 2023 yılına kadar yenilenebilir enerjilerin elektrik üretimindeki payının artırılmasının hedeflendiği görülmektedir. Rapora göre ülkemizin mevcut potansiyellerinin değerlendirilerek toplamda 3000 MW güce sahip güneş tarlası kurulması hedeflenmektedir. Ayrıca, 11.08.2011 tarih ve 28022 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan güneş radyasyonu alt sınır değeri, 04.02.2012 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan ilan değişikliği ile 1620 kWh/m^2 -yıl olarak revize etmiştir ve trafo merkezleri ve bağlantı kapasiteleri sınırlandırılması da

kaldırılmıştır (Doğaka 2017). Yasal, yönetsel ve idari alanda yapılan ve yapılacak olan bu iyileştirmeler, ülkemizin enerji ihtiyacının karşılanmasında iştirakçileri yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmekte ve özellikle de güneş enerji tarlalarının kurulmasını teşvik etmektedir. Yasal ve yönetsel olarak uygun ortamın sağlanması yanında Türkiye'nin coğrafi yapısı ve konumu itibarıyla de sahip olduğu güneş enerji potansiyeli dikkate alındığında (Kaygusuz ve Avcı 2019) bu potansiyelin kullanılması, ülkemiz açısından büyük önem taşımaktadır. Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (2011) verilerine göre, ülkemiz yıllık 2640 saat ve günlük ortalama 7,5 saat güneşlenme süresine sahiptir. Şekil 1.2b'da görüldüğü gibi, en fazla güneşlenme süresi Temmuz ayında, en az seviye ise Aralık ayında görülmektedir. Şekil 1.2a'da görüldüğü gibi, global radyasyon değerlerine bakıldığında ise en fazla değer, gün bazında Haziran ayında alındığı ve en az değer Aralık ayında aldığı görülmektedir.



Şekil 1.2. Türkiye'ye ait değerler **a)** Global radyasyon değerleri; (kWh m²-gün) **b)** Güneşlenme süreleri (Sa.) (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü 2019)

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde bulunan Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'nce hazırlanan Güneş Enerji Potansiyeli Atlasına göre (Şekil 1.3), berrak bir havaya sahip olması, güneşlenme süresinin uzun olması ve özellikle kışın yüksek ışıınım değerine sahip olması sebebiyle Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile Akdeniz bölgesi diğer bölgelere göre çok yüksek güneş potansiyeline sahiptir. Akdeniz bölgesinin topoğrafik yapısı, iklimi, bitki örtüsü, turizm kapsamında enerjiye olan ihtiyacı ve yıl boyunca yaşayan kent kimliğine sahip olması, bu bölgenin güneş potansiyelinin hassas ve ivedi olarak belirlenmesini ve güneş tarlalarının kurulmasını öncelemektedir. Karadeniz Bölgesi ise, bulunduğu enlem, bulutluluk durumu ve yüksek nem oranından dolayı en az potansiyele sahip olan bölge olarak görülmektedir.

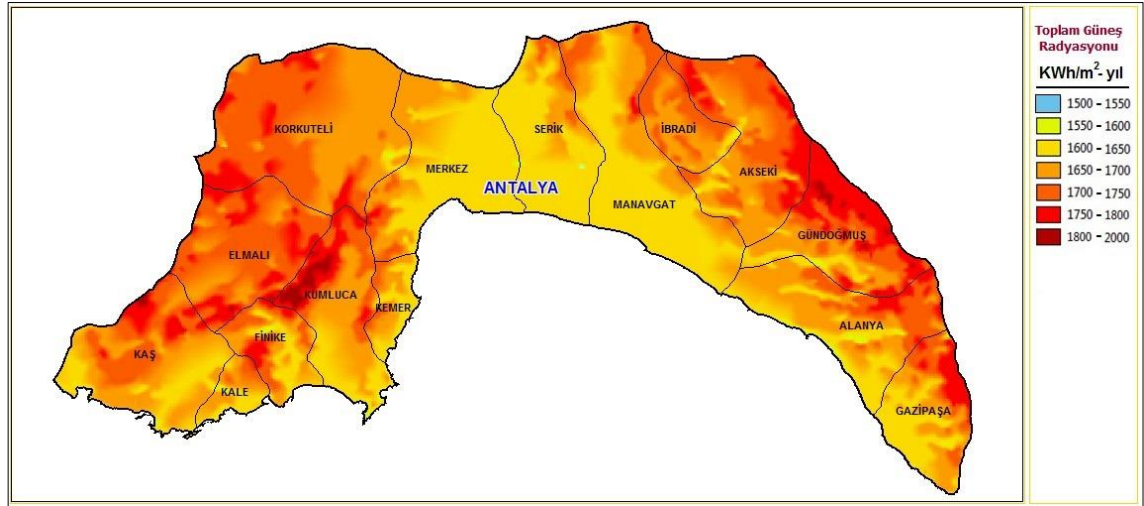


Şekil 1.3. Güneş Enerji Potansiyeli Atlası (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü 2019)

Küresel iklim değişikliği, çevre sorunlarındaki hızlı artış, fosil kaynakların sınırlı olması gibi başlıklar uluslararası alanda (Kabir vd. 2018), güneş potansiyelinin yüksek oluşu, artan enerji ihtiyacı, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması gibi başlıklar da ulusal alanda güneş enerjisine olan ihtiyacı açıkça göstermektedir. Dolayısıyla bu çalışma konusu, güncel teknolojiler kullanılarak güneş enerjisinden en verimli şekilde yararlanılabilmesi için ülke ölçeğinde ulaşılması gereken hedeflere yardımcı olmak üzere seçilmiştir. Bu hedefler; yenilenebilir enerjiye yönelik politikaların düzenlenmesi, yasal ve yönetsel altyapının hazırlanması, bölgesel ölçekte yer seçimlerinin belirlenmesi, yerel ölçekte hassas yer seçimleri, teknik altyapının düzenlenmesi, kurulumun gerçekleştirilmesi, kontrol ve yönetim mekanizmasının oluşturulması ana başlıklarında sıralandığında, yerel ölçekte uygun yer seçiminin yapılması başlığı, bu çalışmanın ana hedefini oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin güneş enerji potansiyeli bakımından en zengin bölgelerinden biri olan Akdeniz Bölgesinde, Antalya ili ölçeğinde güneş tarlaları için en uygun yer seçimi çalışması yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Analitik Hiyerarşi Süreci'nden (AHS) yararlanılmış, Çok Kriterli Karar Verme Analizi (ÇKKVA) yöntemi kullanılmıştır. Antalya ilinin seçiminde, bölgedeki yüksek güneşlenme süresi, güneşli gün sayısı, güneş radyasyonu gibi güneş parametreleri verilerinin yanında kentteki artan nüfusa karşılık enerjiye olan ihtiyacın da artması, yıl boyu yaşayan kent kimliğine sahip olması, sabit nüfus yanında hareketli nüfusun da yoğun olması gibi sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel yapı da etkili olmuştur.

Kent, konumu itibarıyla solar radyasyon değeri yüksek ve iyi bir güneş enerji potansiyeline sahiptir (Şekil 1.4). Toplam güneş radyasyonu verilerine göre kentin batısında bulunan Elmalı, Korkuteli, Kumluca'nın kuzeybatısı, kısmen Kaş ve Finike ilçelerinde ve kentin doğusunda bulunan Gündoğmuş, Akseki, kısmen Alanya, Gazipaşa ve İbradı'nın bazı kesimlerinde yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 1.4. Antalya iline ait Güneş Enerji Potansiyeli Atlası (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü 2019)

Çalışma, veri toplama, analiz ve uygulama olmak üzere 3 temel aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, bölgeye yönelik yazılı, görsel ve sayısal dokümanlar ilgili kurum ve kuruluşlardan temin edilmiş, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojileri kullanılarak sınıflandırılmış ve sayısallaştırılmıştır.

İkinci aşamada, literatür verileri doğrultusunda birçok yer seçimi çalışmasında tercih edilmiş olan, ÇKKVA yöntemlerinden AHS kullanılmıştır (Tunc vd. 2019; Chen, 2013; Gııqin vd. 2009; Uyan 2013). Saaty (1980) tarafından modellenmiş olan AHS, birden çok kriter arasından seçim yaparken en iyi ve en uygun olanın belirlenmesine olanak tanımaktadır. Ana ve alt kriterlerin yer aldığı hiyerarşi kurgulanarak karar matrislerinin oluşturulması ve kriterlerin ağırlıkları hesaplanması mantığı ile güneş tarlaları için en uygun yer seçimi analizi gerçekleştirilmiştir.

Son aşamada ise, Antalya ili ölçeğinde güneş tarlası kurulmasına uygun olan ve uygun olmayan alanlar, bölgesel ve yerel ölçekte literatür verileri doğrultusunda değerlendirilmiştir. İlçeler bazında sınıflandırma yapılarak potansiyeli en yüksek olanlar fiziksel ve ekolojik olarak tartışılmış, gerek arazi çalışmaları gerekse de uzman görüşleri doğrultusunda öneriler geliştirilmiştir.

Bu çalışma, düşük çözünürlükte ve sadece güneş radyasyonu hesaba katılarak hazırlanan Antalya ili güneş enerji potansiyeli atlasını destekleyici ve geliştirici özellik taşımaktadır. Uluslararası alanda güneş tarlası kurulmasına yönelik gereken fiziki ve teknik altyapı kriterlerinden bölge açısından uygun olanlar seçilerek çok faktörlü uygun yer seçimi analizi ile Antalya il bütününde güneş tarlasına uygun alanlar tespit edilmiştir. Bu çalışmanın, politikacılara, karar vericilere, iştirakçilere, bölgesel ve yerel yönetimlere yol gösterici olacağı öngörülmektedir.

2. KAYNAK TARAMASI

Güneş enerjisinden elektrik üretirken fotovoltaik paneller olarak bilinen güneş pillerinden yararlanılmaktadır. Güneş pilleri, güneşten aldığı ışığı doğrudan gerilim oluşturarak elektriğe dönüştürebilmektedir. Normalde, bir panelden %5 ile %20 arasından verim alınabildiği bilinmektedir. Ancak paralel veya seri olarak bağlanıp yüzeye monte edilebilen çok sayıda güneş pili ile bu verimi arttırabilmenin mümkün olduğu yapılan araştırmalarda ortaya konulmuştur (EMO 2009).

Panellerden alınabilecek olan verimin arttırabilmesi önemlidir. Ancak, daha önemlisi güneş tarlasının kurulacağı alandır. Çünkü panelden alınan verim, üzerine düşen ışıkla alakalıdır. Dolayısıyla, kurulum yerinin solar radyasyon değerinin yüksek olması gerekmektedir. Aynı zamanda maksimum verimin alınabilmesi için bazı kriterlerin ve kısıtlayıcıların belirlenmesi gerekmektedir. Bu yüzden, bu konuda yapılan yer seçimi çalışmalarında, belirlenen kriterler önem taşımaktadır. Ancak kriter ve alt kriter sayılarının fazla olması karar verirken zorluk çıkartabilmektedir. Bunun için de genellikle ÇKKVA yöntemlerinden faydalandığı görülmüştür.

Güneş tarlaları için yer seçilirken ÇKKVA yöntemlerinin kombinasyon yapılarak seçilebildiği gibi, tek yöntemin tercih edildiği çalışmalar olduğu da görülmektedir. Yapılan araştırmada, çalışma konusuyla ilgili olarak farklı ülkelerde yapılan ve kullanılan benzer yöntemler üzerine yoğunlaşmıştır. Ayrıca konuyla alakalı olarak, kurulum için önem arz eden gerekli yasal düzenlemeler hakkında da araştırma yapılmıştır.

Şenlik (2017)'ye göre, güneş tarlaları için yer seçerken üç aşamada değerlendirilme yapılmalıdır. Bu aşamalardan birincisi; tarlanın verimlilik ölçütü başlığı altında yer alan arazi kullanımı, göç yolları, erişilebilirlik, şebeke bağlantısı, mülkiyet durumu, jeolojik yapı gibi konuların çok iyi analiz edilmesinin üzerine yoğunlaşılmasıdır. İkincisi; yasal düzenlemelerdir. Bu düzenlemeler ile yer seçimi yapılacak alan için herhangi bir kısıtlayıcının olup olmadığına ve teşvik verilip verilmediğine dair bilgi veren yasa ve yönetmelikler yer almaktadır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Güneş tarlaları hakkındaki yasal düzenlemeler

Yasa/Yönetmelik	İlgili kısım
5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve bu kullanımdan elektrik elde edilmesinin yaygınlaştırılması ve yer seçimi ile alakalı konularda teşvik edici hükümler yer almaktadır.
4737 Sayılı Endüstri Bölgeleri Kanunu	Güneş enerjisinden kitlesel boyutta elektrik üretebilmek için Enerji İhtisas Endüstri Bölgeleri ile ilgili yasal düzenlemeler yer almaktadır.
2872 Sayılı Çevre Kanunu	Çevrenin korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesi için yenilenebilir enerji kaynakları teşvik edilmektedir. Güneş tarlalarının yer seçimi ile ilgili kısımlar ilgili yönetmeliklerde düzenlenmiştir.

Çizelge 2.1'in devamı

6831 Sayılı Orman Kanunu	Orman alanlarının, yer seçimi için kısıtlayıcı alanlar olduğu belirtilmiştir. Ancak, kamu yararının olduğu durumlarda süreli olarak kullanımın önünün açıldığı belirtilmiştir.
2737 Sayılı Kara Avcılığı Kanunu	Av ve yaban hayatının doğal yaşamını sürdürebilmeleri için bazı kısıtlayıcılar bulunmaktadır.
4232 Sayılı Mera Kanunu	Mera alanlarının mülkiyete geçirilemeyeceği, sınırlarının daraltılamayacağı ve amacı dışında kullanılamayacağı belirtilmektedir. Ancak, güneş tarlaları için istisnalar yer almaktadır.
5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu	Tarım arazilerinin; mutlak tarım arazileri, özel ürün arazileri, dikili tarım arazileri ile sulu tarım arazilerinin tarımsal üretim yapılmadığı durumlarda kullanılamayacağı belirtilmektedir. Ancak, kamu yararının olduğu durumlarda istisnalar bulunmaktadır.
3083 Sayılı Sulama Alanlarında Arazi Düzenlemesine Dair Tarım Reformu Kanunu	Tarım arazilerinin amacı dışında kullanılamayacağı belirtilmektedir. Ancak, güneş tarlalarının kanun kapsamında önünün açıldığı belirtilmektedir.
3573 Sayılı Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerin Aşılattırılması Hakkında Kanunu	Zeytinlik alanlarının daraltılamayacağı ve tahsis amacı dışında kullanılamayacağı belirtilmiştir. Ancak, güneş tarlaları için direkt bir sınırlayıcı yasal düzenleme niteliği olmadığı belirtilmektedir.
2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu	Doğal sit alanlarının, güneş tarlaları için yer seçimi yapılmasında kısıtlayıcı unsur olduğu belirtilmektedir.
3621 Sayılı Kıyı Kanunu	Kıyı şeridinde ve kıyı kenar çizgisinden 100 metre sınırındaki sahil şeridinde güneş tarlalarının yapılmasına izin verilmemektedir.
2565 Sayılı Askeri Yasak Bölgeler ve Güvenlik Bölgeleri Kanunu	1. ve 2. Derece kara, hava ve deniz askeri yasak bölgeler ile askeri güvenlik bölgelerinde kurulum yapılamayacağı belirtilmektedir.
2920 Sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu	Seyahat ve meydan güvenliğini riske atabilecek direklerin dikilmesi ve tesis kurulmasının yasaklandığı belirtilmektedir.

Ayrıca dolaylı olarak, 2634 Sayılı Turizmi Teşvik Kanunu ve 3194 Sayılı İmar Kanunu ile 644 Sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname'nin de etki ettiği belirtilmektedir. Son aşama ise çevresel etkilerden oluşmaktadır. Kurulum yapılacak yerdeki bitki örtülerinin gölge yapmaması ve panellerin düzenli olarak temizlenmesi gerektiği üzerinde durulmuştur. Ayrıca güneş enerji tarlalarının geniş alan kaplamasından kaynaklanan ısıl dengenin değişmesi ve çevreyi etkilemesi üzerine durulmuş ve sonuç olarak üç temel aşamanın da birbiriyle bağlantılı olarak değerlendirilmesi gerekliliğinden bahsedilmiştir.

Yapılan tez çalışmasında da; 6831 sayılı Orman Kanunu kapsamında orman alanları, 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu kapsamında I. II. ve III. sınıf olan tarıma elverişli alanlar, 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ve 2737 sayılı Kara Avcılığı Kanunu kapsamında korunan alanlar, yasaklı alanlar tespit edilmiş ve maskelenerek uygun yer seçimi analizi dışında tutulmuştur.

Sanchez-Lozano ve diğerleri (2013) tarafından yapılan çalışmada, güneş tarlaları konumlarının CBS ve ÇKKVA ile değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma, Güneydoğu İspanya'nın Murcia Bölgesi'nde bulunan Cartagena ölçeğinde yapılmıştır. Güneş tarlalarının yer seçiminde en uygun yerin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır. Arazi sınıflandırması, altyapı, askeri bölgeler, kültürel miras, arkeolojik alanlar, su kaynakları ve nehirler, kuşlar için özel koruma alanları, dağlar, mülkiyet durumu, eğim ve bakı, potansiyel güneş radyasyonu, yıllık ortalama sıcaklık ve elektrik iletim hatları gibi birçok kriterin belirlendiği çalışmada, kriterler arasından seçim yapabilmek için ÇKKVA Yöntemlerinden, önce AHS tercih edilmiş, daha sonra en iyi sonucu belirlemek için TOPSIS yöntemine başvurulmuştur. Çevre (tarımsal kapasite), jeomorfoloji (eğim, bakı, alan), konum (yollara olan uzaklık, iletim hatlarına olan uzaklık, yerleşim yerlerine olan uzaklık, trafoları olan uzaklık) ve iklim (solar radyasyon potansiyeli, ortalama sıcaklık) olmak üzere 4 ana 10 alt kriter belirlenmiştir. Elde edilen uygunluk haritasında, tüm alandan %13.85'lik kısmın güneş tarlaları için yerleşilebilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Mondino ve diğerleri (2014) tarafından İtalya'nın Piedmont bölgesi için geniş çapta yer kaplayan fotovoltaik güneş tarlaları için bir yer seçimi çalışması yapılmıştır. 25,000 km²'lik yer kaplayan bu çalışmada; yerleşim alanları, havaalanları, göller, nehirler, dağlar, korunan alanlar, ulusal parklar, arazi kullanımı, eğim, bakı, solar radyasyon, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama yağış miktarı kriterleri belirlenerek CBS ortamında raster formatında haritalandırılmıştır. Uygunluk haritası oluşturulurken kriterleri ağırlıklandırmak için daha önce yapılan çalışmalardan referans alınarak özel formüller kullanılmıştır. Bu formüller sonucunda haritalar 1 (pozitif, uygun) ve 0 (negatif, uygun değil) olarak numaralandırılmıştır. Sonuç haritasında 136 km²'lik alanın yer seçimi için uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tahri ve diğerleri (2015) tarafından Fas'ın güney bölgesinde CBS ve AHS kullanılarak, bölgedeki güneş tarlalarının yerleşim yerlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bölgede; Boujdour, Fom el Ouad, Tah, Quarzazate ve Bni Mthar olmak üzere 5 adet güneş tarlası bulunmaktadır. Değerlendirme yapılırken 4 ana ve 7 alt kriter belirlenmiştir. Bunlar; iklim (potansiyel güneş radyasyonu, arazi yüzey sıcaklığı), çevre (eğim, bakı), konum (yola olan uzaklık, kente olan uzaklık) ve arazi kullanımıdır. Kriterlerin ağırlıkları AHS'den faydalanarak belirlenmiştir. Süreç sonucunda; arazi kullanımının %5, eğimin %11, bakının %7, yola uzaklığın %6, kente uzaklığın %7, potansiyel solar radyasyonun %42 ve arazi yüzey sıcaklığının ağırlığı %22 olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda ise en yüksek potansiyele sahip olan alanın Quarzazate Güneş Tarlası olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca elde edilen uygunluk haritasında bölgenin %23'ünün yerleşilebilir, %26'sının ise yerleşilemez olarak değerlendirildiği belirtilmiştir.

Castillo ve diğerleri (2016) tarafından yapılan çalışmada, Avrupa Birliği'ne üye olan ülkelerin güneş tarlaları için yerleşime uygunluk haritası yapılmıştır. CBS ve

ÇKKVA yöntemleri kullanılarak kısıtlayıcılar (korunan alanlar, hassas doğal alanlar, yerleşim alanları, su ögeleri, ormanlar) ve yerleşilebilirlik (eğim, bakı, yükseklik, nüfus potansiyeli, yollara yakınlık, iletim hatlarına yakınlık) kriterleri belirlenip, uygun alanların belirlendiği haritaya son olarak Avrupa Birliği Uyum Politikası kapsamında bölgesel bir değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmenin sonucunda biyofizik ve sosyo-ekonomik faktörler de göz önüne alındığında Almanya, İspanya, Fransa, İtalya ve Portekiz'in öne çıktığı görülmektedir. Daha önce kurulmuş olan tarlaların da uygunluk oranlarının %79.8 olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak hala büyük bir bölümün potansiyeli olduğu halde kullanılmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

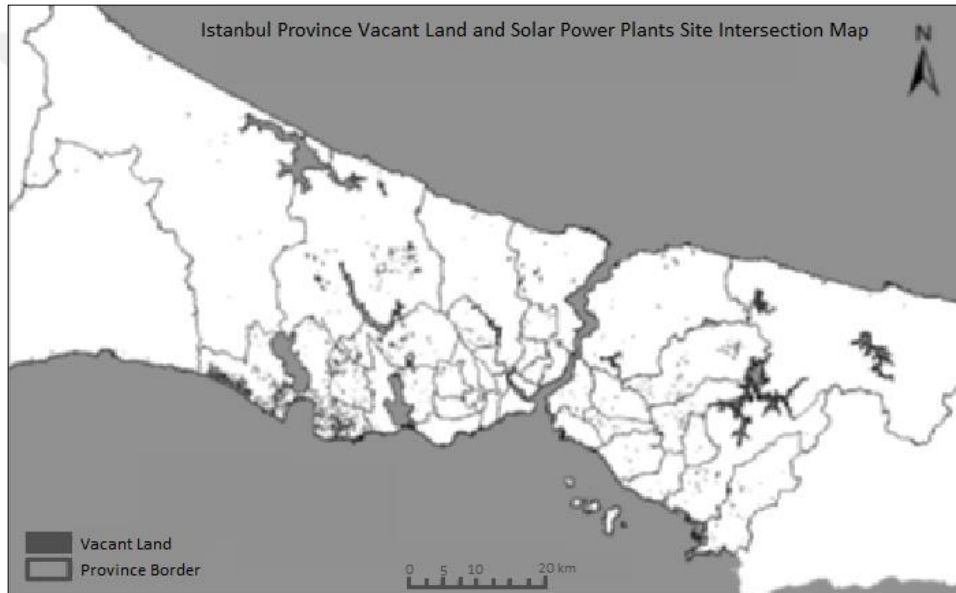
Palmer ve diğerleri (2018) tarafından, Birleşik Krallık ölçeğinde iklim değişikliği hedeflerine ulaşabilmek için, geniş ölçekli güneş tarlalarının yerleşilebilirlik durumu üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışmanın 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada arazi kullanım kriteri ve ulusal parklar, nehirler, solar radyasyon, yerleşim alanı, yollara uzaklık, ormanlar, tarımsal arazi sınıflandırması, dağlık alanlar, çalılık alanlar ve taşkın alanları tanımlanmıştır. İkinci aşamada elektrik iletim hatları belirlenmiş ve sınırları tanımlanmıştır. Son aşamada da eğimin etkisi ve planlama politikasındaki fiziksel kısıtlayıcılar üzerine durulmuştur. Kriterlerin birleştirilmesinde ise Boolean metodu kullanılmıştır. Sonuç olarak, oldukça düz ve yerleşime uygun olan ve 45 adet yerleşilebilir alan olduğu ortaya konulmuştur.

Garni ve Awasthi (2017), Suudi Arabistan'da CBS ve AHS kullanılarak güneş tarlaları için yer seçimi çalışması yapmışlardır. Solar radyasyon, sıcaklık, eğim, bakı, yerleşim alanına olan uzaklık, demiryollarına olan uzaklık ve trafolarla olan uzaklık kriterleri belirlenmiştir. Sınırlayıcılar olarak ise; korunan alanlar, ana yollar, yerleşimin olduğu alanlar ve eğimi %5'ten büyük olan alanlar olarak belirlemişlerdir. Yaptıkları literatür araştırmasında güneş tarlası yer seçiminde çoğunlukla AHS tercih edildiği sonucuna ulaşmışlardır. Uygunluk haritasını oluşturduklarında ise Tabuk, Arar ve Taif şehirlerinin yerleşime uygun olduğu sonucuna ulaşırken; doğu ve güneydoğu bölgesinde yer alan Rub'al Khali olarak bilinen çölün yüksek sıcaklık ve düşük altyapı nedeniyle uygun olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre; nispeten düşük sıcaklığa sahip olup (yaklaşık 30°), yüksek güneş radyasyonu potansiyeline sahip olan konumların yerleşime daha elverişli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Uyan (2017) tarafından, güneş tarlası kurulabilecek alanlar için AHS yöntemi kullanılarak CBS destekli haritalanması üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışma alanı, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan ve yüksek güneş radyasyon potansiyeli bulunan Konya'nın Çumra ilçesi olarak belirlenmiştir. Çalışma kriterleri Yerleşim alanlarına olan uzaklık (m), arazi kullanımı, eğim (%), trafo merkezine uzaklık (m), iletim hatlarından uzaklık (m), yol ve demiryolundan uzaklık (m) olarak belirlenmiştir. Kısıtlayıcılar ise; yerleşim alanlarından 1000 m, nehirler, göller vb. alanlardan 1000 m, yol ve demiryollarından 100 m, çevre koruma alanlarından 100 m ve tarım (I. II. III. Sınıf) ve orman alanları olarak belirlenmiştir. AHS'den yararlanılarak kriter ağırlıkları belirlendikten sonra, elde edilen tüm haritalar birbiri ile karşılaştırılarak bir uygunluk haritası elde edilmiştir. Çalışma sonucunda kriter ağırlıkları; yerleşim alanlarına uzaklık %5, arazi kullanımı %39, eğim %4, trafo merkezine uzaklık %21, iletim hatlarına uzaklık %21 ve yol ve demir yollarından uzaklık %10 olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışma alanının %1.5'lik kısmını oluşturan 2685 hektarlık alanın güneş tarlası kurmak için oldukça elverişli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. %26'sı orta uygunlukta, %11'lik

kısmı düşük yoğunluktadır ve %62'lik kısmın ise elverişsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tunc ve diğerleri (2019) yapılan çalışmada pilot bölge olarak belirlenen İstanbul ili üzerinde güneş tarlaları kurulabilecek alanlar için en uygun olan bölgeler belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmada solar radyasyon, güneşlenme süresi, sıcaklık ortalaması, arazi kullanımı, diğer güneş tarlalarına olan uzaklık, Kuzey Anadolu Fay Hattına olan uzaklık, korunan alanlar, eğim, rüzgâr hızı ve iletim hatlarına olan uzaklık kriterleri belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıklandırılması için AHS'den faydalanılmıştır. Ağırlıkları hesaplanan kriterler yeniden sınıflandırılarak ağırlıklı haritaları oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda, en önemli kriterlerin solar radyasyon ve güneşlenme süresi oldukları sonucuna ulaşılmıştır. İstanbul'da lisanslı ve lisanssız birçok yerleşke olduğu için mevcut kurulum yerlerinin dışında kalan boş alanlar için uygunluk haritası elde edilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. İstanbul ili güneş enerjisi uygunluk analizi (Tunc vd. 2019)

Ali ve diğerleri (2018) tarafından Tayland'da CBS temelli güneş ve rüzgâr enerji santralleri için AHS kullanılarak uygunluk analizi yapılmıştır. Yapılan çalışmada Tayland'ın güneyinde yer alan Songhla kenti için rüzgâr hızı, solar radyasyon, eğim, bakı, yükseklik, arazi kullanımı, havaalanları, yollar ve iletim hatları kriter olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda rüzgâr ve güneş enerjisi için 66.113 km² ve 844,93 km² potansiyel alan olduğu tespit edilmiştir. Bu alanlardan 38.749 km² ve 69.509 km²'lik alanların yüksek uygunluk değerinden olduğu saptanmıştır.

Kaynak taramasında görüldüğü üzere farklı ülkelerde, farklı şehirlerde ve bazen de farklı yöntemlerle güneş tarlası için yer seçimi yapılırken birçok kriterin ortak nokta olduğu görülmüştür. Bu kriterler güneş panellerinden en fazla verimin alınması ve kentte en uygun yerin seçilmesi hedefleri temel alınarak belirlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada da benzer hedefe ulaşmak istendiğinden, ülkemizdeki yasa ve yönetmelikler doğrultusunda da tercih yapılarak aynı veya benzer kriterler tercih edilmiş, uygulama alanı kapsamında önem dereceleri belirlenmiştir. Bu çalışmada ve yapılan kaynak

taramasındaki çalışmalarda görüldüğü üzere, konumları farklı da olsa benzer kriterler, benzer yöntemler tercih edilmiş ve tüm çalışmaların sonucunda bir uygunluk haritası elde edilmiştir. Ülkelerin iklim koşullarına bağlı olarak bazı farklılıklar gözlense de genellikle yerleşilebilir alanların; yüksek radyasyon değerine sahip, eğimi az, iletim hatlarına yakın, kente yakın, verimsiz ve boş arazilerin yerleşime daha uygun olduğu sonucuna varılmaktadır ve bu doğrultuda yapılan çalışmaların birbirini desteklediği söylemek mümkündür.

Teknolojik gelişmelerin her geçen gün ilerlemesiyle, ar-ge çalışmaları sonucunda güneş enerji panellerinden maksimum verimin alınabilmesi için çeşitli tasarımlar önerilmektedir. Bu tasarımlar arasında; eğimin, bakının ve arazi kullanımının geçersiz kılındığı, aynalarla desteklenerek güneş radyasyonunun tek bir noktaya ulaştırıldığı, dış uzaya yine aynalar gönderilerek güneş ışınlarının yeryüzünde dairesel bir alanın içinde toplanıp enerjiye dönüştürülmesi gibi birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak çeşitli konferanslarda, bu tasarımların Dünya'nın ısısını arttırabileceği, dolayısıyla çevreye zararının dokunabileceği gibi görüşler dile getirilmiştir. Aynı zamanda, üretilen tasarımların ekonomik maliyetlerinin yüksek olması da bu çalışmaların yaygın olarak kullanılabilirliğinin önüne geçmektedir. Ayrıca, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda, Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) Destek Mekanizması kapsamında belirlenen, kWh başına kurulum gücüne göre belirlenen fiyat cetvellerinin, yenilenebilir enerji kaynakların kullanımına teşviki ile mevcut sistemlerin daha karlı olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmanın ana materyalini Antalya il bütünü oluşturmaktadır. Yardımcı materyal olarak da uydu görüntüleri ile CBS yazılımları kullanılmıştır. Çalışma yönteminde ise ÇKKVA başta olmak üzere çeşitli CBS analizleri tercih edilmiştir. Bu bağlamda çalışmaya esas olan materyal ve yönetime ilişkin açıklamalar aşağıda belirtilmiştir.

3.1. Materyal

Çalışmanın materyal kısmında Antalya ilinin konumu, iklimi, bitki örtüsü, topoğrafik yapısı ve sosyo-kültürel yapısı değerlendirilmiş ve ulaşılmak istenen hedefler bağlamında bu verilerden yararlanılmıştır.

3.1.1. Çalışma alanı (Konumu)

Çalışma, Türkiye'nin güneybatısında, 29°20'-32°35' doğu boylamları ile 36°07'-37°29' kuzey enlemleri arasında yer alan Antalya ili ölçeğinde yapılmaktadır. Akdeniz Bölgesi'nin batısında bulunan Antalya; Akseki, Aksu, Alanya, Demre, Döşemealtı, Elmalı, Finike, Gazipaşa, Gündoğmuş, İbradı, Kaş, Kemer, Kepez, Konyaaltı, Korkuteli, Kumluca, Manavgat, Muratpaşa ve Serik olmak üzere 19 ilçeden ve 911 mahalleden oluşmaktadır. Kuzeyinde Toros Dağları ve güneyinde Akdeniz bulunmaktadır. Doğusunda Mersin, Konya ve Karaman, kuzeyinde Isparta ve Burdur, batısında ise Muğla illeri ile komşudur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanının konumu

3.1.2. İklim

Denize yakınlık/uzaklık, bakı, yükselti farkı ve yer şekillerinin çeşitliliğinden kaynaklanan fiziki coğrafi unsurları sebebiyle kentin farklı kesimlerinde sıcaklık, rüzgâr ve yağış farkı olduğu görülmektedir. Bölgede genellikle Akdeniz iklimi hâkimdir. Genel iklim özelliği olarak yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı geçen kentin bazı bölgelerinde karasal iklime dönen bir geçiş tipi iklimini de barındırdığı söylenebilmektedir (Kültür ve Turizm Bakanlığı 2012).

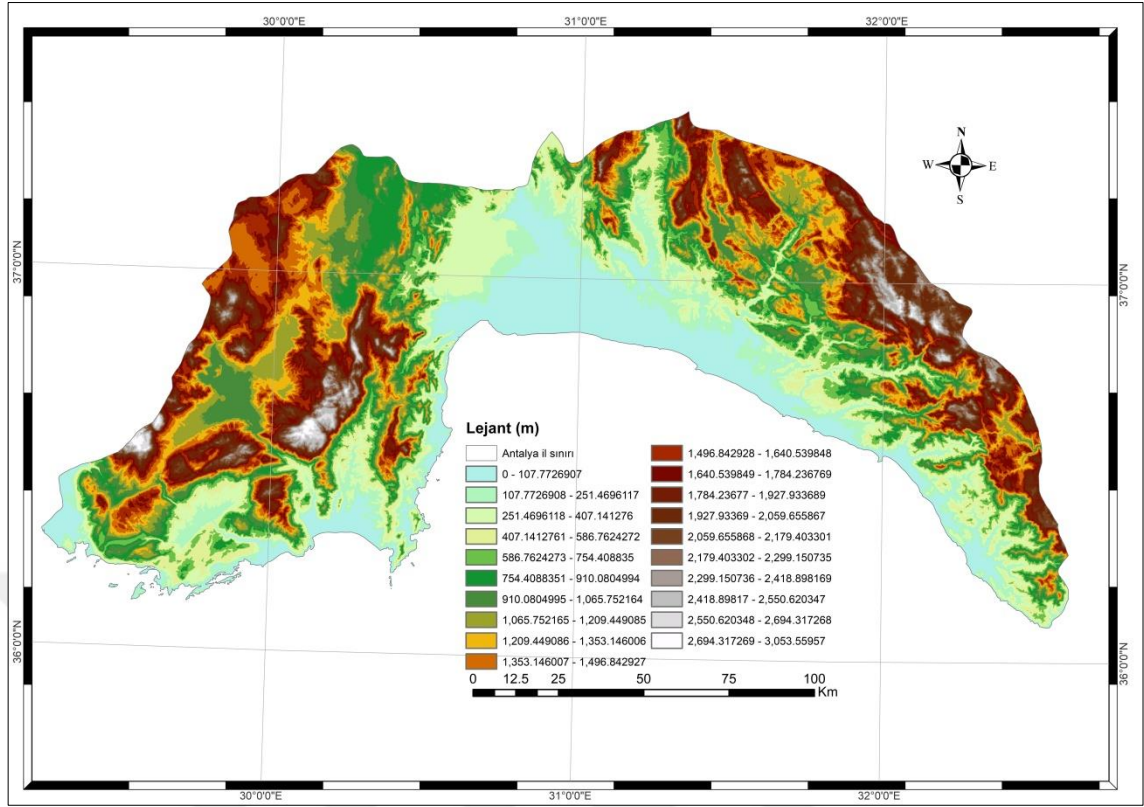
Antalya'nın yıllık ortalama sıcaklık değeri 18.8°'dir. Ortalama en yüksek sıcaklık 24.2° iken ortalama en düşük sıcaklık 13.7° olarak görülmektedir. Yıllık ortalama 74 günü yağışlı geçmektedir. Yıllık ortalama güneşlenme süresi ise 8.1 saattir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2018). Yılda ortalama 165,6 açık gün sayısı vardır ve ortalama bağıl nemi %62'dir (Yılmaz 2008).

3.1.3. Bitki örtüsü

Kültür ve Turizm Bakanlığı (2012) tarafından hazırlanan rapora göre; kıyıdan 500-600 metre yüksekliğe kadar olan kısımlarda yazın kuraklığa uyum sağlayabilen, kışın ise yeşil kalabilen makiler, ilde egemen olan bitki örtüsünü oluşturmaktadır. Zakkum (*Nerium oleander* sp.), delice (*Lolium* sp.), yabani çilek (*Fragaria* sp.) ve koca yemiş (*Arbutus* sp.) bitkilerinden oluşur ve boyları 3-5 metreyi geçmemektedir. 600-1200 metre arasında ise kızılçam (*Pinus brutia*) ve meşelerin (*Quercus* sp.) yaygın olduğu, daha da yükseklerle çıkıldığında ise Halep çamı (*Pinus halepensis*) ve karaçamların (*Pinus nigra*) görüldüğü bilinmektedir. 1200-2100 metre arasında sedir (*Cedrus* sp.), göknar (*Abies* sp.), sarıçam (*Pinus Sylvestris*), kayın (*Fagus* sp.) ve ardıç (*Juniperus* sp.) türlerinin görüldüğü bölge yüksek ormanlar olarak adlandırılmaktadır. 2100-2300 metrede ise sona ermektedir ve renkli çiçeklerin olduğu, yazları kurumayan yüksek otlukların olduğu alp çayırları yer almaktadır.

3.1.4. Topoğrafik yapı

Antalya ilinin %77.8'si dağlık, %10.2'si ova ve %12'si engebeleridir. Kıyı kenarlarında deniz seviyesinden itibaren 251 metre kadar yükselip, iç kesimlere doğru gidildikçe bu yüksekliğin arttığı görülmektedir. Dar kıyı düzlükleri ve ardından gelen sıradağlar kentin topoğrafyasına şekil vermektedir. Kentin güneybatısındaki sıradağlar, Antalya Ovası'na kadar uzanmakta olup yüksekliği 3053 metreyi bulmaktadır (Şekil 3.2). Doğusunda, Aksu ve Yamansaz düzlükleri, batısında ise Boğaçay yer almaktadır (Dipova ve Cangir 2011).



Şekil 3.2. Antalya'nın topoğrafik yapısı

3.1.5. Sosyo-kültürel yapı

Paleolitik (Yontma taş) Çağ'dan günümüze kadar, insanların yaşamak için seçtiği yerlerden biri olan Antalya; Pisidya, Pamfilya ve Likya olmak üzere üç önemli uygarlığa ev sahipliği yapmıştır. Ayrıca arkeolojik çalışmalara bakılarak bölgede Makedonlar, Selevkoslar, Romalılar, Selçuklular ve Osmanlıların dönem dönem egemen olduğu sonucuna varılabilmektedir (Kültür ve Turizm Bakanlığı 2012). Örnek olarak, Türkiye'nin en eski yerleşim yerlerinden biri olan Karain Mağarası (M.Ö. 7000-8000) ve Mezolitik dönem izlerine rastlanan Beldibi Mağarası verilebilmektedir (Avcı 2010).

Hitit Dönemi'nde Pamfilya olarak isimlendirilen bölge, Truva Savaşı ile Akaylara ev sahipliği yaptığı bilinmektedir. M.Ö. 560 yılında Lidya İmparatorluğu'nun hâkim olduğu bölge, M.Ö. 564 yılında Büyük İskender'in Sillyon ve Termessos şehirleri haricinde tüm şehirleri Sard Savaşı ile fethetmesiyle Perslere devredilmiştir. Selevkos'un Apameis'da yenilmesi ile Bergama Krallığı hâkimiyetine giren bölge, Bergama Kralı II. Attalos'un donanmasını barındırması amacıyla Attaleia (Antalya) şehrini kurduğu bilinmektedir. Son Bergama Kralı III. Attalos'un vasiyeti ile Roma İmparatorluğu'na terk edilen bölgede, Bizans Dönemi'nin 13 yüzyıl sürdüğü bilinmektedir. 1207'de Antalya, 1220'de ise Alanya'nın Selçuklu Türkleri tarafından bölgenin fethedilmesiyle Bizans Dönemi'nin sona erdiği ve 1391 yılında da bölgede

Osmanlı İmparatorluğu hâkimiyeti başladığı bilinmektedir (Kültür ve Turizm Bakanlığı 2012). Birinci Dünya Savaşı sonucunda, İtalyanlar bölgeyi işgal etse de 1923'te Türkiye Cumhuriyeti ile bu işgal ortadan kaldırılmış ve Türk Devleti sınırları içerisinde günümüze kadar gelmiştir (Biçici 2017).

TÜİK (2018) verilerine göre, Antalya'nın nüfusu 2.426.356 kişidir. 1.204.270'ini kadın, 1.222.086'sını ise erkek nüfusu oluşturmaktadır. Türkiye'nin nüfus büyüklüğü bakımından 5. büyük kentidir ve %2.96'lık nüfus yüzdesini oluşturmaktadır. TÜİK (2013) verisine göre, 2013-2075 nüfus projeksiyonu doğrultusunda 2023 yılında il nüfusunun 2,6 milyona ulaşması beklenmektedir. Kentin tarihi, kültürü, sanatı, mimarisi, konumu ve iklimi sayesinde yüksek bir turizm potansiyeline sahiptir. Mevcut tarihi eserlere; surlar, Hadrian kapısı, Yivli Minareli Camii, Murat Paşa Camii, Hıdırlık Kulesi, Kesik Minareli Camii ve Saat Kulesi örnek olarak verilebilmektedir. Trebenna, Termessos, Side, Olimpos gibi birçok antik şehri de bünyesinde barındırmaktadır. Doğal güzelliklerine ise; Düden şelalesi, Kurşunlu şelalesi, Lara plajı, Konyaaltı Plajı, Olimpos Sahil Milli Parkı, Topçam Plajı, Tünek tepe, Saklıkent, Düzlerçamı orman parkı, Güver kanyonu vb. verilebilmektedir (Bingöl 2004; Kültür ve Turizm Bakanlığı 2012).

Antalya ilinin ulaşımı incelendiğinde demiryolunun, topoğrafyadan dolayı çok az kullanıldığı dikkat çekmektedir. Denizyolunda ise feribotlar tercih edilmektedir ve Antalya-Venedik, Alanya-Girne hatları bulunmaktadır. Karayolu ulaşımında ise İç Anadolu ve İç Ege'ye bağlayan yolların genellikle güney-kuzey istikametinde olduğu söylenebilmektedir. Kentin dağlık, eğimli ve engebeli bir topoğrafyaya sahip olması sebebiyle genellikle kıyı şeridinde paralel olan yollarla kıyı kentlerine ulaşım sağlanmaktadır. Antalya'nın ana arteri Antalya-Burdur ve Isparta-Burdur yollarıdır. İç Anadolu'ya bağlayan güzergâh ise Antalya-Manavgat-Akseki-Seydişehir-Konya güzergâhından oluşmaktadır. Havayolu ise hızlı ve ulaşılabilir olması sebebiyle, kentin turizm potansiyeline katkı sağlamaktadır (Kültür ve Turizm Bakanlığı 2012).

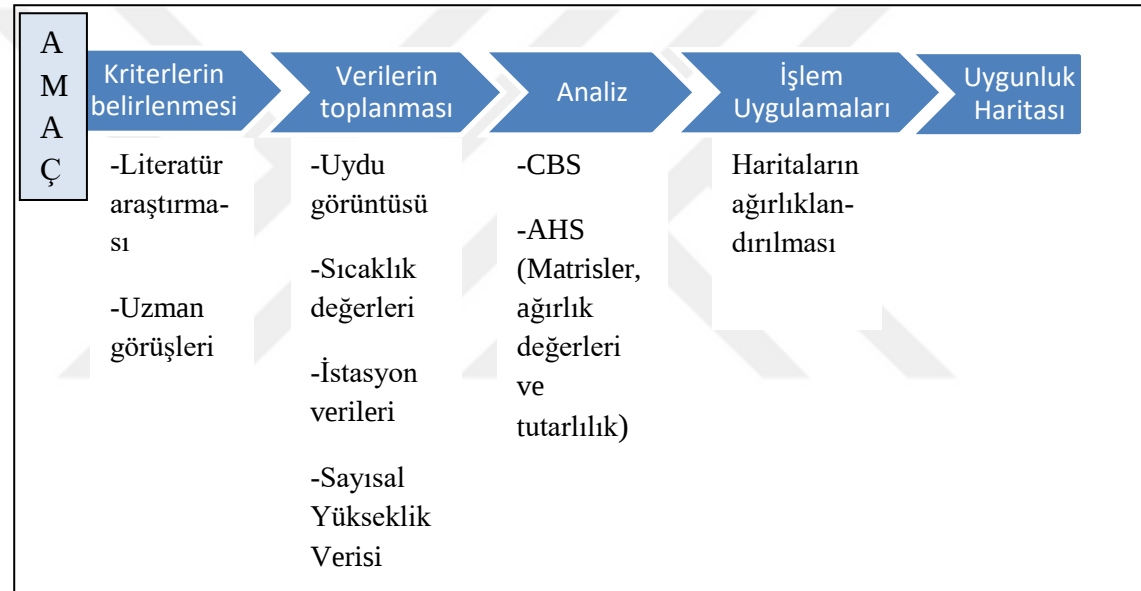
İl Planlama Müdürlüğü (2019) verilerine göre; (resmi ve özel eğitim kademeleri dâhil) anaokulu, ilkokul, ortaokul ve ortaöğretim okul sayısı 1.666 olup, derslik sayısı 21.645'tir. Öğretmen sayısı 33.225 ve öğrenci sayısı da 466.507'dir. Üniversiteler incelendiğinde ise 2 Devlet (Akdeniz Üniversitesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi), 3 Vakıf (Antalya Bilim Üniversitesi, Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi, Antalya AKEV Üniversitesi) olmak üzere toplamda 5 adet üniversite, 95 Fakülte/Yüksekokul ve 93 bin 212 öğrenci bulunmaktadır.

Gayrimenkul ve Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı Derneği (2019) verilerine göre, Türkiye'ye 31 milyon yabancı turist gelmiştir ve bu turistlerin %33.3'ünün Antalya'ya geldiği bilinmektedir. İşletme belgesi olan tesisler temel alındığında, 795 otel ve 212 bin oda kapasitesi bulunmaktadır. Aynı zamanda yatırım belgesi olan tesislere bakıldığında, 82 tesis ve 18 bin oda kapasitesi olduğu ortaya çıkmaktadır.

3.2. Metot

Çalışmada ÇKKVA yöntemlerinden biri olan AHS kullanılmıştır. CBS'den yararlanarak kriterlerin ağırlıklarına göre haritalandırma işlemi ve karşılaştırma analizleri yapılmıştır.

Çalışmada öncelikle sorun tanımlanmış ve ulaşılmak istenen amaçlar belirlenmiştir. Bu amaçlar doğrultusunda, güneş tarlası kurulabilecek alanların belirlenmesi için literatür araştırması baz alınarak kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterler için saha araştırması yapılmış ve ilgili kaynaklardan veriler toplanılmıştır. AHS kullanılarak belirlenen kriterlerin ağırlıkları tanımlanmıştır. Elde edilen veriler ArcGIS 10.1 yazılımı kullanılarak haritalanmıştır. Üretilen haritalar, AHS ile bulunan ağırlık değerlerinin eklenmesiyle karşılaştırılmış ve bir uygunluk haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Yöntem akış ayaqramı

3.2.1. ÇKKVA

Bireyler veya gruplar tarafından birden fazla kriterin olduğu durumlarda karar verme zor bir hal alabilmektedir. Bir hedef doğrultusunda belirlenen, birbiriyle alakalı olan veya birbiriyle çatışan kriterler söz konusu olduğunda ise, zaman zaman içerisinden çıkılamayacak hale gelebilmektedir (Celebi 2014). Bu yüzden, ÇKKVA yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler birden fazla kriter arasından, bilimsel bir şekilde seçim yaparak en iyi ve en uygun alternatifin ortaya konulmasında yardımcı olmaktadır (Montis vd. 2000).

ÇKKVA yöntemleri, dört grupta incelenmektedir. Birinci grup temel yöntemler olup; çoğunluk, özelliklerine göre eleme, iyimserlik, kötümserlik, birleştiren ve ayıran yöntemlerdir. İkinci grup değer/fayda temelli yöntemlerdir. Bunlar; AHS, Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART), The Technique for Order of Preference by

Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), Ağırlıklı ortalama ve ağırlıklı çarpımdır. Üçüncü grup üstünlüğe dayanan yöntemlerdir. Bunlar; Electre ve Promethee yöntemleridir. Son grup ise etkileşimli yöntemlerdir. Bunlar da; PRogramme utilisant l'Intelligence Artificielle en Multicritère (PRIAM), science, technology, engineering, mathematics (STEM) ve Değişen Hedef Yöntemi'dir (Çil 2017).

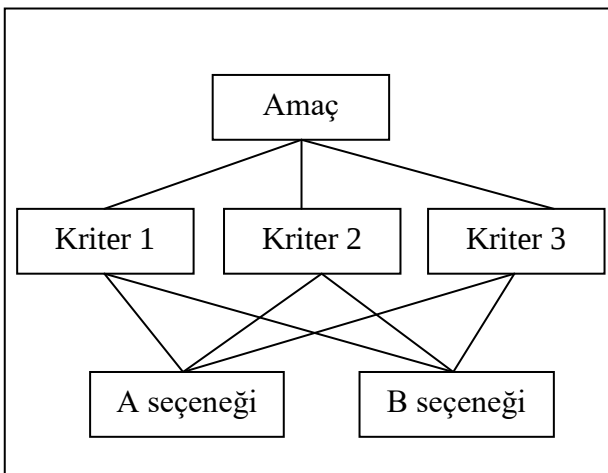
Bu yöntemler tek başlarına kullanılabildikleri gibi bir arada da kullanılabilmektedir. Literatür araştırmasında da görüldüğü üzere birçok yer seçimi çalışmasında AHS tercih edilmiştir (Selim 2018, Aksoy ve San 2019). Ayrıca daha önce yapılmış olan güneş tarlası yer seçimi çalışmalarına dayanarak, bu çalışmada da değer/fayda temelli yöntemlerden biri olan AHS tercih edilmiştir (Uyan 2013; Sanchez-Lozano vd. 2013; Watson ve Hudson 2015; Tahri vd. 2015; Wilma vd. 2017; Garni ve Awasthi 2017; Merrouni vd. 2017; Sindhu vd. 2017; Ali vd. 2018; Tunc vd. 2019).

3.2.2. AHS

Birden fazla kriterin ve alt kriterlerin bulunduğu durumlarda sonuca ulaşmak zorlaştığı için çeşitli formüller ve algoritmalar kullanılarak karar verme sürecini matematiksel olarak somut hale getirmek, süreci hızlandırmak ve doğru sonuçlara ulaşmak üzere AHS geliştirilmiştir (Saaty 2008).

ÇKKVA yöntemlerinden biri olan AHS, birden fazla kriterin bulunduğu durumlarda en iyi ve en uygun olan kriterin belirlenmesi için kullanılmaktadır. 1968 yılında Myers ve Alpert tarafından ortaya çıkan AHS kavramı, 1977 yılında Thomas Lorie Saaty tarafından modellenmiştir. Karmaşık karar verme problemlerinin çözümünde kolaylık sağlayan yöntem, alanında uzman kişilerin görüşlerine dayanarak (en az 5 uzman) kriterlerin ikili karşılaştırma yoluyla değerlendirilmesine dayanmaktadır (Saaty 2008).

Saaty (2008) tarafından belirtildiği gibi temelde dört aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada aranan bilginin türü belirlenmeli ve problem tanımlanmalıdır. İkinci aşamada, hiyerarşik bir yapı oluşturulmalıdır. Probleme dayanan bir amaç, bu amaca bağlı kriterler ve varsa alt kriterler net bir şekilde belirlenmelidir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Hiyerarşik yapı

Üçüncü aşamada, kriterlerin birbirlerine olan önem dereceleri ile ikili karşılaştırma matrisleri (İKM) oluşturulmalıdır. Saaty tarafından belirlenen önem dereceleri 1, 3, 5, 7 ve 9 olup 2, 4, 6, ve 8 ara değerlerinden oluşmaktadır. Kriterler için İKM oluşturulurken; kriterlerin birbirine olan önem dereceleri bu matrise yazılmalıdır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Önem dereceleri ve tanımları (Saaty 1987)

Önem Derecesi	Tanımları
1	Her iki kriter de eşit derecede önemli
3	x kriteri y kriterine göre biraz daha önemli
5	x kriteri y kriterine göre fazla önemli
7	x kriteri y kriterine göre çok fazla önemli
9	x kriteri y kriterine göre aşırı derecede önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Karşılaştırma matrisinde dikkat edilmesi gereken kurallardan biri sol üstten sağ alta doğru çapraz giden hücre değerlerinin “1” olması gerektiğidir. Bir diğer husus ise a_{yx} değerinin $1/a_{xy}$ değerine eşit olmasıdır. Yani matrise üstten veya soldan baktığınızda aynı değerlerin tersini de görebilmemiz gerekmektedir. Ayrıca değerler önem dereceleri doğrultusunda belirlendiği için a_{xy} değeri daima sıfırdan büyük olmalıdır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. İKM’nin oluşturulması

İKM	X	Y	Z
X	1	$1/a_{xy}$	...
Y	a_{yx}	1	...
Z	...	...	1
Toplam	...	...	...

Karşılaştırma matrisinde değerler belirlendikten sonra sütunların toplam değerleri bulunmalıdır. Bulunan değerlerden yararlanarak Normalleştirilmiş Karar Matrisi (NKM) olan ikinci matris edilmelidir. Bu matris, birinci matristeki her bir değer, bulunduğu sütunun toplam değerine bölünmesiyle elde edilmektedir. Burada da elde edilen değerler her bir sütun için toplanmalıdır. Ancak dikkat edilmesi gereken nokta bu toplamardaki her bir sütun değerinin 1000 olması gerektiğidir (Çizelge 3.3). Ek olarak, toplam karşılaştırma sayısına $n.(n-1)/2$ formülü ile ulaşıldığının bilinmesinde fayda bulunmaktadır.

Çizelge 3.3. NKM'nin oluşturulması

NKM	X	Y	Z	Ağırlıklar
X	...	...	...	...
Y	...	...	...	...
Z	...	...	...	...
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000

Son aşamada ise her bir kriterin ağırlık değeri belirlenmeli ve belirlenen ağırlık değerlerinin eklenmesiyle alternatifler arasındaki öncelik değerleri elde edilmelidir. Ağırlıkları elde ederken oluşturmuş olduğumuz ikinci matrisimiz olan NKM için her bir satırın aritmetik ortalaması alınmaktadır. Aynı zamanda ağırlıkların bulunduğu sütunun da toplamının 1000 değerini vermesi gerekmektedir.

Tüm aşamalar tamamlandıktan sonra da alınan uzman görüşlerinin tutarlı olup olmadıkları elde edilen tutarlılık değerine göre değerlendirilerek, görüşlerin aritmetik ortalaması alınmalıdır. Yapılan çalışmanın tutarlılık oranını hesaplayabilmek için tutarlılık göstergesinin rassallık göstergesine bölünmesi gerekmektedir. Rassallık göstergesi Saaty tarafından kriter sayısına bağlı olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.4)

Çizelge 3.4. Rassallık göstergesi (Saaty 1987)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
Rassallık indeksi	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41
n	9	10	11	12	13	14	15	
Rassallık indeksi	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59	

Tutarlılık göstergesi ise maksimum öz değerin eleman sayısının bir eksiğine bölünmesi sonucu elde edilmektedir. Maksimum öz değer için; birinci matristeki her bir satırdaki elemanlar sırasıyla ağırlık değerlerine çarpılarak toplanmalıdır. Örneğin; birinci sütunda yer alan birinci eleman, birinci sıradaki ağırlık değeriyle, ikinci sütunda yer alan ikinci eleman, ikinci sıradaki ağırlık değeriyle çarpılarak toplanmalıdır. Daha sonra aynı işlem üçüncü ve varsa dördüncü satırlar için yapılarak, sonucunda ağırlıklandırılmış vektör değerleri (V1) elde edilmelidir. Oluşturulan ağırlıklandırılmış vektör değerlerinin ağırlık değerlerine bölünmesiyle yeni bir vektör (V2) oluşmaktadır. V2 değerlerinin aritmetik ortalaması alındığında ise maksimum öz değer elde edilmektedir.

Tüm bu işlemlerin sonucunda tutarlılık oranı 0.1'den küçük ise yapılan karşılaştırmaların tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Eğer değer, 0.1'den büyükse bu durumda uzman görüşü tekrar alınmalı ve işlemler tekrarlanarak tutarlı oran elde edilmelidir. Ancak sonuç tekrar tutarlı çıkmıyorsa, görüş farklı bir uzmandan alınmalıdır.

3.3. Uygun Yer Seçimi Kriterleri

Bu çalışmada, Antalya ili ölçeğinde güneş tarlaları için en iyi ve uygun kurulum yerlerinin haritalanması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, çalışmanın amacı yer seçimi yapmaktır. Yapılan kaynak taramasındaki çalışmalardan faydalanarak Antalya'nın coğrafi koşullarına uygun; güneş parametreleri, lojistik ve coğrafya olmak üzere 3 ana, solar radyasyon, yıllık ortalama sıcaklık, güneşlenme süresi, trafolarla olan uzaklık, yerleşim alanlarına olan uzaklık, ana yollara olan uzaklık, eğim, bakı, arazi kullanımı ve yükseklik olmak üzere de 10 alt kriter belirlenmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Kriter tablosu

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Referanslar
Güneş Parametreleri	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Garni ve Awasthi 2017, 2018; Carrion vd. 2007, 2008; Janke 2010; Mondino vd. 2015; Tahri vd. 2015; Noorollahi vd. 2016; Uyan 2013, 2016; Sanchez-Lozano vd. 2013
	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Garni ve Awasthi 2017, 2018; Carrion vd. 2007, 2008; Uyan 2013; Effat 2013; Sanchez-Lozano vd. 2013; Charabi ve Gastli 2011; Mondino vd. 2015; Tahri vd. 2015
	Güneşlenme Süresi (Sa.)	Akkas vd. 2017; Uyan 2013; Ayday vd. 2016; Lee vd. 2015; Effat 2013
Lojistik	Trafolarla Olan Uzaklık (m)	Sanchez-Lozano vd. 2013; Castillo vd. 2016; Palmer vd. 2018; Garni ve Awasthi 2017; Uyan 2016
	Yerleşim Alanlarına Olan Uzaklık (m)	Noorollahi vd. 2016; Sabo vd. 2017; Watson ve Hudson 2015; Uyan 2013, 2016; Mondino vd. 2015; Tahri vd. 2015; Garni ve Awasthi 2017
	Yollara Olan Uzaklık (m)	Tahri vd. 2015; Castillo vd. 2016; Garni ve Awasthi 2017; Uyan 2016

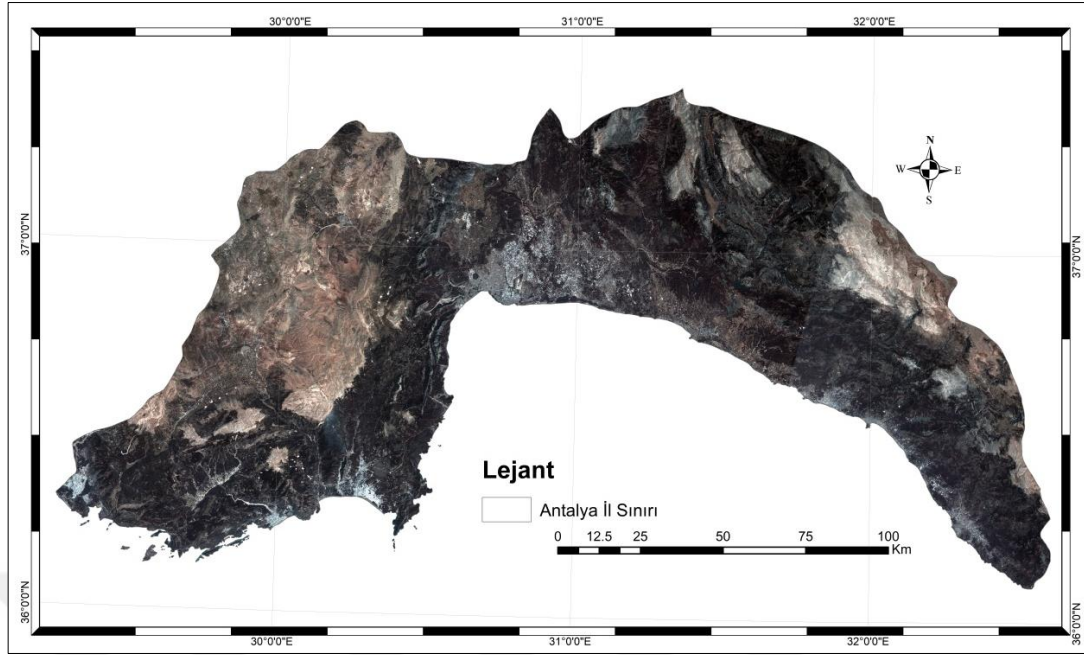
Çizelge 3.5'in devamı

Coğrafya	Eğim (%)	Uyan 2013; Tahri vd. 2015; Watson ve Hudson 2015; Sabo vd. 2017; Sanchez-Lozano vd. 2013; Mondino vd. 2015; Castillo vd. 2016; Palmer vd. 2018; Garni ve Awasthi 2017; Uyan 2016
	Bakı	Sanchez-Lozano vd. 2013; Mondino vd. 2015; Tahri vd. 2015; Castillo vd. 2016; Garni ve Awasthi 2017
	Arazi Kullanımı	Sanchez-Lozano vd. 2013; Mondino vd. 2015; Tahri vd. 2015; Castillo vd. 2016; Palmer vd. 2018; Uyan 2016
	Yükseklik (m)	Castillo vd. 2016, Ali vd. 2018

Kısıtlayıcılar ise yapılan mevzuat araştırmaları ve literatür araştırmaları sonrasında; tarım alanları (I. II. III sınıf), korunan alanlar, su alanları, orman alanları, yerleşim alanlarına 1000 m, yollara 100 m ve trafo merkezlerine 1000 m olarak belirlenmiştir.

3.4. Kriterlerin Haritalandırılması

Haritalandırma işlemi için öncelikle Antalya il bütününe ait Landsat 7 ETM+ uydu görüntüleri indirilmiştir. İndirilen verilerin uydu bantlarının radyometrik düzeltilmesi, mozaik verilerin birleştirilmesi ve il sınırı boyunca kırılması sonucunda kente ait uydu görüntüsü elde edilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Antalya iline ait uydu görüntüsü

Bu bölümde güneş parametreleri, lojistik ve coğrafya kriterleri ve bu kriterlere ait alt kriterlerin ArcGIS yazılımı ile haritalanması hakkında bilgi verilmektedir.

3.4.1. Güneş Parametreleri

Güneş parametreleri kriterinin alt kriteri olan solar radyasyonun haritalanması için öncelikle internet üzerinden Antalya iline ait solar radyasyon verileri indirilmiştir. Daha sonra indirilen veriler $1070 \text{ kWh/m}^2\text{-yıl}$ ve $2232 \text{ kWh/m}^2\text{-yıl}$ olan maksimum ve minimum değerler arasında 5 sınıfa ayrılmıştır.

Yıllık ortalama sıcaklık haritasının oluşturulması için, Antalya Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden 2014-2018 yılları arasındaki döneme ait 43 istasyondan aylık sıcaklık verileri alınmıştır. Alınan verilerde istasyon numarası, istasyon adı, il adı, ilçe adı, enlem, boylam, rakım, yıl ve ay sıcaklık değerleri yer almaktadır. Ancak istasyonların kuruluş tarihlerinin farklılığından dolayı bazı aylarda eksik veriler bulunmaktadır (Ek-1). Veriler Microsoft Excel programında düzenlenerek önce, yıllık ortalama sıcaklık verileri elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen yıllık ortalama sıcaklık verilerinin tekrar ortalaması alınmış ve son 5 yıllık ortalama sıcaklık verileri elde edilmiştir.

Landsat 7 ETM+ Antalya uydu görüntüsü ve il sınırı layera eklenmiştir. Eklenen bu görüntünün üzerine excel tablosunda hazırlanan istasyonlara ait bilgiler, XY verileri olarak çağırılmıştır. Attribute Table'da doğru bir şekilde gelip gelmediği kontrol edildikten sonra enterpolasyon işlemi yapılmıştır. Toplanan noktasal verilerin alansal dağılımlara dönüştürülebilmesi ve modellenenebilmesi için Krigging yöntemlerine oranla daha hızlı ve kolay olması gerekçesiyle Inverse Distance Weighting (IDW) yöntemi tercih edilmiştir (Tewolde 2010). Çalışmanın sonucunda, istasyonlar ve hesaplanan

ortalama sıcaklık değerleri seçilerek, Antalya il sınırları içerisindeki sıcaklığın dağılımı, yoğunluğa göre haritalanmıştır. Böylelikle, Antalya iline ait Yıllık Ortalama Sıcaklık Haritası elde edilmiştir.

Güneşlenme süresi haritasını oluşturmak için Meteoroloji Genel Müdürlüğü resmi istatistiklerinden faydalanılarak her ilçe için yıllık güneşlenme sürelerinin ortalamaları alınmıştır. Alınan ortalamalar ilçe bazında en azdan en fazla dereceye doğru sınıflandırılmıştır.

3.4.2. Lojistik

Trafo merkezlerine olan uzaklık haritası için Google Earth üzerinden trafo alanları tespit edilerek işaretlenmiştir. Elde edilen veri ArcGIS ortamına aktarılarak 3000, 5000 ve 10000 metre olmak üzere tampon analizi yapılmıştır.

Yerleşim yerlerine olan uzaklık haritası için, uydu görüntüsü üzerinden yerleşim alanları tespit edilmiş ve işaretlenmiştir. İşaretlenen 5000 ve üzeri nüfusa sahip olan ve yeterli altyapıya sahip yerleşim alanları için 1000, 2000 ve 5000 m olmak üzere tampon analizi uygulanmıştır.

Yollara olan uzaklık haritası için Antalya yol verisi temin edilmiştir. Temin edilen veri için 1000, 2000 ve 4000 metrelik tampon analizi yapılmıştır.

3.4.3. Coğrafya

Eğim ve bakı haritalarını oluşturabilmek için öncelikle bir sayısal yükseklik modeli (SYM) verisi temin edilmiştir. Ardından ArcGIS ortamında kriter değerleri doğrultusunda Slope ve Aspect analizleri uygulanarak haritalandırma işlemi yapılmıştır.

Arazi kullanımı haritasının oluşturulabilmesi için Landsat 7 ETM+ uydu görüntüleri işlenmiştir. İşlenen görüntü; yerleşim alanları, su ögeleri, çıplak yüzey, yeşil alan ve tarım alanı olmak üzere 5 sınıfa ayrılmış ve kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Elde edilen haritanın doğruluk oranının hesaplanabilmesi için doğruluk değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu sebeple; önce yerleşim yerleri için harita üzerinde 888 adet örneklem toplanmıştır. Aynı işlem diğer kullanımlar için de uygulanmış olup, 651 adet yeşil alan örnekleme, 1099 adet tarım alanı, 803 adet su ögesi örnekleme ve 641 adet de çıplak yüzey örnekleme toplanmıştır. Daha sonra elde edilen noktaların hata matrisi hesaplanmıştır. Matriste önce her satır için toplama işlemi yapılmış ve toplam değerleri kendi içerisinde toplanmıştır. Ardından özellik tablosunda çapraz şekilde inilerek kesişim değerleri toplanmıştır. Son olarak kesişim değerlerinin toplamı, toplam değere bölünmüş ve doğruluk oranı %86 olarak bulunmuştur.

3.5. Ağırlıklı Çakıştırma Analizi

Ağırlıklı Çakıştırma Analizi, elde edilen kriter ağırlıkları ile kriter haritalarının birbiri ile çakıştırılması sonucu elde edilmiştir. Bunun için öncelikle, çalışmadaki her

bir kriter için belirlenen değer aralığı çerçevesinde uygunluk derecesine göre sınıflandırma yapılmıştır. Yapılan sınıflandırma sonucunda yön, ölçek ve lejant eklenerek haritalar elde edilmiştir. Elde edilen haritalar ArcGIS yazılımındaki Weighted Overlay ile analiz edilmiş ve AHS ile elde edilen ağırlık değerleri yüzde değer cinsinden girilerek, önce ana kriterler kendi içlerinde karşılaştırılmıştır. Daha sonra ana kriterler birbirleri ile ağırlıklı olarak karşılaştırılmışlardır.

Yapılan çalışmanın sonunda da kısıtlayıcıların maskelenmesiyle, yerleşilebilen alanları gösteren uygunluk haritası elde edilmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Güneş parametreleri, lojistik ve coğrafya ana kriterlerine ve bu kriterlere ait alt kriterlere AHS uygulanmıştır. Tüm kriterler için ulusal ve uluslararası literatür verileri yanında Uzaktan Algılama, Harita Mühendisliği, Jeoloji Mühendisliği, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Makine Mühendisliği ve Şehir ve Bölge Planlama alanlarından 7 adet uzmana, kriterlerin birbirlerine göre olan önem derecelerini belirlemek adına form sunulmuş (Ek-2) ve görüşleri alınmıştır.

4.1. Güneş Parametreleri Ana Kriterine Ait Uzman Görüşleri

AHS, ilk önce yıllık ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), güneşlenme süresi (Sa.) ve güneş radyasyonu ($\text{kWh/m}^2\text{-yıl}$) alt kriterlerinin ana kriteri olan güneş parametreleri kriterine uygulanmıştır. Bu kapsamda çizelge 4.1, çizelge 4.2, çizelge 4.3, çizelge 4.4, çizelge 4.5 ve çizelge 4.6'da görüldüğü üzere toplamda 6 adet uzman görüşü alınmıştır.

Çizelge 4.1. Uzman 1'in güneş parametreleri kriterleri için görüşü

İKM	Güneş radyasyonu ($\text{kWh/m}^2\text{-yıl}$)	Yıllık ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	1.000	5.000	0.333
Yıllık ortalama sıcaklık	0.200	1.000	0.333
Güneşlenme süresi	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.533	9.000	1.667
NKM	Güneş radyasyonu ($\text{kWh/m}^2\text{-yıl}$)	Yıllık ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	0.652	0.556	0.200
Yıllık ortalama sıcaklık	0.130	0.111	0.200
Güneşlenme süresi	0.217	0.333	0.600
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş radyasyonu	0.469	1.333	2.841
Yıllık ortalama sıcaklık	0.417	0.369	2.506
Güneşlenme süresi	0.384	0.982	2.559
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=2.635$	TG=-0.182	TO=-0.314

Çizelge 4.2. Uzman 2'nin güneş parametreleri kriterleri için görüşü

İKM	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	1.000	0.333	0.200
Yıllık ortalama sıcaklık	3.000	1.000	0.333
Güneşlenme süresi	5.000	0.333	1.000
Toplam	9.000	1.667	1.533
NKM	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	0.111	0.200	0.130
Yıllık ortalama sıcaklık	0.333	0.600	0.217
Güneşlenme süresi	0.556	0.200	0.652
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş radyasyonu	0.147	0.369	2.506
Yıllık ortalama sıcaklık	0.384	0.982	2.559
Güneşlenme süresi	0.469	1.333	2.841
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=2.635$	TG=-0.182	TO=-0.314

Çizelge 4.3. Uzman 3'nin güneş parametreleri kriterleri için görüşü

İKM	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	1.000	5.000	0.200
Yıllık ortalama sıcaklık	0.200	1.000	0.333
Güneşlenme süresi	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.533	9.000	1.533
NKM	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	0.652	0.556	0.130
Yıllık ortalama sıcaklık	0.130	0.111	0.217
Güneşlenme süresi	0.217	0.333	0.652
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş radyasyonu	0.446	1.291	2.895
Yıllık ortalama sıcaklık	0.153	0.376	2.457
Güneşlenme süresi	0.401	1.009	2.515
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=2.622$	TG=-0.189	TO=-0.326

Çizelge 4.4. Uzman 4'ün güneş parametreleri kriterleri için görüşü

İKM	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	1.000	7.000	3.000
Yıllık ortalama sıcaklık	0.143	1.000	0.333
Güneşlenme süresi	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.476	11.000	4.333
NKM	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	0.677	0.636	0.692
Yıllık ortalama sıcaklık	0.097	0.091	0.077
Güneşlenme süresi	0.226	0.273	0.231
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş radyasyonu	0.669	2.015	3.014
Yıllık ortalama sıcaklık	0.088	0.265	3.002
Güneşlenme süresi	0.243	0.731	3.005
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.007$	TG=0.004	TO=0.006

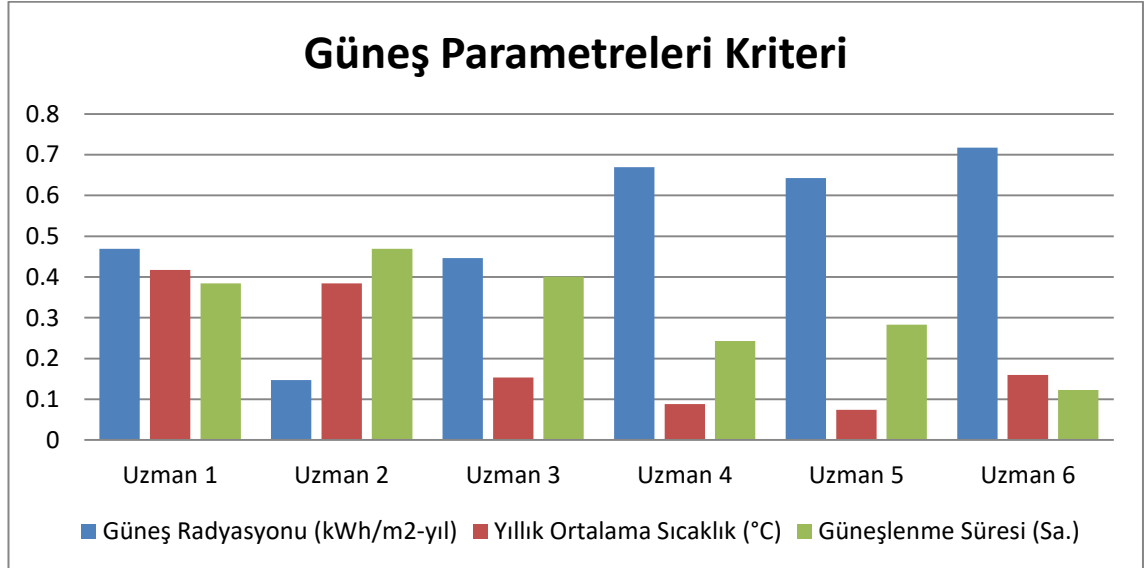
Çizelge 4.5. Uzman 5'in güneş parametreleri kriterleri için görüşü

İKM	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	1.000	7.000	3.000
Yıllık ortalama sıcaklık	0.143	1.000	0.200
Güneşlenme süresi	0.333	5.000	1.000
Toplam	1.476	13.000	4.200
NKM	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	0.677	0.538	0.714
Yıllık ortalama sıcaklık	0.097	0.077	0.048
Güneşlenme süresi	0.226	0.385	0.238
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş radyasyonu	0.643	2.008	3.121
Yıllık ortalama sıcaklık	0.074	0.222	3.013
Güneşlenme süresi	0.283	0.866	3.062
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.066$	TG=0.033	TO=0.056

Çizelge 4.6. Uzman 6'nın güneş parametreleri kriterleri için görüşü

İKM	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	1.000	3.000	5.000
Yıllık ortalama sıcaklık	0.333	1.000	0.200
Güneşlenme süresi	0.200	0.333	1.000
Toplam	1.533	4.333	6.200
NKM	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	Yıllık ortalama sıcaklık	Güneşlenme süresi (Sa.)
Güneş radyasyonu	0.652	0.692	0.806
Yıllık ortalama sıcaklık	0.217	0.231	0.032
Güneşlenme süresi	0.130	0.077	0.161
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş radyasyonu	0.717	1.182	2.527
Yıllık ortalama sıcaklık	0.160	0.424	2.646
Güneşlenme süresi	0.123	0.320	2.601
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=2.591$	TG=-0.204	TO=-0.352

Güneş parametreleri kriteri için elde edilen ağırlık verilerden yola çıkılarak öncelikle uzmanların birbirlerine göre olan görüşleri grafik halinde şekillendirilmiştir (Şekil 4.1).

**Şekil 4.1.** Güneş parametreleri ana kriteri için uzman görüşlerinin karşılaştırması

Ardından, alınan uzman görüşlerinin aritmetik ortalaması alınmıştır. güneş parametreleri kriterleri arasında ağırlığı en fazla olanın 0.515 ağırlıkla güneş radyasyonu olduğu, ikinci sırada 0.317 ağırlık ile güneşlenme süresinin geldiği ve

üçüncü olarak da 0.212 ağırlık ile yıllık ortalama sıcaklık olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Güneş parametreleri ana kriteri için uzman görüşlerinin aritmetik ortalamaları

Uzmanlar	Güneş radyasyonunun ağırlığı	Yıllık ortalama sıcaklığın ağırlığı	Güneşlenme süresinin ağırlığı
Uzman 1	0.469	0.417	0.384
Uzman 2	0.147	0.384	0.469
Uzman 3	0.446	0.153	0.401
Uzman 4	0.669	0.088	0.243
Uzman 5	0.643	0.074	0.283
Uzman 6	0.717	0.160	0.123
Aritmetik ortalama	0.515	0.212	0.317

4.2. Lojistik Ana Kriterine Ait Uzman Görüşleri

Güneş parametreleri kriterleri için AHS tamamlandıktan sonra, aynı işlemler lojistik ana kriteri için de uygulanmıştır ve çizelge 4.8, çizelge 4.9, çizelge 4.10, çizelge 4.11, çizelge 4.12, çizelge 4.13 ve çizelge 4.14'te görüldüğü üzere ağırlık değerlerine ulaşılmış ve hepsinin tutarlılık oranı da 0.1'in üzerinde yani tutarlı olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Uzman 1'nin lojistik kriterleri için görüşü

İKM	Trafolarla olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolarla olan uzaklık	1.000	5.000	0.333
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.200	1.000	0.333
Yollara olan uzaklık	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.533	9.000	1.667
NKM	Trafolarla olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolarla olan uzaklık	0.652	0.556	0.200
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.130	0.111	0.200
Yollara olan uzaklık	0.217	0.333	0.600
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Trafolarla olan uzaklık	0.469	1.333	2.841
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.417	0.369	2.506
Yollara olan uzaklık	0.384	0.982	2.559
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=2.635$	TG=-0.182	TO=-0.314

Çizelge 4.9. Uzman 2'nin lojistik kriterleri için görüşü

İKM	Trafolara olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolara olan uzaklık	1.000	0.333	3.000
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	3.000	1.000	5.000
Yollara olan uzaklık	0.333	0.200	1.000
Toplam	4.333	1.533	9.000
NKM	Trafolara olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolara olan uzaklık	0.231	0.217	0.333
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.692	0.652	0.556
Yollara olan uzaklık	0.077	0.130	0.111
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Trafolara olan uzaklık	0.260	0.790	3.033
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.633	0.652	3.072
Yollara olan uzaklık	0.106	0.130	3.011
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.039$	TG=0.019	TO=0.033

Çizelge 4.10. Uzman 3'ün lojistik kriterleri için görüşü

İKM	Trafolara olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolara olan uzaklık	1.000	5.000	3.000
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.200	1.000	0.333
Yollara olan uzaklık	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.533	9.000	4.333
NKM	Trafolara olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolara olan uzaklık	0.652	0.556	0.692
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.130	0.111	0.077
Yollara olan uzaklık	0.217	0.333	0.231
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Trafolara olan uzaklık	0.633	1.946	3.072
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.106	0.320	3.011
Yollara olan uzaklık	0.260	0.790	3.033
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.039$	TG=0.019	TO=0.033

Çizelge 4.11. Uzman 4'ün lojistik kriterleri için görüşü

İKM	Trafolarla olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolarla olan uzaklık	1.000	5.000	0.333
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.200	1.000	0.333
Yollara olan uzaklık	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.533	9.000	1.667
NKM	Trafolarla olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolarla olan uzaklık	0.652	0.556	0.200
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.130	0.111	0.200
Yollara olan uzaklık	0.217	0.333	0.600
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Trafolarla olan uzaklık	0.469	1.333	2.841
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.417	0.369	2.506
Yollara olan uzaklık	0.384	0.982	2.559
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=2.635$	TG=-0.182	TO=-0.314

Çizelge 4.12. Uzman 5'in lojistik kriterleri için görüşü

İKM	Trafolarla olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolarla olan uzaklık	1.000	5.000	3.000
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.200	1.000	0.333
Yollara olan uzaklık	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.533	9.000	4.333
NKM	Trafolarla olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolarla olan uzaklık	0.652	0.556	0.692
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.130	0.111	0.077
Yollara olan uzaklık	0.217	0.333	0.231
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Trafolarla olan uzaklık	0.633	1.946	3.072
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.106	0.320	3.011
Yollara olan uzaklık	0.260	0.790	3.033
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.039$	TG=0.019	TO=0.033

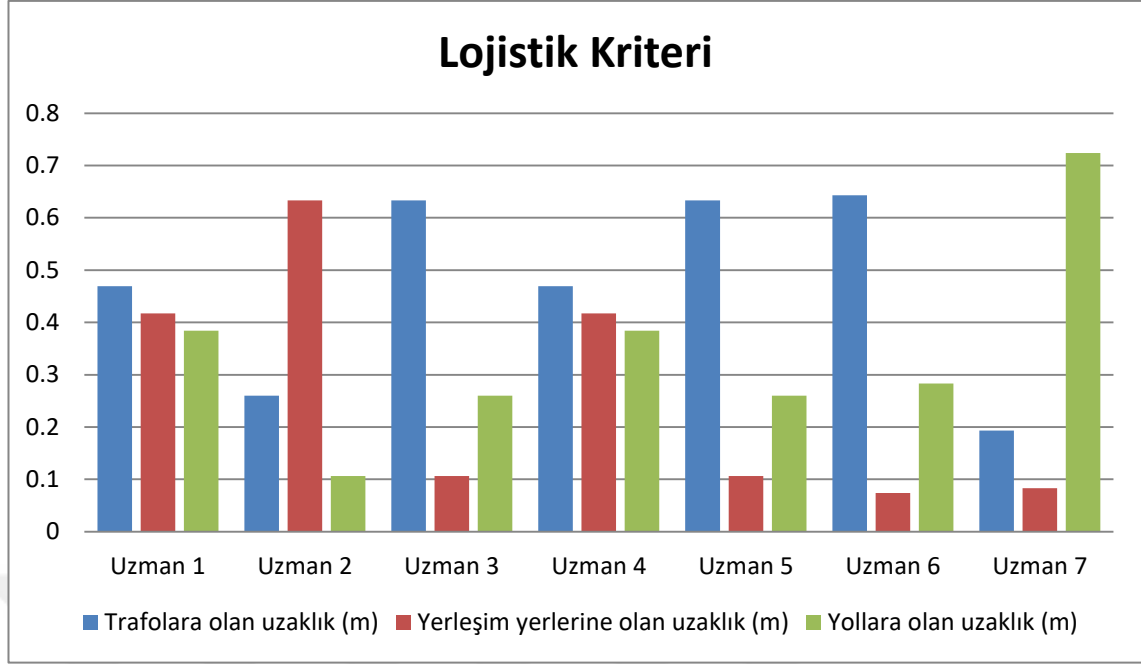
Çizelge 4.13. Uzman 6'nın lojistik kriterleri için görüşü

İKM	Trafolara olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolara olan uzaklık	1.000	7.000	3.000
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.143	1.000	0.200
Yollara olan uzaklık	0.333	5.000	1.000
Toplam	1.476	13.000	4.200
NKM	Trafolara olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolara olan uzaklık	0.677	0.538	0.714
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.097	0.077	0.048
Yollara olan uzaklık	0.226	0.385	0.238
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Trafolara olan uzaklık	0.643	2.008	3.121
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.074	0.222	3.013
Yollara olan uzaklık	0.283	0.866	3.062
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.066$	TG=0.033	TO=0.056

Çizelge 4.14. Uzman 7'nin lojistik kriterleri için görüşü

İKM	Trafolara olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolara olan uzaklık	1.000	3.000	0.200
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.333	1.000	0.143
Yollara olan uzaklık	5.000	7.000	1.000
Toplam	6.333	11.000	1.343
NKM	Trafolara olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Trafolara olan uzaklık	0.158	0.273	0.149
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.053	0.091	0.106
Yollara olan uzaklık	0.789	0.636	0.745
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Trafolara olan uzaklık	0.193	0.588	3.043
Yerleşim yerlerine olan uzaklık	0.083	0.251	3.014
Yollara olan uzaklık	0.724	2.273	3.141
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.066$	TG=0.033	TO=0.057

İkinci ana kriter olan lojistik kriteri için elde edilen verilerden yola çıkılarak uzmanların birbirlerine göre olan görüşleri grafik halinde şekillendirilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Lojistik ana kriteri için uzman görüşlerinin karşılaştırması

Ardından lojistik ana kriteri ağırlıkları için uzman görüşlerinin aritmetik ortalaması alınmıştır. Alınan ortalamalar sonucunda trafolara olan uzaklığın ağırlığı 0.470 olup en fazla olan ağırlık değeridir. İkinci sırada 0.343 ağırlık değeriyle yollara olan uzaklık gelmektedir ve sonuncu ağırlık değeri 0.262 olarak yerleşim yerlerine olan uzaklıktır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Lojistik ana kriteri için uzman görüşlerinin aritmetik ortalamaları

Uzmanlar	Trafolara olan uzaklık (m)	Yerleşim yerlerine olan uzaklık (m)	Yollara olan uzaklık (m)
Uzman 1	0.469	0.417	0.384
Uzman 2	0.260	0.633	0.106
Uzman 3	0.633	0.106	0.260
Uzman 4	0.469	0.417	0.384
Uzman 5	0.633	0.106	0.260
Uzman 6	0.643	0.074	0.283
Uzman 7	0.193	0.083	0.724
Aritmetik ortalama	0.470	0.262	0.343

4.3. Coğrafya Ana Kriterine Ait Uzman Görüşleri

Eğim (%), arazi kullanımı, bakı ve yükseklik (m) alt kriterlerinin birbirlerine göre olan önem dereceleri için 7 adet uzman tarafından görüş alınmıştır. Alınan görüşler; çizelge 4.16, çizelge 4.17, çizelge 4.18, çizelge 4.19, çizelge 4.20, çizelge 4.21 ve çizelge 4.22’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Uzman 1'in coğrafya kriterleri için görüşü

İKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	1.000	0.333	0.333	0.200
Arazi kullanımı	0.333	1.000	0.200	0.143
Bakı	3.000	5.000	1.000	0.333
Yükseklik	5.000	7.000	3.000	1.000
Toplam	9.333	16.000	4.533	1.676
NKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	0.107	0.188	0.074	0.119
Arazi kullanımı	0.036	0.063	0.044	0.085
Bakı	0.321	0.313	0.221	0.99
Yükseklik	0.536	0.438	0.662	0.597
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2	
Eğim	0.122	0.492	4.036	
Arazi kullanımı	0.057	0.230	4.041	
Bakı	0.263	1.099	4.175	
Yükseklik	0.558	2.356	4.222	
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=4.118$	TG=0.039	TO=0.044	

Çizelge 4.17. Uzman 2'nin coğrafya kriterleri için görüşü

İKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	1.000	0.143	0.200	0.200
Arazi kullanımı	7.000	1.000	3.000	3.000
Bakı	5.000	0.333	1.000	1.000
Yükseklik	5.000	0.333	1.000	1.000
Toplam	18.000	1.810	5.200	5.200
NKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	0.056	0.079	0.038	0.038
Arazi kullanımı	0.389	0.553	0.577	0.577
Bakı	0.278	0.184	0.192	0.192
Yükseklik	0.278	0.184	0.192	0.192
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2	
Eğim	0.053	0.212	4.018	
Arazi kullanımı	0.524	2.164	4.131	
Bakı	0.212	0.862	4.074	
Yükseklik	0.212	0.862	4.074	
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=4.074$	TG=0.025	TO=0.027	

Çizelge 4.18. Uzman 3'ün coğrafya kriterleri için görüşü

İKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	1.000	0.143	0.200	0.200
Arazi kullanımı	7.000	1.000	3.000	3.000
Bakı	5.000	0.333	1.000	1.000
Yükseklik	5.000	0.333	1.000	1.000
Toplam	18.000	1.810	5.200	5.200
NKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	0.056	0.079	0.038	0.038
Arazi kullanımı	0.389	0.553	0.577	0.577
Bakı	0.278	0.184	0.192	0.192
Yükseklik	0.278	0.184	0.192	0.192
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2	
Eğim	0.053	0.212	4.018	
Arazi kullanımı	0.524	2.164	4.131	
Bakı	0.212	0.862	4.074	
Yükseklik	0.212	0.862	4.074	
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=4.074$	TG=0.025	TO=0.027	

Çizelge 4.19. Uzman 4'ün coğrafya kriterleri için görüşü

İKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	1.000	3.000	5.000	0.333
Arazi kullanımı	0.333	1.000	3.000	0.333
Bakı	0.200	0.333	1.000	0.143
Yükseklik	3.000	3.000	7.000	1.000
Toplam	4.533	7.333	16.000	1.810
NKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	0.221	0.409	0.313	0.184
Arazi kullanımı	0.074	0.136	0.188	0.184
Bakı	0.044	0.045	0.063	0.079
Yükseklik	0.662	0.409	0.438	0.553
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2	
Eğim	0.282	1.178	4.184	
Arazi kullanımı	0.145	0.584	4.018	
Bakı	0.058	0.236	4.089	
Yükseklik	0.515	2.201	4.271	
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=4.141$	TG=0.047	TO=0.052	

Çizelge 4.20. Uzman 5'in coğrafya kriterleri için görüşü

İKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	1.000	0.200	0.143	0.333
Arazi kullanımı	5.000	1.000	0.333	3.000
Bakı	7.000	3.000	1.000	5.000
Yükseklik	3.000	0.333	0.200	1.000
Toplam	16.000	4.533	1.676	9.333
NKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	0.063	0.044	0.085	0.036
Arazi kullanımı	0.313	0.221	0.199	0.321
Bakı	0.438	0.662	0.597	0.536
Yükseklik	0.188	0.074	0.119	0.107
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2	
Eğim	0.057	0.230	4.041	
Arazi kullanımı	0.263	1.099	4.175	
Bakı	0.558	2.356	4.222	
Yükseklik	0.122	0.492	4.036	
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=4.118$	TG=0.039	TO=0.044	

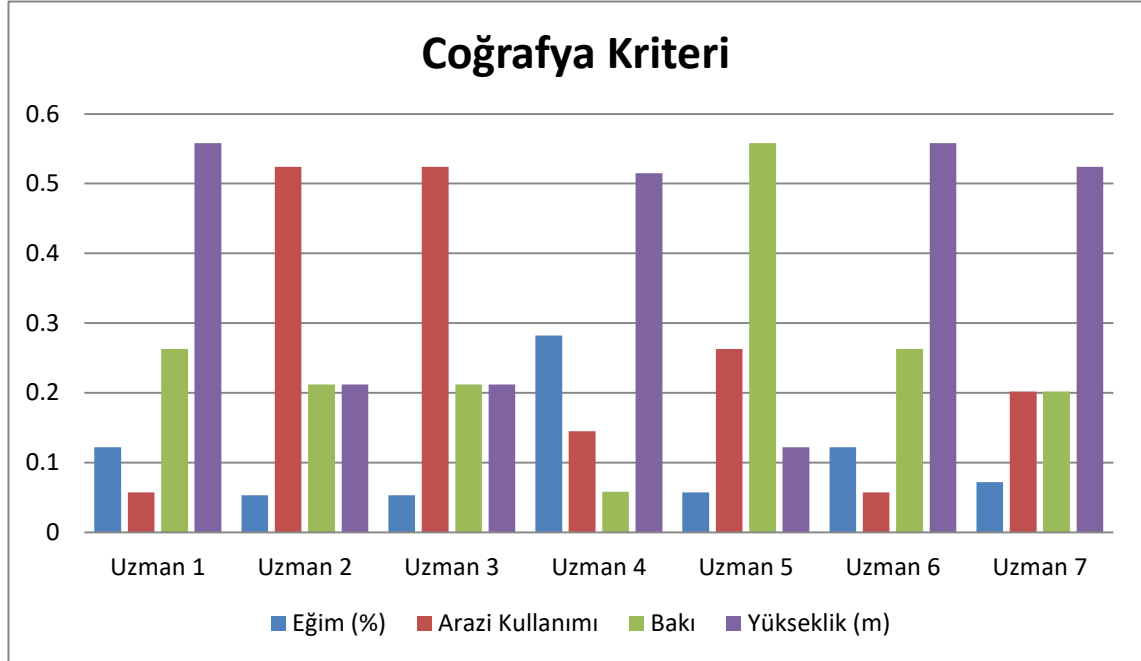
Çizelge 4.21. Uzman 6'nın coğrafya kriterleri için görüşü

İKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	1.000	0.333	0.333	0.200
Arazi kullanımı	0.333	1.000	0.200	0.143
Bakı	3.000	5.000	1.000	0.333
Yükseklik	5.000	7.000	3.000	1.000
Toplam	9.333	16.000	4.533	1.676
NKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	0.107	0.188	0.074	0.119
Arazi kullanımı	0.036	0.063	0.044	0.085
Bakı	0.321	0.313	0.221	0.99
Yükseklik	0.536	0.438	0.662	0.597
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2	
Eğim	0.122	0.492	4.036	
Arazi kullanımı	0.057	0.230	4.041	
Bakı	0.263	1.099	4.175	
Yükseklik	0.558	2.356	4.222	
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=4.118$	TG=0.039	TO=0.044	

Çizelge 4.22. Uzman 7'nin coğrafya kriterleri için görüşü

İKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	1.000	0.333	0.333	0.143
Arazi kullanımı	3.000	1.000	1.000	0.333
Bakı	3.000	1.000	1.000	0.333
Yükseklik	5.000	3.000	3.000	1.000
Toplam	12.000	5.333	5.333	1.810
NKM	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Eğim	0.083	0.063	0.063	0.079
Arazi kullanımı	0.250	0.188	0.188	0.184
Bakı	0.250	0.188	0.188	0.184
Yükseklik	0.417	0.563	0.563	0.553
Toplam	1.000	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2	
Eğim	0.072	0.281	3.919	
Arazi kullanımı	0.202	0.795	3.928	
Bakı	0.202	0.795	3.928	
Yükseklik	0.524	2.096	4.004	
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.945$	TG=-0.018	TO=-0.020	

Son ana kriter olan coğrafya kriteri için elde edilen verilerden yola çıkılarak uzmanların birbirlerine göre olan görüşleri grafik halinde şekillendirilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Coğrafya ana kriteri için uzman görüşlerinin karşılaştırması

Eğim, arazi kullanımı, bakı ve yükseklik alt kriterlerini barındıran coğrafya ana kriteri için alınan uzman görüşleri doğrultusunda kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Belirlenen ağırlık değerleri arasında 0.385 ile yükseklik kriterinin en yüksek ağırlık değerine sahip olduğu görünmektedir ve bu sırayı 0.253 ile arazi kullanımı, 0.252 ile bakı, 0.109 ile eğim kriterleri takip etmektedir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Coğrafya ana kriteri için uzman görüşlerinin aritmetik ortalamaları

Uzmanlar	Eğim (%)	Arazi Kullanımı	Bakı	Yükseklik (m)
Uzman 1	0.122	0.057	0.263	0.558
Uzman 2	0.053	0.524	0.212	0.212
Uzman 3	0.053	0.524	0.212	0.212
Uzman 4	0.282	0.145	0.058	0.515
Uzman 5	0.057	0.263	0.558	0.122
Uzman 6	0.122	0.057	0.263	0.558
Uzman 7	0.072	0.202	0.202	0.524
Aritmetik ortalama	0.109	0.253	0.252	0.385

4.4. Ana Kriterlere Ait Uzman Görüşleri

Güneş parametreleri, lojistik ve coğrafya ana kriterlerinin birbirine olan önem dereceleri için 7 uzmanın görüşü alınmıştır. Alınan görüşler sırasıyla Çizelge 4.24, çizelge 4.25, çizelge 4.26, çizelge 4.27, çizelge 4.28, çizelge 4.29 ve çizelge 4.30'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.24. Uzman 1'in ana kriterler için görüşü

İKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	1.000	5.000	3.000
Lojistik	0.200	1.000	0.333
Coğrafya	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.533	9.000	4.333
NKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	0.652	0.556	0.692
Lojistik	0.130	0.111	0.077
Coğrafya	0.217	0.333	0.231
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş parametreleri	0.633	1.946	3.072
Lojistik	0.106	0.320	3.011
Coğrafya	0.260	0.790	3.033
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.039$	TG=0.019	TO=0.033

Çizelge 4.25. Uzman 2'nin ana kriterler için görüşü

İKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	1.000	5.000	0.333
Lojistik	0.200	1.000	0.333
Coğrafya	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.533	9.000	1.667
NKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	0.652	0.556	0.200
Lojistik	0.130	0.111	0.200
Coğrafya	0.217	0.333	0.600
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş parametreleri	0.469	1.333	2.841
Lojistik	0.417	0.369	2.506
Coğrafya	0.384	0.982	2.559
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=2.635$	TG=-0.182	TO=-0.314

Çizelge 4.26. Uzman 3'ün ana kriterler için görüşü

İKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	1.000	5.000	0.333
Lojistik	0.200	1.000	0.333
Coğrafya	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.533	9.000	1.667
NKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	0.652	0.556	0.200
Lojistik	0.130	0.111	0.200
Coğrafya	0.217	0.333	0.600
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş parametreleri	0.469	1.333	2.841
Lojistik	0.417	0.369	2.506
Coğrafya	0.384	0.982	2.559
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=2.635$	TG=-0.182	TO=-0.314

Çizelge 4.27. Uzman 4'ün ana kriterler için görüşü

İKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	1.000	5.000	3.000
Lojistik	0.200	1.000	0.333
Coğrafya	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.533	9.000	4.333
NKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	0.652	0.556	0.692
Lojistik	0.130	0.111	0.077
Coğrafya	0.217	0.333	0.231
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş parametreleri	0.633	1.946	3.072
Lojistik	0.106	0.320	3.011
Coğrafya	0.260	0.790	3.033
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.039$	TG=0.019	TO=0.033

Çizelge 4.28. Uzman 5'in ana kriterler için görüşü

İKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	1.000	5.000	0.333
Lojistik	0.200	1.000	0.333
Coğrafya	0.333	3.000	1.000
Toplam	1.533	9.000	1.667
NKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	0.652	0.556	0.200
Lojistik	0.130	0.111	0.200
Coğrafya	0.217	0.333	0.600
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş parametreleri	0.469	1.333	2.841
Lojistik	0.417	0.369	2.506
Coğrafya	0.384	0.982	2.559
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=2.635$	TG=-0.182	TO=-0.314

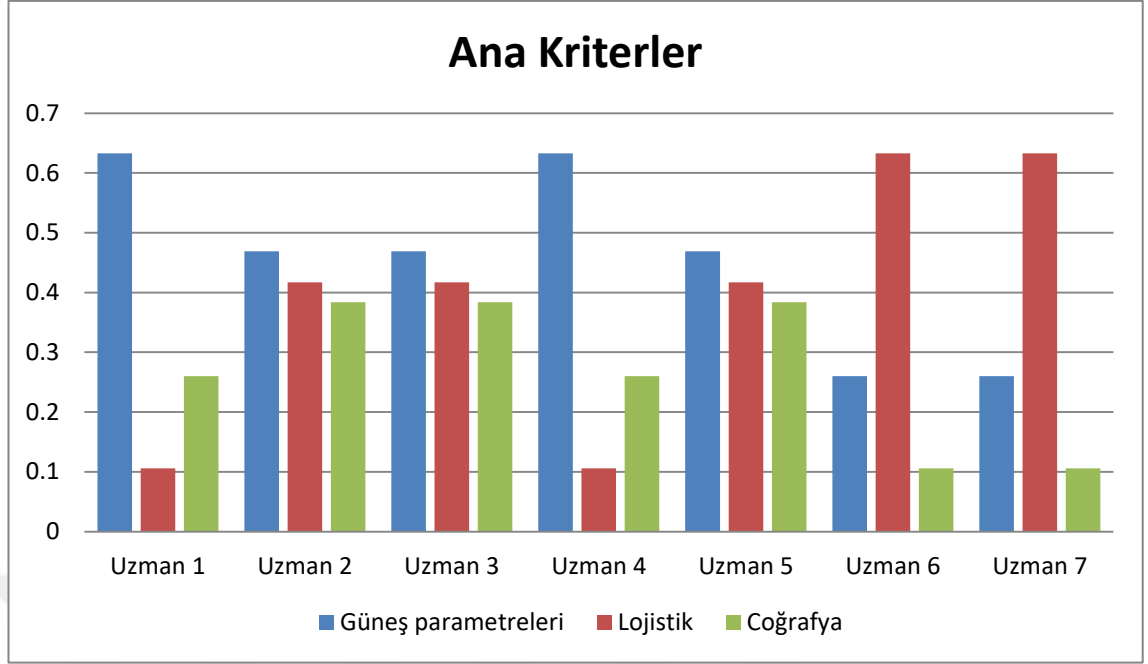
Çizelge 4.29. Uzman 6'nın ana kriterler için görüşü

İKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	1.000	0.333	3.000
Lojistik	3.000	1.000	5.000
Coğrafya	0.333	0.200	1.000
Toplam	4.333	1.533	9.000
NKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	0.231	0.217	0.333
Lojistik	0.692	0.652	0.556
Coğrafya	0.077	0.130	0.111
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş parametreleri	0.260	0.790	3.033
Lojistik	0.633	0.652	3.072
Coğrafya	0.106	0.130	3.011
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.039$	TG=0.019	TO=0.033

Çizelge 4.30. Uzman 7'nin ana kriterler için görüşü

İKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	1.000	0.333	3.000
Lojistik	3.000	1.000	5.000
Coğrafya	0.333	0.200	1.000
Toplam	4.333	1.533	9.000
NKM	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Güneş parametreleri	0.231	0.217	0.333
Lojistik	0.692	0.652	0.556
Coğrafya	0.077	0.130	0.111
Toplam	1.000	1.000	1.000
Ağırlıklandırma	Ağırlıklar	Vektör 1	Vektör 2
Güneş parametreleri	0.260	0.790	3.033
Lojistik	0.633	0.652	3.072
Coğrafya	0.106	0.130	3.011
Tutarlılık	$\lambda_{\max}=3.039$	TG=0.019	TO=0.033

Uzman görüşlerince belirlenen, ana kriterlerin birbirlerine göre olan ağırlıkları önce grafik halinde karşılaştırılmıştır (Şekil 4.4). Daha sonra aritmetik ortalaması alınmıştır. Alınan ortalama sonucunda ana kriterler arasında 0.456 ile güneş parametreleri kriteri en önemli kriter olarak belirlenmiştir. İkinci sırada 0.389 ağırlık ile lojistik kriteri gelmektedir ve üçüncü sırada da 0.269 ağırlık değeri ile coğrafya kriterinin geldiği bulunmuştur (Çizelge 4.31).



Şekil 4.4. Ana kriterler için uzman görüşlerinin karşılaştırması

Çizelge 4.31. Ana kriterler için uzman görüşlerinin aritmetik ortalamaları

Uzmanlar	Güneş parametreleri	Lojistik	Coğrafya
Uzman 1	0.633	0.106	0.260
Uzman 2	0.469	0.417	0.384
Uzman 3	0.469	0.417	0.384
Uzman 4	0.633	0.106	0.260
Uzman 5	0.469	0.417	0.384
Uzman 6	0.260	0.633	0.106
Uzman 7	0.260	0.633	0.106
Aritmetik ortalama	0.456	0.389	0.269

4.5. Kriterlerin uygunluk sınıflandırması

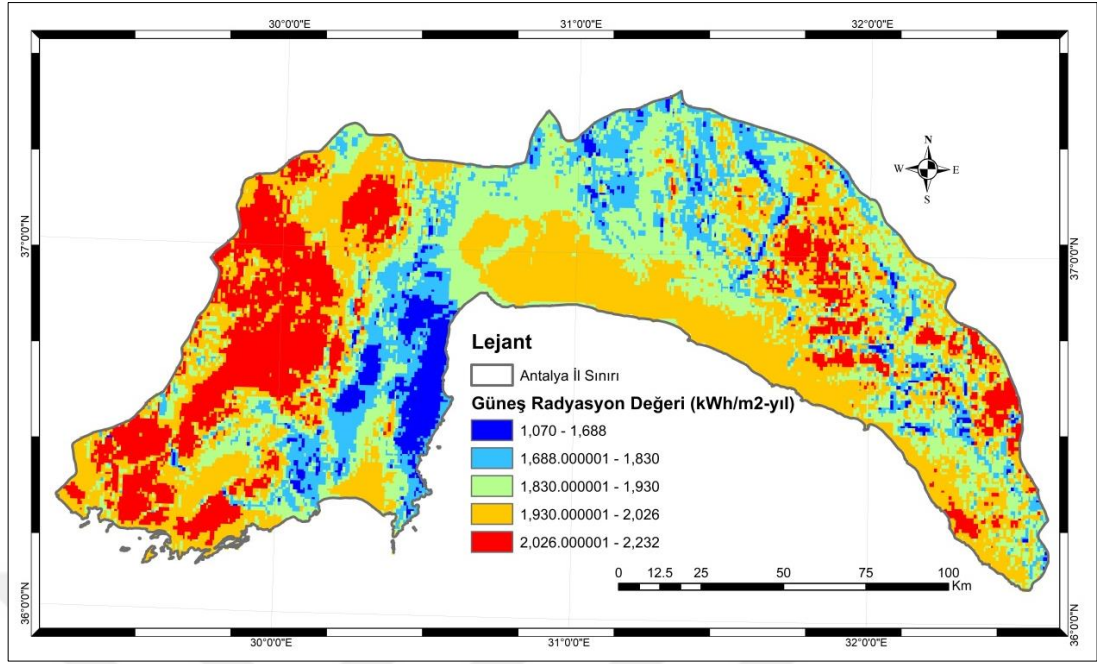
Literatür verileri ve uzman görüşleri doğrultusunda belirlenen kriterler ve ağırlıklarına göre elde edilen uygunluk sınıfları Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Kriterler ve değerleri

Kriter	Alt kriter	Değerler	Tanımlar
Güneş parametreleri	Güneş radyasyonu (kWh/m ² -yıl)	1.070-1.688	En az uygun
		1.689-1.830	Az uygun
		1.831-1.930	Orta
		1.931-2.026	Uygun
		2.027-2.232	En uygun
	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	<15	En z uygun
		15.1 – 17	Az uygun
		17.1 – 19	Orta
		19.1 - 21	Uygun
		21.1<	En uygun
	Güneşlenme süresi (Sa.)	8.00-8.12	En az uygun
		8.13-8.22	Az uygun
		8.23-8.32	Orta
		8.33-8.42	Uygun
		8.43-8.52	En uygun
Lojistik	Trafolarla olan uzaklık (m)	0-3000	Çok uygun
		3001-5000	Uygun
		5001-10000	Az uygun
	Yerleşim alanlarına olan uzaklık (m)	0-1000	Çok uygun
		1001 – 2000	Uygun
		2001 – 5000	Az uygun
	Yollara olan uzaklık (m)	0-1000	Çok uygun
		1001-2000	Uygun
		2001-4000	Az uygun
Coğrafya	Eğim (%)	%0-5	Çok uygun
		%5.1-10	Uygun
		%10.1+	Az uygun
	Bakı	Kuzey	En az uygun
		Doğu - Batı	Az uygun
		Güney	Uygun

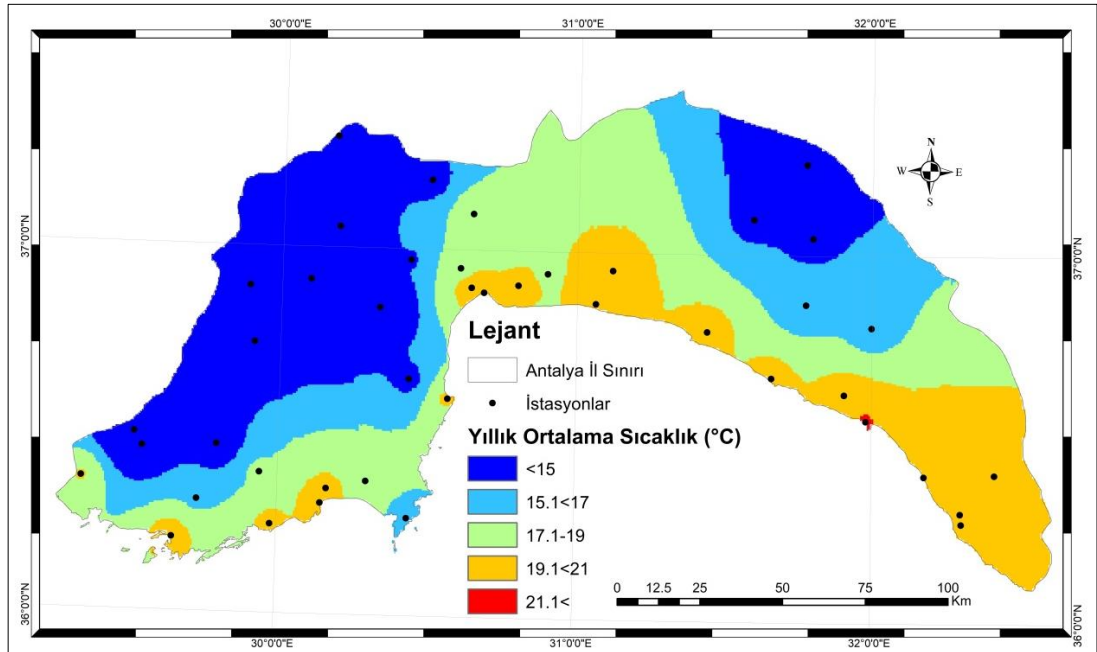
Daha sonra kriterlerin haritalandırılması işlemi yapılmıştır. Bu doğrultuda, elde edilen verilerden; solar radyasyon (Şekil 4.1), yıllık ortalama sıcaklık (Şekil 4.2), güneşlenme süresi (Şekil 4.3), trafolarla olan uzaklık (Şekil 4.4), yerleşim alanlarına olan uzaklık (Şekil 4.5), ana yollara olan uzaklık (Şekil 4.6), eğim (Şekil 4.7), bakı (Şekil 4.8), arazi kullanımı (Şekil 4.9) ve yükseklik (Şekil 4.10) haritaları oluşturulmuştur.

Güneş Radyasyon Haritasında görüldüğü üzere, ilin oldukça fazla bir potansiyele sahip olduğunu söylemek mümkündür. Genel olarak 1620 kWh/m²-yıl üzerinde olan değerler, özellikle kentin batısında yükselmektedir. Kısmen kentin güney kesimleri ve doğusunda da yüksek potansiyelli alanlar olduğu görülmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Güneş Radyasyon Haritası

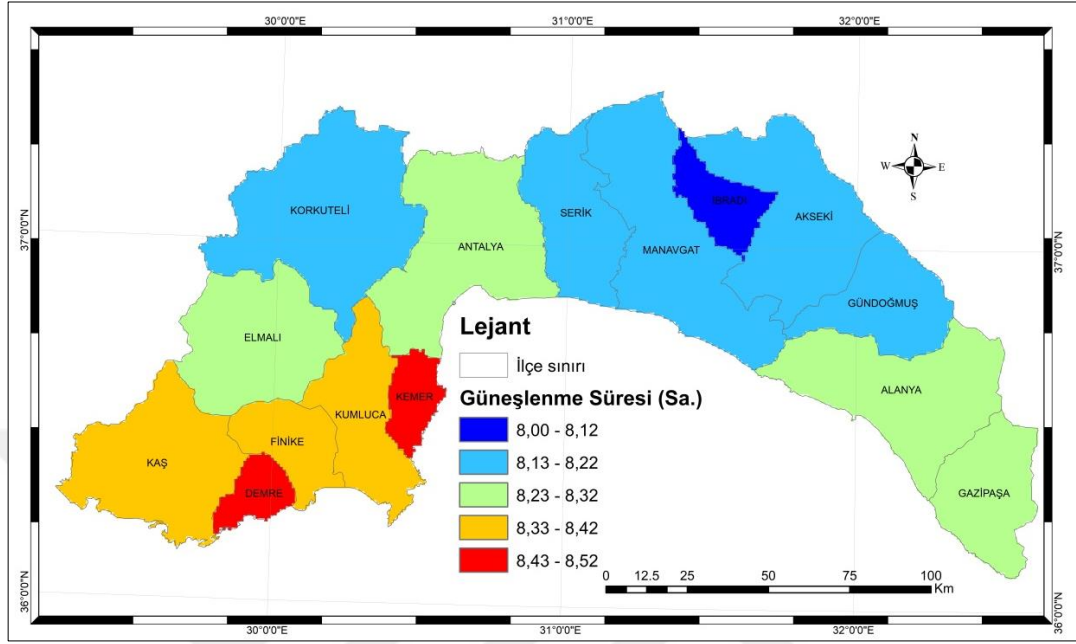
Antalya Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulan Yıllık Ortalama Sıcaklık Haritası'nda görüldüğü üzere kentin özellikle kıyı kesimlerinde değerlerin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Denizelliğin ve yüksekliğin etkisiyle güney kısımları daha sıcak olan kentin kuzeybatısında ve kısmen kuzeydoğusunda, yüksekliğin etkisiyle daha düşük sıcaklıklar görülmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Yıllık Ortalama Sıcaklık Haritası

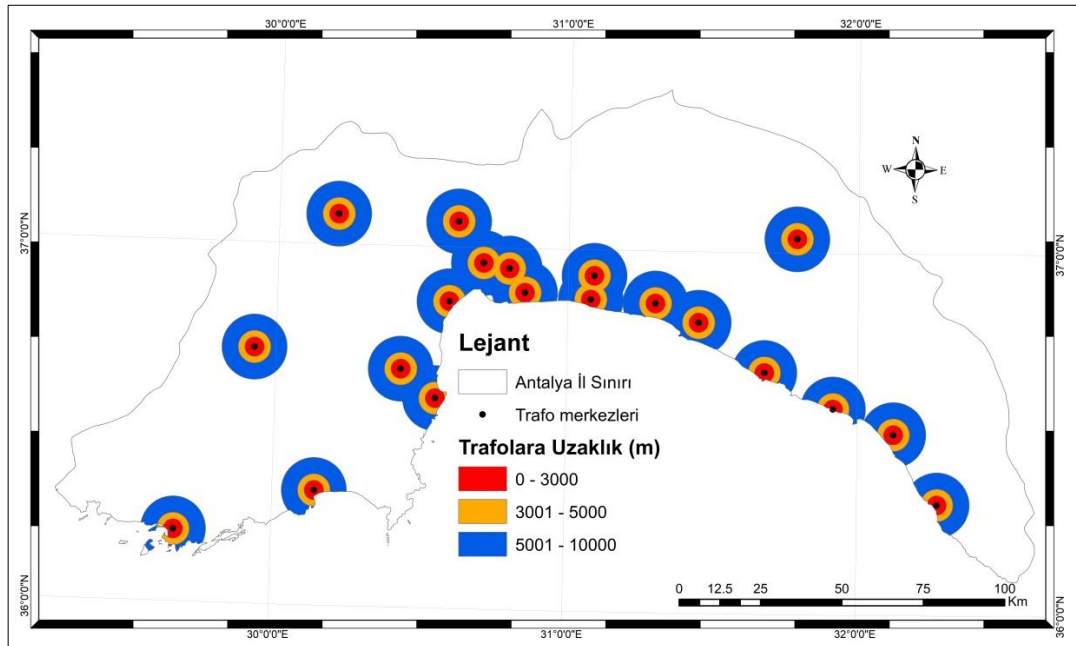
İlçe bazında oluşturulan Güneşlenme Süresi Haritası'nda, özellikle Kale ve

Kemer ilçelerinde güneşlenme süresinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Kaş, Finike ve Kumluca'da yine yüksek değerler görülürken, Elmalı, Alanya ve Gazipaşa'da ise orta seviyede güneşlenme süresine sahip olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Şekil 4.7)



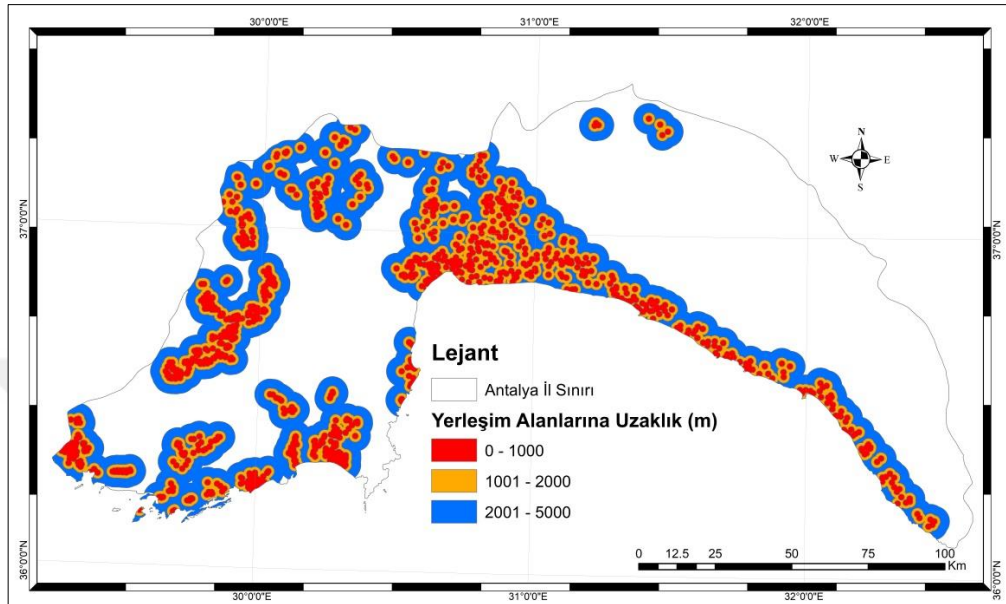
Şekil 4.7. Güneşlenme Süresi Haritası

Trafo merkezlerinin konumlarından yola çıkılarak hazırlanan haritada 20 adet trafo merkezi işaretlenmiştir ve işaretlenen merkezlere 1000, 5000 ve 10000 metrelik tampon analizi uygulanarak, çevrelerine olan uzaklıkları, kriter değerleri doğrultusunda belirlenmiştir (Şekil 4.8).



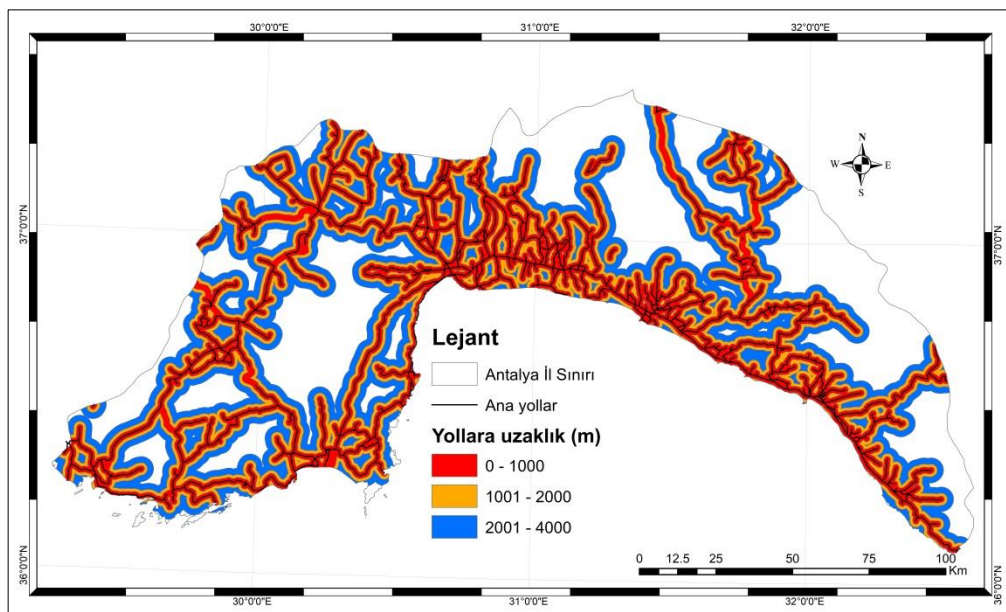
Şekil 4.8. Trafo Merkezlerine Olan Uzaklık Haritası

Yerleşim alanlarının belirlenmesinde 5393 sayılı Belediye Kanunu çerçevesinde nüfusu 5000’den fazla olan ve il ve ilçe merkezleri yerleşim yeri olarak işaretlenmiştir. Yerleşim alanlarının işaretlenmesinden sonra 1000, 2000 ve 5000 metrelik tampon analizi uygulanmıştır. Analiz sonucunda yerleşim alanlarına olan uzaklıklar belirlenmiştir (Şekil 4.9).



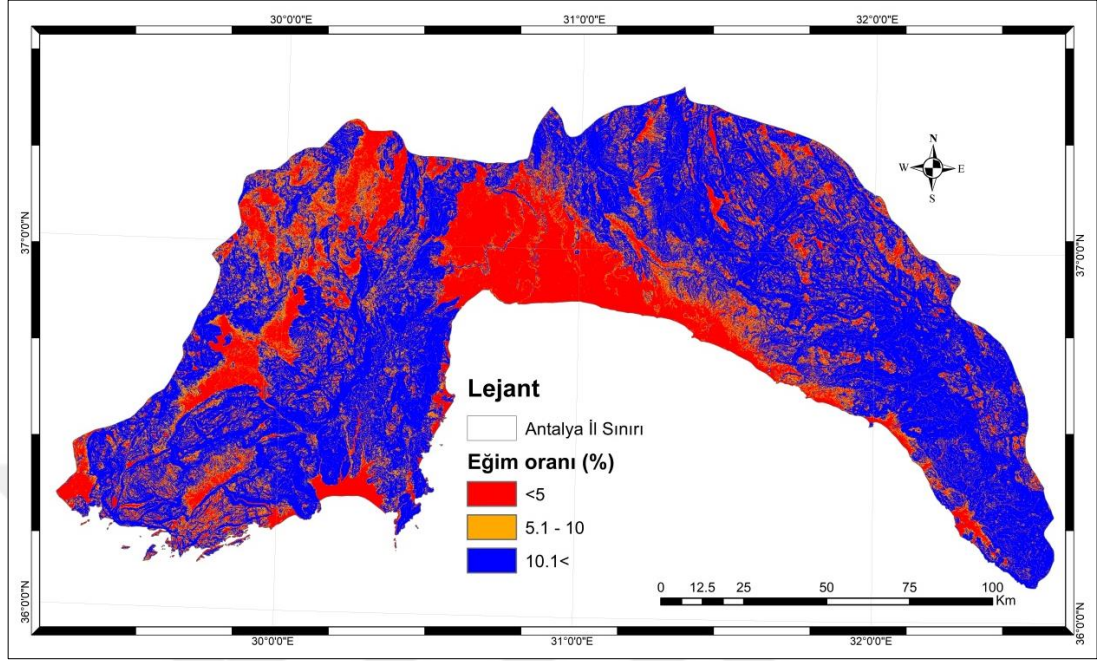
Şekil 4.9. Yerleşim Yerlerine Olan Uzaklık Haritası

Antalya il sınırları içerisinde çalışmada ulaşılmak istenen amaç doğrultusunda imar planında yer alan ve stabilize olmayan (aktif ulaşımın sağlandığı) yol verisi sayısallaştırılmıştır. Bu yol verilerine 1000, 2000 ve 4000 metrelik tampon analizi uygulanarak yollara olan uzaklık haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.10).



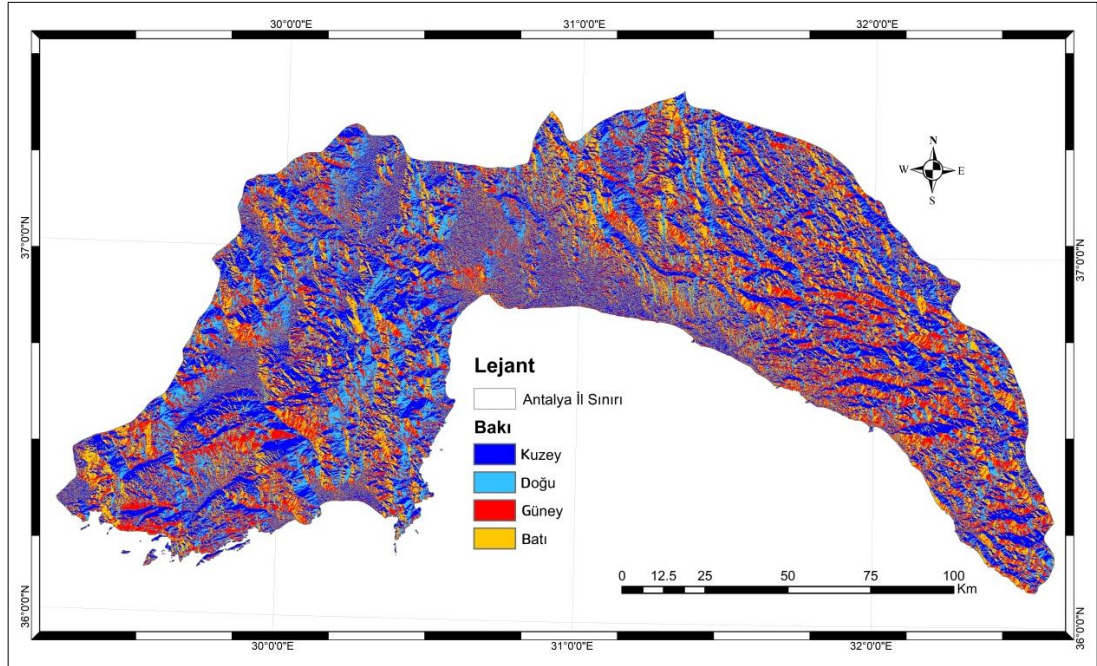
Şekil 4.10. Yollara Olan Uzaklık Haritası

SYM verisi üzerine eğim analizi yapılarak eğimi %5<, %5.1-10, %10.1 ve üzeri olan, güneş tarlalarının kurulabileceği eğimi uygun alanlar belirlenmiştir (Şekil 4.11).



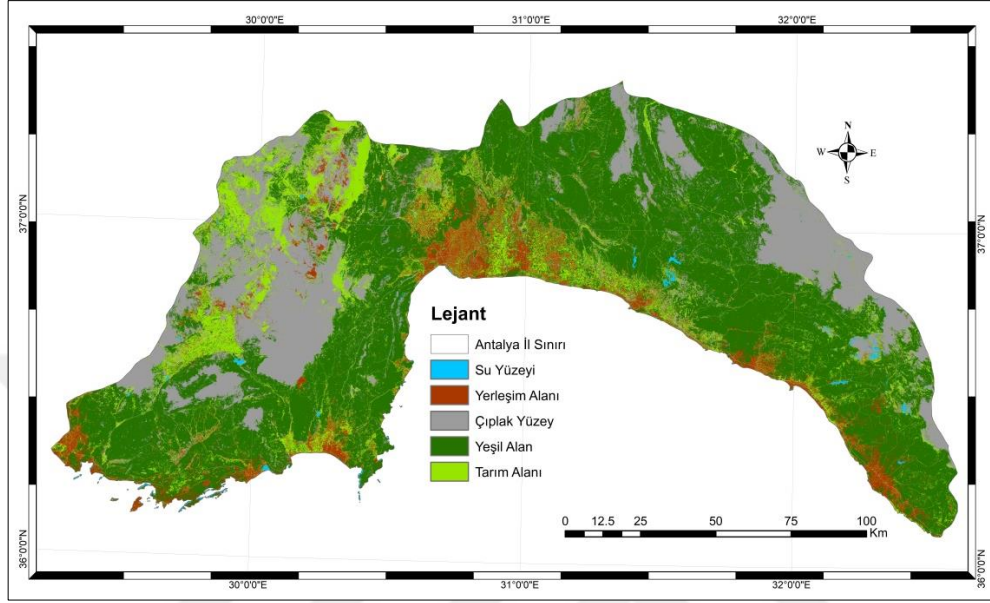
Şekil 4.11. Eğim Haritası

Kentin güneye bakan yönlerinin tespit edilebilmesi için, SYM verisine baki analizi uygulanmıştır. Uygulanan analizin sonucunda kırmızı ile gösterilen kısımlardan güneyi gösteren alanlar belirlenmiştir (Şekil 4.12).



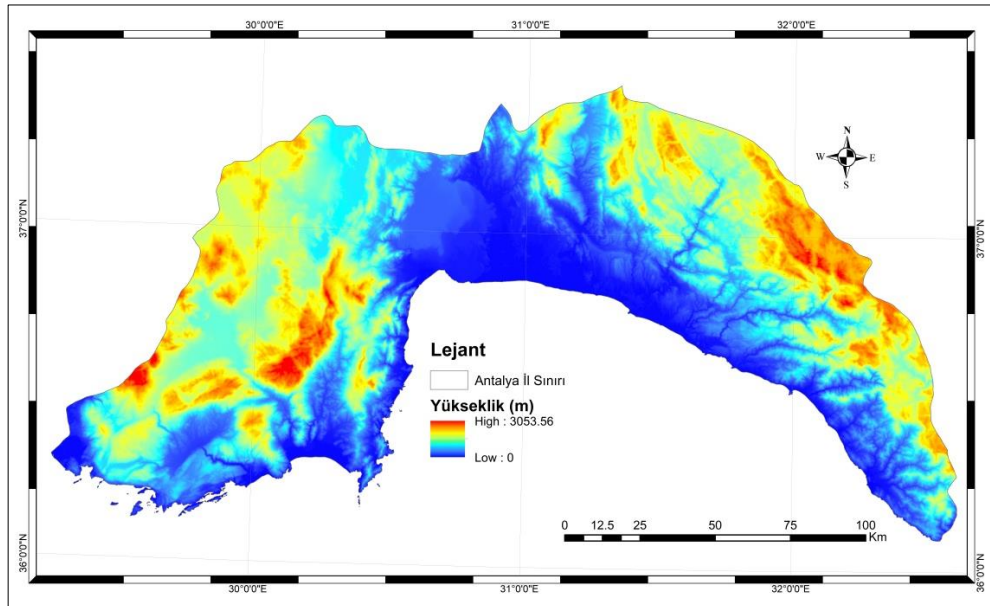
Şekil 4.12. Baki Haritası

Uydu görüntüsünden elde edilen veri üzerinde, su ögeleri, yerleşim alanları, çıplak yüzeyler, yeşil alanlar ve tarım alanları belirlenmiştir. Belirlenen kullanımlarda kentin büyük çoğunluğunda yeşil alanların ve çıplak yüzeylerin hâkim olduğu görülmektedir. Kent merkezinde ve kıyı kesimlerinde ise daha yaygın olarak yerleşim alanlarının olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Şekil 4.13).



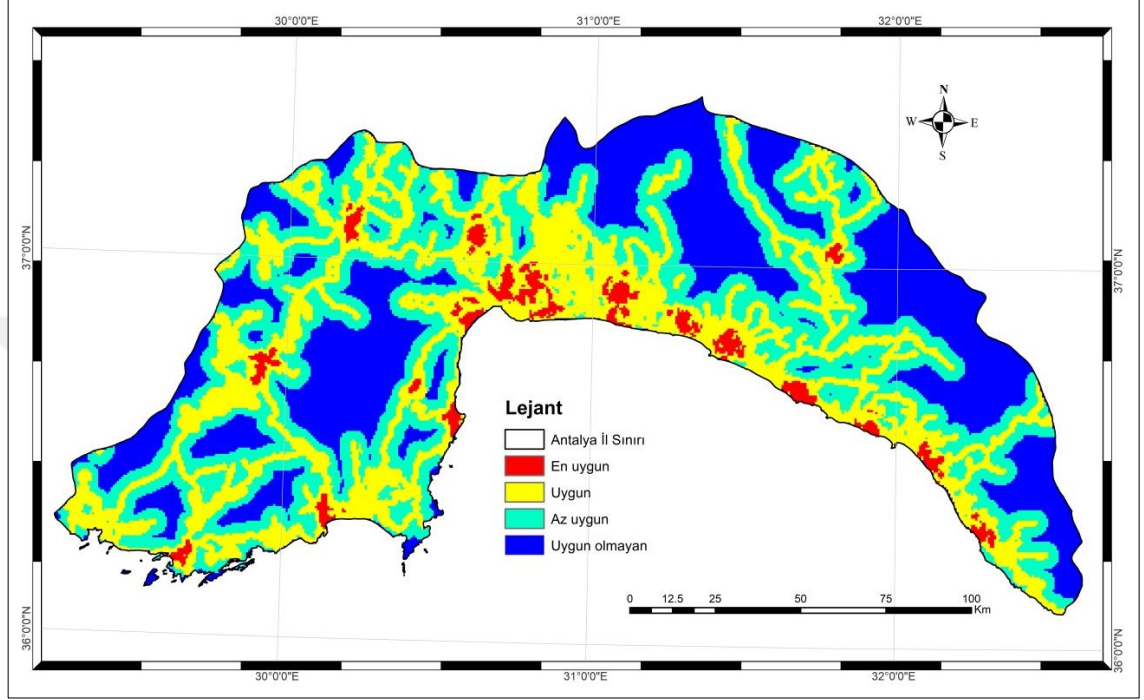
Şekil 4.13. Arazi Kullanım Haritası

Fotovoltaik panellerin daha iyi verim alabilmesi için berrak bir hava olması gerekmektedir. SYM verisinden yükseklik haritası elde edilmiştir ve elde edilen haritadan, özellikle kentin doğusu ve batısında yüksek alanların daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Şekil 4.14).



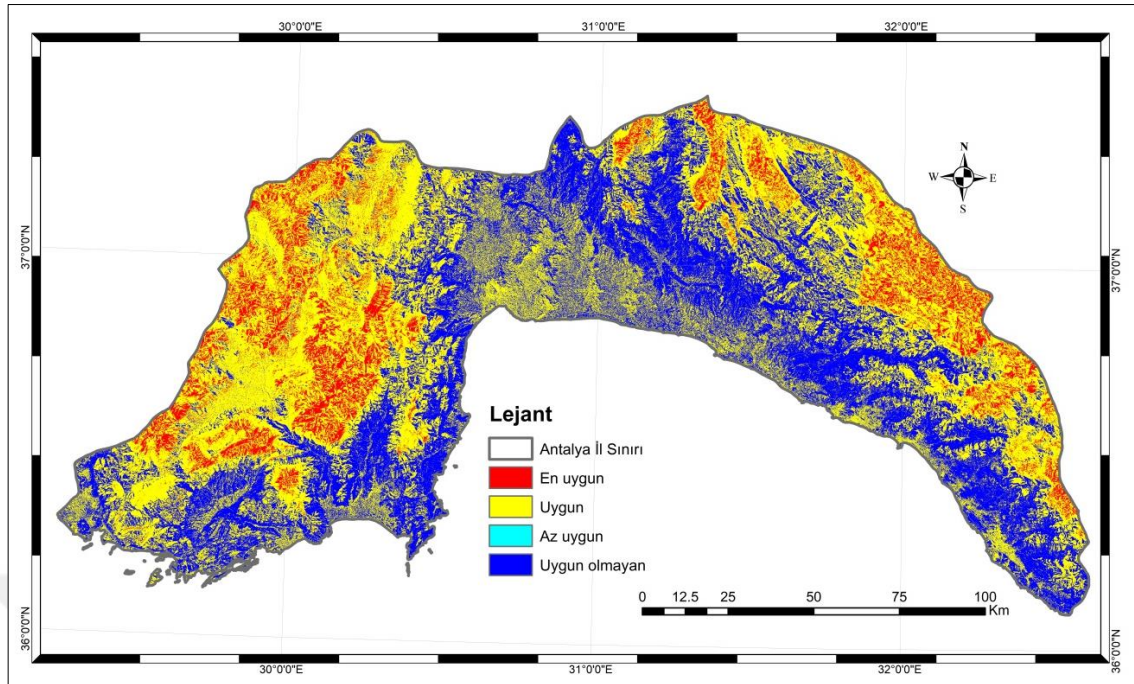
Şekil 4.14. Yükseklik Haritası

İkinci harita, lojistik ana kriterinin alt kriterleri olan %24 ağırlıklı yerleşim alanlarına olan uzaklık, %32 ağırlıklı trafolarla olan uzaklık ve %44 ağırlıklı yollara olan uzaklık haritalarının çakıştırılmasıyla elde edilmiştir. Lojistik kriterlerinin ağırlıklı olarak çakıştırılması sonucu elde edilen haritada trafo merkezlerine yakın olan alanların en uygun, yollara olan uzaklıkların ise uygun yerleşilebilir alanlara sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 5.2).



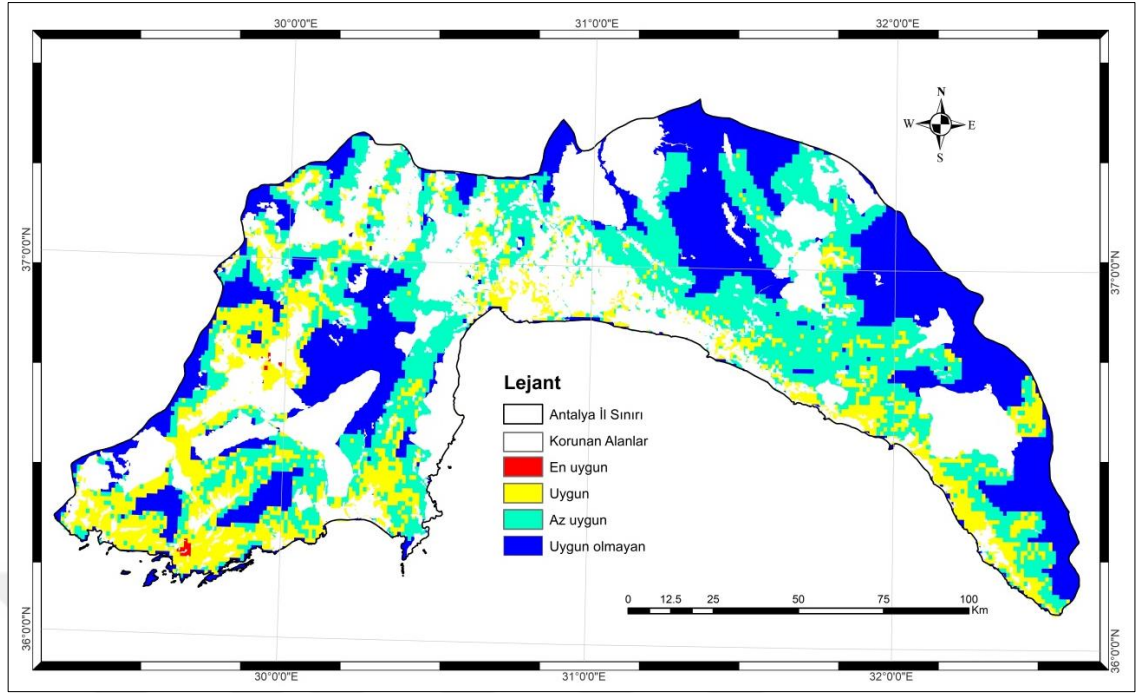
Şekil 5.2. Lojistik ana kriteri ağırlıklı çakıştırma analizi

Daha sonra üçüncü harita olan ve coğrafya ana kriterinin altında bulunan; %26 ağırlıklı arazi kullanımı, %38 ağırlıklı yükseklik, %25 ağırlıklı bakı ve %11 ağırlıklı eğim haritaları çakıştırılmıştır. Elde edilen haritada kentin doğu ve batı sırtlarında bulunan alanların coğrafya kriterleri kapsamında yerleşim için uygun alanlar olduğu görülmektedir. Kıyı ve iç kesimlere doğru ise uygun alanlardan az uygun olan alanlara doğru bir yerleşilebilirlik kapasitesi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Coğrafya ana kriteri ağırlıklı çakıştırma analizi

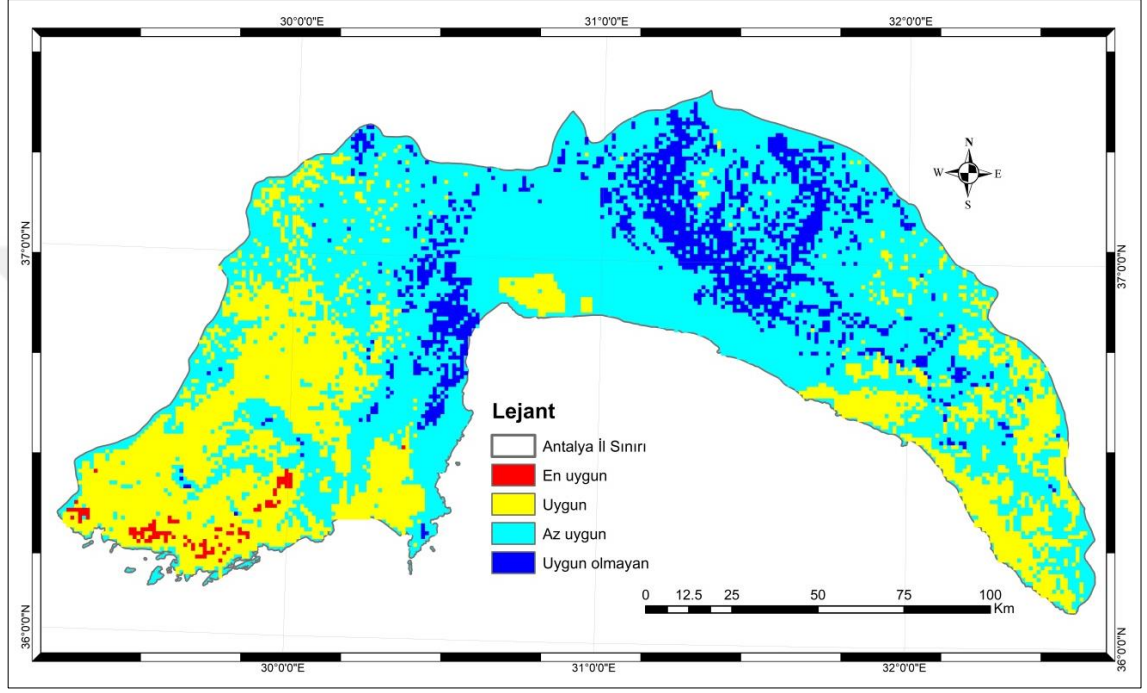
Son olarak ana kriterler olan %35 ağırlığa sahip lojistik, %42 ağırlığa sahip güneş parametreleri ve %23 ağırlığa sahip olan coğrafya kriterleri için de ağırlıklı çakıştırma işlemi yapılmıştır. Yapılan işlem sonucunda Antalya ili kapsamında güneş tarlaları için yerleşilebilir olan alanları gösteren bir uygunluk haritası elde edilmiştir. Uygunluk haritasında Kaş ve Elmalı ilçelerinin en uygun; Demre, Finike, kısmen Kumluca, Korkuteli, Merkez ve özellikle kıyı kesimlerinin, Alanya, İbradı, Akseki ve Gazipaşa ilçelerinde de yerleşime uygun alanlarının olduğu görülmektedir. Ayrıca haritada kısıtlayıcılar olarak belirlenen I. II. ve III. sınıf toprak dereceleri ve yaban hayat, sit alanları, göç yolları, askeri alanlar gibi korunan ve yerleşim yapılamayan alanlar maskelenerek sonuç haritasına ulaşılmıştır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Güneş tarlaları için uygunluk haritası

Kentlerimizin yenilenebilir enerji potansiyellerinin farkına varılması ve bu konudaki çalışmaların artırılması gerekmektedir. Ancak bu çalışmaları yaparken potansiyeli olup kullanılamayan alanların da belirlenmesi, yapılacak olan yeni çalışmalar için yardımcı birer kaynak olacaktır. Örneğin; bu çalışmada elde edilen haritalar göz önüne alındığında özellikle lojistik haritasında bulunan trafolarla olan uzaklık alt kriterinin, güneş tarlaları için yerleşim yerlerinin uygunluğu konusunda belirleyici olan kriterlerden biri olduğu görülmüştür. Mevcut trafo, yerleşim ve yollara olan uzaklıkların karşılaştırıldığı bu haritanın, Antalya'nın gelecek senaryosu için sınırlayıcı olduğu düşünülmektedir. Çünkü; güneş enerjisine yönelik yapılan yer seçimi çalışmalarında trafo merkezlerinin kapasitesinin önemli olduğu bilinmektedir ve bu konuda yapılan görüşmelerde Antalya iline ait trafoların kapasitelerinin neredeyse dolu olduğu bilinmektedir. Ancak devlet yardımı alınmadan da trafo ve iletim hattı döşenebileceği göz önüne alınmalıdır. Dolayısıyla, elde edilen uygunluk haritasının haricinde trafoların kurulabileceği alanlar bulunmaktadır. Aynı zamanda yerel yönetimlerin de bunu göz önüne alarak, alanında uzman kişilerin çalışmalarıyla kentin yönünün gelişebileceği alanların belirlenmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu sebeple kentin gelecek senaryolarında, nüfus projeksiyonlarına bağlı olarak ortaya çıkacak olan enerji talebini karşılayabilmek için trafo kurulabilecek, iletim hattı döşenebilecek ve ulaşım çalışmalarının yönelebileceği alanlar için de yol gösterici bir çalışma ortaya koyulmuştur. Bu kapsamda %40 ağırlıklı güneş parametreleri ve %25 ağırlıklı coğrafya kriterlerinin ağırlıklı karşılaştırılmasıyla bir potansiyel harita sunulmuştur.

Antalya ilinde 20 adet trafonun bulunuyor olması, potansiyel alanları tam olarak ortaya koymayı engellemektedir. Çünkü çalışma için; %45 ağırlıklı güneş parametreleri ve %26 ağırlıklı coğrafya ana kriterleri ağırlıklı çakıştırma analizine tabi tutulduğunda potansiyel alanların daha fazla olduğu görülmektedir. Özellikle kentin Kaş, Elmalı, Merkez, Kumluca, İbradı, Gündoğmuş, Alanya ve Gazipaşa ilçelerinde en uygun seviyesinde yerleşim alanları olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra kıyı kesimleri ve iç kesimlerde de yerleşim için uygun alanlar olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Güneş parametreleri ve coğrafya ana kriterlerinin ağırlıklı çakıştırma analizi

Teknolojinin her geçen gün gelişmesiyle güneş panellerinden en fazla verimi alabilmek için farklı tasarımlar ortaya konulmaktadır. Mevcut olan tasarımlar arasında da bu tarz çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, güneş panellerinin sabit eksenli olduğu gibi, bir eksenli (sabah ve akşama odaklı) ve iki eksenli (yaz ve kışa odaklı) olan türleri de bulunmaktadır. Bu paneller arasında güneş ışığını sürekli takip eden, cam bir kristal şeklinde tasarlanan vb. modeller de bulunmaktadır. Ancak daha önce de bahsedildiği gibi bu tasarımlar maliyet açısından farklılık göstermektedirler. Bu çalışmada da en düşük maliyetle en fazla verimin alınması amaçlandığından sabit eksenli paneller baz alınarak hareket edilmektedir.

Aynı zamanda, bu çalışmada daha önce yapılan güneş tarlası yer seçimi çalışmalarından faydalanarak kriterler belirlendiği için, hâkim rüzgâr yönü kriter olarak eklenmemiş olsa da, özellikle OSB çevresinde veya kent dışında kurulabilecek alanlarda hâkim rüzgâr yönünün hesaba katılması gerekmektedir. Çünkü güneş panelleri tozdan etkilenmektedir ve düzenli olarak bakımlarının yapılması ve temizlenmesi gerekmektedir. Ek olarak, yıllık ortalama sıcaklığın fazla olduğu yerlerde de kurulması

önerilmemektedir. Çünkü sıcaklığın güneş panellerine zararlı olduğu ve verimini etkilediği bilinmektedir.



5. SONUÇLAR

İnsan nüfusunun artmasıyla ve ülkelerarası ilişkilerin değişmesiyle, kentlerin enerjiye olan ihtiyaçlarının arttığı görülmektedir. Yaşadığımız dünyanın potansiyelleri kullanılarak çevreye en az zararı verirken, çevreden en fazla faydayı almak için çalışmalar yapılmaktadır. Her geçen gün mevcut kaynaklar tükenmekte ve birçok ülkede daha sürdürülebilir, çevreci ve temiz kaynaklar tercih edilmektedir.

İklim değişikliğinin sadece doğa olayları olarak görülmemesi, aynı zamanda sadece insan davranışlarının bir sonucu olarak da değerlendirilmemesi gerekmektedir. Çünkü bu olağan bir süreçtir. Ancak; atmosfere zarar veren insan davranışlarının, bu sürecin hızlanmasında etkisinin olduğunun, yadsınamaz bir gerçek olduğu görülmektedir (Hulme 2016). Bu etkiyi tam anlamıyla yok edemesek de yavaşlatmanın bizim elimizde olduğu ve yaptığımız tercihlerin sonuçlara etki ettiği bilinmektedir.

Güneş tarlası için kurulum yapılmadan önce çalışma alanının iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Güneş tarlalarının kurulumu maliyetlidir. Karşılığının alınabilmesi için bir sürenin geçmesi gerekmektedir. Ayrıca trafo merkezlerinden, enerji ihtiyacının en fazla olduğu kent merkezlerinden ve Organize Sanayi Bölgeleri (OSB)'nden uzaklaştıkça iletim hattı döşenmesi gerekmektedir. Bu da fazladan bir maliyet hesabının oluşmasına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada, Antalya ili ölçeğinde güneş tarlaları kurulumu için uygun alanların gösterildiği bir harita elde edilmek istenmiştir. Bunun için güneş radyasyonu, güneşlenme süresi, yıllık ortalama sıcaklık, eğim, bakı, yükseklik, trafolarla olan uzaklık, yollara olan uzaklık, yerleşimlere olan uzaklık, arazi kullanımı haritalarının yapılması için gerekli veriler elde edilmiştir. Elde edilen bu bilgilerin değerlendirilebilmesi için birçok kriter arasından seçim yapmayı kolaylaştıran ÇKKVA analizlerinden AHS tercih edilmiştir. Yapılan araştırmalar, alınan görüşler ve kullanılan yöntemlerle, ulaşılan sonuçlara bakıldığında çalışmanın amacına ulaştığı görülmüştür. Bu kapsamda, il bütününde güneş tarlaları için en uygun ve uygun olan alanların toplamının 484.795 ha olduğu sonucuna ulaşılmıştır. 731.904 ha'lık alanın ise az uygun olduğu bulunmuştur.

Antalya il bütünü 2.017.700 ha'dır. Bu alanın 365.248 ha'sını elverişli tarım alanları, 435.000 ha'sını ise korunan alanlar oluşturmaktadır. Yerleşim yapılamayan alanlar çıkartıldığında geriye 1.217.700 ha'lık bir alan kalmaktadır. Türkiye'de enerji tüketimi oranı %2.18 olan Antalya'nın, güneş enerjisi kapsamında 38.55 MW kurulu güce sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca 11.79 MW yapım aşamasında olan santral ve 57.6 MW güce sahip ön lisansı alınan ve planlanan santral bulunmaktadır (Yılmaz 2019). Kentte özellikle Elmalı bölgesinde yoğunlaşan kurulum alanları, bu çalışmada da elde edilen uygun yerleşim alanlarıyla örtüşmektedir.

1 MW enerji üretilen bir güneş tarlasının yaklaşık 1.5 ha'lık bir alan kapladığı göz önüne alındığında, Antalya'da kurulu güneş tarlalarının yaklaşık 161.91 ha olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışma sonucundan yola çıkılarak kurulu, yapım aşamasında veya kurulması planlanmış olan güneş tarlalarının kapladığı alan, toplam yerleşilebilir alandan çıkartıldığında, güneş tarlaları için 323.885 ha'lık yerleşilebilir alan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İyimser bir hesapla, yerleşilebilir tüm alanların

estetik kaygı güdülerek güneş tarlalarıyla kaplandığını varsayarsak, yaklaşık olarak 220 MW'lık enerji elde edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışmanın yapılmasıyla, ülkemizin ekonomik açıdan dışa bağımlılığının azalmasına, dolayısıyla ekonomik kalkınmasına destek olunmaya ve temiz enerji kullanımına teşvik edilmeye çalışılmıştır. Kullanılan yöntem ve çalışmanın genel mantığından yola çıkılarak sadece güneş enerjisi için değil, diğer yenilenebilir enerjiler için de yol göstermeye yardımcı olacak bir çalışma ortaya konulmaya çalışılmıştır. Aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, fosil yakıtların azaltılması, çevrenin sürdürülebilir olması ve kirliliğin azaltılması açısından, kentin mevcut potansiyelini ortaya koyan ve güneş enerji kullanımına yönlendiren önemli bir alternatif ortaya koyulmuştur. Elde edilen uygunluk haritasının, merkezi ve yerel yönetimlerin enerji stratejilerinde ve yatırımcıların, güneş tarlası alanlarının belirlenmesinde kullanabileceği yol gösterici bir kaynak olacağı öngörülmektedir.

Son olarak, ülkemizde güneş tarlası kurulumu için; Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurulu (TKDK), Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV), Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finans Programı (TurSEFF) gibi kurum ve kuruluşlar tarafından teşvik ve hibe desteği verildiği belirtilmek istenmektedir ve başta 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ve 09/10/2016 tarihinde 29852 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) Yönetmeliği olmak üzere ilgili kanun ve yönetmeliklerin incelenmesi tavsiye edilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Akkas, O. P., Erten, M. Y., Cam, E., & Inanc, N. 2017. Optimal Site Selection for a Solar Power Plant in the Central Anatolian Region of Turkey. *International Journal of Photoenergy*, 2017 (2): 1-13.
- Aksoy, E., & San, B. T. 2019. Geographical information systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) integration for sustainable landfill site selection considering dynamic data source. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78 (2): 779-791.
- Al Garni, H. Z., & Awasthi, A. 2017. Solar PV power plant site selection using a GIS-AHP based approach with application in Saudi Arabia. *Applied Energy*, 206: 1225-1240.
- Aleksandrowicz, L., Green, R., Joy, E. J., Smith, P., & Haines, A. 2016. The Impacts of Dietary Change on Greenhouse Gas Emissions, Land Use, Water Use, and Health: A Systematic Review. *Plos One*, 11 (11): 1-16.
- Ali, S., Taweekun, J., Techato, K., Waewsak, J., & Gyawali, S. 2018. GIS based site suitability assessment for wind and solar farms in Songkhla, Thailand. *Renewable Energy*, 132: 1-18.
- Anyu, J. 2017. Solar Energy from the Sahara Sun to Power Europe: The Desertec Project. *International Association of Organizational Innovation*, 9 (3): 56-70.
- Avcı, H. E. 2010. Uygarlıklar Tarihi. İstanbul Üniv. Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Sosyoloji Lisans Programı Ders Kitabı, İstanbul, 300 s.
- Ayday, C., Yaman, N., Sabah, L., & Höke, O. 2016. Güneş Enerji Santrali Yer Seçiminde Açık Kaynak Kodlu CBS Kullanımı: Eskişehir İli Örneği. 6. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu s. 510-520, Adana.
- Azevedo, V. W., Candeias, A. L., & Tiba, C. 2017. Location Study of Solar Thermal Power Plant in the State of Pernambuco Using Geoprocessing Technologies and Multiple-Criteria Analysis. *Energies*, 10 (7): 1042.
- Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı. 2011. Güneş Enerjisi Sektör Raporu. Antalya, Isparta, Burdur.
- Biçici, M. 2017. Antalya Şehrinde Siyasal Yaşam (1920-1950). *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 16 (4): 1058-1072.
- Bingöl, Z. 2004. Akdeniz Bölgesinin Kültür ve İnanç Turizmi Potansiyeli Açısından Değerlendirilmesi. *Bilgi*, 8: 125-137.

- Carrion, A. J., Estrella, E. A., Dols, A. F., & Ridao, R. A. 2008. The electricity production capacity of photovoltaic power plants and the selection of solar energy sites in Andalusia (Spain). *Renewable Energy*, 33 (4): 545-552.
- Carrion, A. J., Estrella, E. A., Dols, A. F., Toro, Z. M., Rodriguez, M., & Ridao, R. A. 2008. Environmental decision-support systems for evaluating the carrying capacity of land areas: Optimal site selection for grid-connected photovoltaic power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12 (9): 2358-2380.
- Castillo, C. P., Silva, F. e., & Lavallae, C. 2016. An assessment of the regional potential for solar power generation in EU-28. *Energy Policy*, 88: 86-99.
- Celebi, G. V. 2014. Multi Criteria Decision Making for Location Selection. Msc Thesis. Marmara University, Istanbul, 67 s.
- Charabi, Y., & Gastli, A. 2011. PV site suitability analysis using GIS-based spatial fuzzy multi-criteria evaluation. *Renewable Energy*, 36 (9): 2554-2561.
- Chen, C.-F. 2013. Applying the Analytical Hierarchy Process (AHP) Approach to Convention Site Selection. *Journal of Travel Research*, 45 (2): 167-174.
- Cozen, B., Endres, D., Peterson, T. R., Horton, C., & Barnett, J. T. 2017. Energy Communication: Theory and Praxis Towards a Sustainable Energy Future. *Environmental Communication*, 12 (3): 1-6.
- Çil, İ. 2017. Çok Ölçütlü Karar Verme. <https://docplayer.biz.tr/33217188-Cok-olcutlu-karar-verme-prof-dr-ibrahim-cil.html> [Son erişim tarihi: 02.12.2019].
- Demir, Ş. 2012. Güneş Enerjisinde Geline Son Nokta ve Gelecek Projeksiyonları raporu. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Ankara.
- Dipova, N., & Cangir, B. (2011). Antalya İli Yerleşim Alanının Depremselliğinin Araştırılması. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 35 (2): 93-114.
- Doğaka. 2017. Kahramanmaraş ili FV Güneş Elektriği Fizibilite Çalışması Raporu, Kahramanmaraş.
- Effat, H. A. 2013. Selection of Potential Sites for Solar Energy Farms in Ismailia Governorate, Egypt using SRTM and Multicriteria Analysis. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 2 (1): 205-220.
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. 2019. Güneş Enerji Potansiyeli Atlası. <https://www.enerjiatlası.com/gunes-enerjisi-haritasi/turkiye> [Son erişim tarihi: 22.11.2019].
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. 2017. Güneş. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes> [Son erişim tarihi: 22.11.2019]

- Gayrimenkul ve Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı Derneği. 2019. Turizm ve Otel, İstanbul.
- Güçin, W., Li, Q., Guoxue, L., & Lijun, C. 2009. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case. *Journal of Environmental Management*, 90 (8): 2414-2421.
- Hulme, M. 2016. İklim Değişikliği Konusunda Neden Anlaşamıyoruz. Alfa Yayınları: 10905, İstanbul, 392 s.
- Janke, J. R. 2010. Multicriteria GIS modeling of wind and solar farms in Colorado. *Renewable Energy*, 35 (10): 2228-2234.
- Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K.-H. 2018. Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82: 894-900.
- Kaygusuz, K., & Avci, A. C. 2019. Potential and utilization of solar energy policies in Turkey. *Journal of Engineering Research and Applied Science*, 8 (1): 1087-1098.
- Kılıç, F. Ç. 2015. Güneş enerjisi, Türkiye'deki son durumu ve üretim teknolojileri. *Mühendis ve Makina*, 671: 28-40.
- Kültür ve Turizm Bakanlığı. 2012. Düünden Bugüne Antalya. TC Antalya Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayınları, Antalya, 488 s.
- Kuzemko, C., Lockwood, M., Mitchell, C., & Hoggett, R. 2016. Governing for sustainable energy system change: Politics, contexts and contingency. *Energy Research & Social Science*, 12: 96-105.
- Lau, L. C., Lee, K. T., & Mohamed, A. R. 2012. Global warming mitigation and renewable energy policy development from the Kyoto Protocol to the Copenhagen Accord—A comment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (7): 5280-5284.
- Lee, A. H., Kang, H.-Y., Lin, C.-Y., & Shen, K.-C. 2015. An Integrated Decision-Making Model for the Location of a PV Solar Plant. *Sustainability*, 7 (10): 13522-13541.
- Merrouni, A. A., Elalaoui, F. E., Mezrhab, A., Mezrhab, A., & Ghennioui, A. 2017. Large scale PV sites selection by combining GIS and Analytical Hierarchy Process. Case study: Eastern Morocco. *Renewable Energy*, 119: 1-17.
- Messaoudi, D., Settou, B., & Rahmouni, S. 2019. Site selection methodology for the wind-powered hydrogen refueling station. *Energy Procedia*, 162: 67-76.

- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. 2018. Radyasyon. https://www.mgm.gov.tr/kurumici/radyasyon_iller.aspx [Son erişim tarihi: 05.01.2019]
- Mondino, E. B., Fabrizio, E., & Chiabrando, R. 2015. Site Selection of Large Ground-Mounted Photovoltaic Plants: A GIS Decision Support System and an Application to Italy. *International Journal of Green Energy*, 12 (5): 515-525.
- Montis, A. D., Toro, P. D., Droste-Franke, B., Omann, I., & Stagl, S. 2000. Criteria for Quality Assessment of MCDA Methods. Third Biennial Conference of the European Society for Ecological Economics, ss. 1-30, 3-6 May, Vienna.
- Noorollahi, E., Fadaei, D., Shirazi, M. A., & Ghodsipour, S. H. 2016. Land Suitability Analysis for Solar Farms Exploitation Using GIS and Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)—A Case Study of Iran. *Energies*, 9 (8): 643.
- Palmer, D., Gottschalg, R., & Betts, T. 2019. The future scope of large-scale solar in the UK: Site suitability and target analysis. *Renewable Energy*, 133: 1136-1146.
- Pimentel, D., Hurd, L., Bellotti, A., Forster, M., Oka, I., Sholes, O., et al. 1973. Food Production and the Energy Crisis. *Science*, 182 (4111): 443-449.
- Ruijven, B. J., Cian, E. D., & Wing, I. S. 2019. Amplification of future energy demand growth due to climate change. *Nature Communications*, 10(1): 2762.
- Saaty, T. L. 1987. The Analytic Hierarchy Process. *McGraw-Hill International*, 32 (1): 20-25.
- Saaty, T. L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 1(1): 83-98.
- Sabo, M. L., Mariun, N., Hizam, H., Radzi, M. A., & Zakaria, A. 2017. Spatial matching of large-scale grid-connected photovoltaic power generation with utility demand in Peninsular Malaysia. *Applied Energy*, 191: 663-688.
- Sanchez-Lozano, J. M., Teruel-Solano, J., Soto-Elvira, P., & Garcia-Cascales, S. 2013. Geographical Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24 (2013): 544-556.
- Selim, S., Koç San, D., Selim, C., & San, B. T. 2018. Site selection for avocado cultivation using GIS and multi-criteria decision analyses: Case study of Antalya, Turkey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 154: 450-459.

- Shafiee, S., & Topal, E. 2009. When will fossil fuel reserves be diminished? *Energy Policy*, 37 (1): 181-189.
- Sindhu, S., Nehra, V., & Luthra, S. 2017. Investigation of feasibility study of solar farms deployment using hybrid AHP-TOPSIS analysis: Case study of India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73: 496-511.
- Strunz, S., Gawel, E., & Lehmann, P. 2015. The Political Economy of Renewable Energy Policies in Germany and the EU, UFZ Discussion Paper, No:12, Germany.
- Şahin, Y. E. 2017. Yerli üretimde dev hamle. <https://www.gzt.com/jurnalist/yerli-uretimde-dev-hamle-dunyadaki-en-buyuk-gunes-enerji-santrali-konyaya-kurulacak-2629185> [Son erişim tarihi: 29.12.2019]
- Şenlik, İ. 2017. Güneş Enerjisi Santrallerinin Yer Seçimi. *Elektrik Mühendisliği*, 462: 94-98.
- T.C. Antalya Valiliği. 2019. Eğitim. Antalya. <http://www.antalya.gov.tr/egitim> [Son erişim tarihi: 03.09.2019].
- Tahri, M., Hakdaoui, M., & Maanan, M. 2015. The evaluation of solar farm locations applying Geographic Information System and Multi-Criteria Decision-Making methods: Case study in southern Morocco. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51: 1354-1362.
- Tewolde, M. G. 2010. Comparison of Different Interpolation Techniques to Map Temperature in the Southern Region of Eritrea, ss. 1-5, 11-14 Mayıs, Universidade do Minho, Portugal.
- Tunc, A., Tuncay, G., Alacakanat, Z., & Sevimli, F. 2019. Gıs Based Solar Power Plants Site Selection Using Analytic Hierarchy Process (Ahp) In Istanbul, Turkey. *International Archives of the Photogrammetry*, 2019: 1353-1360.
- TÜİK. 2013. Nüfus Projeksiyonları, 2013-2075. Ankara. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=15844> [Son erişim tarihi: 05.09.2019].
- TÜİK. 2018. Merkezi Dağıtım Sistemi. Antalya. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> [Son erişim tarihi: 25.12.2019].
- Uyan, M. 2013. GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapınar Region, Konya/Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28: 11-17.

- Uyan, M. 2017. GIS-Supported mapping of solar power plant sites using AHP method. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23 (4): 343-351.
- Uysal, D., Yılmaz, K. Ç., & Taş, T. 2015. Enerji ithalatı ve cari açık ilişkisi: Türkiye örneği. *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3 (1): 63-78.
- Yılmaz, A. 2019. Enerji Atlası. Antalya Elektrik Santralleri. <https://www.enerjiatlası.com/sehir/antalya/> [Son erişim tarihi: 25.12.2019].
- Watson, J. J., & Hudson, M. D. 2015. Regional Scale wind farm and solar farm suitability assessment using GIS-assisted multi-criteria evaluation. *Landscape and Urban Planning*, 138: 20-31.
- Yılmaz, F. K. 2008. Antalya'nın Günlük Yağış Özellikleri ve Şiddetli Yağışların Doğal Afetler Üzerine Etkisi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (1): 19-65.

7. EKLER

Ek-1. Antalya Meteoroloji İl Müdürlüğü’nden Alınan İstasyon Verileri

Ek-2. Alanında uzman kişilerin görüşlerini almak için sunulan form



Ek-1. Antalya Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden Alınan İstasyon Verileri

Alınan veriler arasında 2014 yılına ait 18306 numaralı Serik istasyonuna ait Ocak ve Şubat aylarına ait sıcaklık verileri, 18307 Döşemealtı Ocak ve Şubat ayına ait istasyon verileri, 18609 numaralı Korkuteli/Çomaklı istasyonuna ait Aralık ayı verileri; 2015 yılına ait 18610 numaralı Akseki/Cevizli istasyonuna ait Ocak ve Şubat verileri, 18648 numaralı Kaş/Yaylapalamut istasyonuna ait Ocak ve Şubat verileri; 2016 yılına ait 18837 numaralı Alanya/Keşefli istasyonuna ait Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz ayına ait verileri, 18838 numaralı Alanya/Okurcalar istasyonuna ait Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz ayına ait verileri, 18840 numaralı Korkuteli/Saklıkent Kayak istasyonuna ait Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz ayına ait verileri; 2017 yılına ait 18955 numaralı Akdeniz Üniversitesi istasyonuna ait Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz ayına ait verileri, 18996 numaralı Finike/Sak istasyonuna ait Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım ayına ait verileri, 19150 numaralı Korkuteli/Beğiş istasyonuna ait Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Eylül ayına ait verileri, 19151 numaralı Demre/Çağman Köyü'ne ait Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Eylül ayına ait verileri, 19152 numaralı Kemer/Ovacık Köyü'ne ait Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Eylül ayına ait verileri, 19153 numaralı Gazipaşa/Karatepe istasyonuna ait Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz ayına ait verileri, 19154 numaralı Alanya/Taslak istasyonuna ait Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Eylül ayına ait verileri ve 19156 numaralı Kumluca/Radar istasyonuna ait Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ayına ait verileri bulunmamaktadır.

Ek-2. Alanında uzman kişilerin görüşlerini almak için sunulan form

Uzman Görüşleri			
Kriter	Alt kriter	Değerler	Önem Derecesi
Güneş parametreleri	Güneş radyasyonu (KWh/m ² /yıl)	1.070-1.688	
		1.689-1.830	
		1.831-1.930	
		1.931-2.026	
		2.027-2.232	
	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	<15	
		15.1 – 17	
		17.1 – 19	
		19.1 - 21	
		21.1<	
	Güneşlenme süresi (sa.)	8.00-8.12	
		8.13-8.22	
		8.23-8.32	
		8.33-8.42	
		8.43-8.52	
Lojistik	Trafoları olan uzaklık(m)	0-3000	
		3001-5000	
		5001-10000	
	Yerleşim alanlarına olan uzaklık (m)	0-1000	
		1001 – 2000	
		2001 – 5000	
	Yollara olan uzaklık (m)	0-1000	
		1001-2000	
		2001-4000	
Coğrafya	Eğim (%)	%0-5	
		%5.1-10	
		%10.1+	
	Bakı	0-3000	
		3001-5000	
		5001-10000	
	Arazi Kullanımı	-	
	Yükseklik	-	

ÖZGEÇMİŞ

ŞURA KIRCALI
surakircali@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2018-2020	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2016-Devam ediyor	Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Eskişehir
Lisans 2013-2017	Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Konya

ESERLER

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- Kircali Ş., Selim S. (2019). Güneş Enerji Santralleri için iklim kriterleri kapsamında Analitik Hiyerarşi Süreci ile yer seçimi: Antalya ili ölçeği (Özet Bildiri/Bildiri Kitabı Tam Metin)