

T.C.  
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ YER SEÇİMİ  
PROBLEMİNİN ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ  
YARDIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

**Ahmet DEMİRER**

İSTANBUL, 2017

T.C.  
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ YER SEÇİMİ  
PROBLEMİNİN ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ  
YARDIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

**Ahmet DEMİRER**

Öğrenci No:

150892010

Danışman:

Doç. Dr. Gül Tekin TEMUR ASLAN

İSTANBUL, 2017

## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Güneş Enerjisi Santrali Yer Seçimi Probleminin Analitik Hiyerarşi Prosesi Yardımı ile Değerlendirilmesi**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 21/04/2017

**Ahmet DEMİRER**



T.C.  
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 150892010 no'lu Ahmet DEMİRER'in 11/05/2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda ..45.. dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında oybirliğiyle, ..Kabul.. kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

---

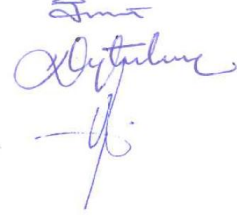
**Anabilim Dalı** : Endüstri Mühendisliği  
**Programı** : Endüstri Mühendisliği  
**Tez Başlığı** : Güneş Enerjisi Santrali Yer Seçimi Probleminin Analitik Hiyerarşi Prosesi Yardımı ile Değerlendirilmesi

**Tez Sınav Jürisi**

**Öğretim Üyesi**

**İmza**

**Danışman** : Doç. Dr. Gül Tekin TEMUR ASLAN  
**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Sabahattin Kerem AYTULUN  
**Üye** : Doç. Dr. Oğuzhan ERDİNÇ



Adı ve Soyadı : Ahmet DEMİRER  
Danışman : Doç. Dr. Gül Tekin TEMUR ASLAN  
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans, 2017  
Alanı : Endüstri Mühendisliği  
Anahtar Kelimeler : AHP, Güneş Enerjisi, Karar Analizi, Yer Seçimi

## ÖZ

### **GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ YER SEÇİMİ PROBLEMİNİN ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ YARDIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Güneş enerjisi, geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gereken önemli bir temiz enerji ve yenilenebilir kaynaktır. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına oranla daha kolay yayılabilmesi ve potansiyel kullanım kolaylığı açısından birçok avantaja sahiptir. Bu tez çalışmasının birinci bölümünde çalışmanın amacı ve güneş enerjisine genel bir bakış açıklanmıştır. İkinci bölümde ise yenilenebilir enerji kaynakları incelenmiş ve fosil yakıtların çevreye verdiği zararlara değinilerek yenilenebilir ve sürekli olan kaynakların önemine vurgu yapılmıştır. Türkiye’de güneş enerjisi santrali yatırımının hangi koşullar altında doğru bir tercih olacağı açıkça gösterilmiştir. Üçüncü bölümde ise çok kriterli karar verme tekniklerinden birisi olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) tekniği ile güneş enerjisi santrali kurulum yeri seçilmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda 3 farklı alternatif yatırım yeri belirlenmiş ve yatırım yeri kararına etki eden kriterler ortaya çıkarılmıştır. Bu alternatifler, alanında uzman 3 danışman ile beraber değerlendirilmiş ve yatırımın hangi alternatife uygulanması gerektiğine karar verilmiştir. Çıkan sonuçlar, bilimsel değerler ve Türkiye’nin stratejik hedefleri doğrultusunda yorumlanmıştır.

Name and Surname : Ahmet DEMİRER  
Supervisor : Assoc. Dr. Gül Tekin TEMUR ASLAN  
Degree and Date : Master, 2017  
Major : Industrial Engineering  
Key Words : Analytic Hierarchy Process, Decision Analysis, Solar Power, Location Selection

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION OF SOLAR ENERGY POWER PLANT WITH LOCATION SELECTION PROBLEM WITH ANALYTIC HIERARCHY PROCEDURE**

Solar Energy is a significant renewable energy resource which should be spread and developed broadly. It has lots of advantages such as simple spreadable and potential use compared to other renewable energy resources. In the first section of this thesis, the main aim is explained and general perspective of solar energy is stated. In the second section, renewable energy resources have been determined and negative effects of fossil fuels on environment have been clarified. The importance of sustainable renewable energy is also emphasized. It is clearly analyzed and found that under which conditions the investment of solar energy plant will be a right choice in Turkey. In the third section, it is aimed to choose the best location for solar energy plants by using Analytical Hierarchy Process (AHP) technique. This is the one of the most effective techniques for dealing with complex decision making problems. In the case study, three different alternative investment sites have been determined and the criterions which affect the decision of the investment site have been revealed.

These alternatives were evaluated by three experts in the industry and the best location is selected by AHP. The consequences were interpreted towards scientific values and Turkey's strategic goals.

## İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TABLOLAR LİSTESİ .....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
KISALTMALAR .....	vii
GİRİŞ .....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### TÜRKİYE’DE GÜNEŞ ENERJİSİNE BAKIŞ

1.1. Çalışmanın Amacı.....	3
1.2. Dünyada ve Türkiye’de Güneş Enerjisine Bakış .....	4

### İKİNCİ BÖLÜM

#### YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi .....	7
2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	7
2.2.1. Rüzgâr Enerjisi .....	9
2.2.2. Güneş Enerjisi .....	10
2.2.4. Jeotermal Enerji.....	11
2.2.5. Biokütle Enerjisi .....	11
2.2.6. Hidrojen Enerjisi .....	12
2.3. Güneş Enerjisinin Önemi ve Sürdürülebilir Önemine Uygun Stratejiler.....	12

### ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

#### GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ İÇİN TESİS YERİ SEÇİMİ

3.1. Güneş Enerjisi Santrali Tesisi Seçimi.....	15
3.2. Karar Destek Sisteminin Oluşturulması ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri.....	20
3.3. Literatür Çalışması .....	22
3.4. Güneş Enerjisi Üretim Tesisi Seçiminde Önemli Kriterler.....	23

3.4.1 Çevresel Kriterler .....	23
3.4.2 Maliyet Odaklı Kriterler .....	24
3.4.3 Fırsat Odaklı Kriterler .....	24
3.5. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Metodolojisi .....	25
3.6. AHP Analizi .....	32
3.7. Alternatif Yerlerin Karşılaştırılmasının Yapılması .....	33
3.7.1. Diyarbakır İli İçin Güneş Enerjisi Santrali .....	33
3.7.2. Konya - Karapınar İçin Güneş Enerjisi Santrali .....	38
3.7.3. Karaman İli İçin Güneş Enerjisi Santrali .....	39
3.8. Model Sonuçları .....	42
3.8.1. Ana Kriterlerin Değerlendirilmesi .....	42
3.8.2. Alt Kriterlerin Değerlendirilmesi .....	42
3.8.3. Alternatif Yatırımların Önem Dereceleri .....	45
3.8.4. Yatırım Alternatifinin Bulunması .....	55
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	57
<b>KAYNAKÇA</b> .....	59
<b>EKLER</b> .....	62
Ek -1 Danışmanların Ana ve Alt Kriter Önem Verileri .....	62
Ek-2 Literatür Çalışması .....	68



## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Yeşil Enerji Kaynaklarının Kurulu Güç Kapasiteleri .....	6
<b>Tablo 2.</b> 2008 Yılı İtibarıyla Türkiye'nin Yerli Kaynak Potansiyeli .....	13
<b>Tablo 3.</b> Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyel Kullanımı .....	14
<b>Tablo 4.</b> Saaty Önem Skalası .....	27
<b>Tablo 5.</b> Random Gösterge Değerleri .....	30
<b>Tablo 6.</b> Bölgelere Göre Global Radyasyon Değeri .....	34
<b>Tablo 7.</b> Yıllık Toplam Personel Gideri .....	36
<b>Tablo 8.</b> Diyarbakır Bölge Yatırım Teşvikleri .....	37
<b>Tablo 9.</b> Karaman İli İçin Aylık Radyasyon Değerleri .....	40
<b>Tablo 10.</b> Ana Kriterlerin Önem Dereceleri .....	42
<b>Tablo 11.</b> Fırsat Kriterinin Önem Dereceleri .....	43
<b>Tablo 12.</b> Maliyet Kriterinin Önem Dereceleri .....	44
<b>Tablo 13.</b> Çevre Kriterinin Önem Dereceleri .....	45
<b>Tablo 14.</b> Fırsat Kriteri İçin Önem Dereceleri .....	46
<b>Tablo 15.</b> Alternatifler İçin Kamusal Fırsat Faktörünün Önem Dereceleri .....	47
<b>Tablo 16.</b> Alternatifler için Lojistik Fırsat Faktörünün Önem Dereceleri .....	48
<b>Tablo 17.</b> Alternatifler İçin Sosyal Fırsat Faktörünün Önem Dereceleri .....	49
<b>Tablo 18.</b> Alternatifler İçin Maliyet Faktörünün Önem Dereceleri .....	50
<b>Tablo 19.</b> Alternatifler İçin Sabit Maliyet Faktörünün Önem Dereceleri .....	51
<b>Tablo 20.</b> Alternatifler İçin Değişken Maliyet Faktörünün Önem Dereceleri .....	52
<b>Tablo 21.</b> Alternatifler İçin Çevre Faktörünün Önem Dereceleri .....	53
<b>Tablo 22.</b> Alternatifler İçin Coğrafi Uygunluk Faktörünün Önem Dereceleri .....	54
<b>Tablo 23.</b> Alternatifler İçin İklim Yapısı Faktörünün Önem Dereceleri .....	55
<b>Tablo 24.</b> Karar Noktalarındaki Sonucun Bulunması .....	56

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1.</b> Küresel Elektrik Talebi İçinde Fotovoltaik Teknolojilerin Yeri .....	5
<b>Şekil 2.</b> Enerji Kaynakları Sınıflandırma Şeması .....	8
<b>Şekil 3.</b> Avrupa Güneş Potansiyeli Atlası .....	16
<b>Şekil 4.</b> Türkiye Güneş Potansiyeli Atlası .....	17
<b>Şekil 5.</b> Güneş Enerjisi AHP Diyagramı .....	32
<b>Şekil 6.</b> Türkiye’de Güneş Enerji Santrali Kurulabilecek Alanlar .....	35
<b>Şekil 7.</b> Karapınar Bölgesi İçin yıllık Toplam Güneşlenme Süreleri .....	38
<b>Şekil 8.</b> Karaman İli İçin Yıllık Enerji Tüketim Verileri .....	41
<b>Şekil 9.</b> Alternatif Öncelikleri .....	56

## KISALTMALAR

<b>AHP</b>	: Analytic Hierarchy Process
<b>ANP</b>	: Analytical Network Process
<b>ÇED</b>	: Çevresel Etki Değerlendirilmesi
<b>ELECTRE</b>	: Elimination and Choice Translating Reality
<b>GW</b>	: Gigawatt
<b>MW</b>	: Megawatt
<b>PROMETHEE</b>	: The Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation
<b>REPA</b>	: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası
<b>TOPSIS</b>	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
<b>USD</b>	: Amerikan Doları

## GİRİŞ

Yaşadığımız çağda sürekli artan sanayileşme ile birlikte enerji talebi sürekli artmaktadır. Tükenebilir enerji kaynaklarının çevreye bıraktığı fosil atık gibi olumsuz etkilerinden dolayı son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgi hızla artmıştır. Özellikle gün geçtikçe artan nüfus, şehirleşme, endüstrileşme ile bu yakıtlarla karşılanan enerji ihtiyacının artması ve yakıldıklarında çevreye verdikleri zararlar da oldukça fazladır.

Fosil yakıtlar, içerlerinde C (karbon) barındırdıklarından yakıldıklarında çevreye zarar verici etkilerde bulunur. Yakıldıklarında, CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NOX gibi uçucu organik bileşikler ve atıklar meydana getirmekte olan bu yakıtlar çevre kirliliği konularında en önemli rolü oynar. Büyük şehirlerde hava kirliliği, atmosfere salınan bu karbon kökenli yakıtların yanmasıyla oluşur. İhtiyacımız olan enerjiyi üretmek için çevreyi kirletmemek ve bu hususta duyarlı olmak gerekmektedir. Şu an içerisinde bulunduğumuz çağın gelişimi iler birlikte ihtiyaçlarımız fazlasıyla çeşitli hale gelmiştir. Bunun akabinde enerji ihtiyacının farklı kaynaklardan karşılanması mecburiyeti ortaya çıkmıştır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİNE BAKIŞ

Türkiye, coğrafi konumu itibariyle güneş kuşağı içerisinde yer almaktadır. Güneş enerjisinden yararlanma olanağı, Doğu Karadeniz bölgesi dışında tüm bölgelerimiz için faydalanılabilecek büyüklüktedir. Güneş enerjisi kullanılarak konut ısıtmak, su ısıtmak ve en önemlisi bu enerjisi elektrik enerjisine dönüştürmek mümkündür. Türkiye bünyesinde bulundurduğu yüksek güneş enerjisi potansiyelini doğru ve etkin kullanmalıdır. Bunun için de güneş enerjisi uygulamalarının yaygınlaşp gelişmesini sağlayacak altyapılar oluşturulmalı ve yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Güneş enerjisine yönelik verimli çözümler üretebilmek için, araştırmalara yeterli kaynaklar ayrılmalı, bu araştırmalar teşviklerle desteklenmelidir.

Güneş enerjisi, yenilenebilir bir kaynak olması sebebiyle, insanlık için gün geçtikçe çığ gibi büyüyen bir sorun haline gelen çevre kirliliğı probleminin önüne geçebilecek bir teknoloji olmasından dolayı ve Türkiye için diğere yenilenebilir kaynaklara göre daha fazla avantajı bulunduğundan yatırım tercihlerinde en üst sırada yer almıştır.

Güneş ışınlarından faydalanılarak enerji üreten teknolojiler; düşük düzeyde kirlenici atık içermesi, uygulanabilirlik, işletme kolaylığı ve dışa bağımlılığın sıfır olması gibi avantajlarından dolayı son yıllarda fosil yakıtlardan kaynaklanan çevresel etkilerin azaltılması için kullanılan yaygın bir alternatif enerji kaynağı olmuştur.

Bazı kurum ve kuruluşlar, hatta ülkeler, güneş enerjisi teknolojisinin tamamen temiz bir kaynak olduğu ve çevresel kirliliğe neden olmadığından bahsetmektedir. Türkiye'deki raporlar incelendiğinde de güneş enerjisinin yeşil ve temiz enerji kaynağı olduğuna değinilmektedir.

Bu çerçevede çalışmada öncelikle enerji-çevre, enerji- fırsat, enerji-maliyet ilişkilerinden hareketle güneş enerjisi santrali açma kararı, Türkiye'deki farklı üç alternatif yatırım bölgesi dikkate alınarak incelenecek ve konunun hızla artan önemine dikkat edilecek ve bu konuda gerçekleştirilen çalışmalar ortaya konulacaktır. Daha sonraki aşamada çalışmanın varsayımını doğrulayabilmek için

güneş enerjisi üretim sistemlerinin bahsedilen kriterlerdeki öncelikler ve avantajlar incelenecektir. Yapılan çalışmanın ana hatlarını meydana getiren bu aşamada birbirinden farklı 3 alternatif güneş enerji santrali çevresel, maliyet odaklı ve fırsat odaklı olarak 3 ana kriter ekseninde ele alınacak ve bu kriterler; kamusal fırsat, lojistik fırsat, sosyal fırsat, değişken maliyet, sabit maliyet, coğrafi konum, iklim yapısı olmak üzere 7 alt başlık altında gruplandırılacaktır. Bu aşamada güneş enerji santrallerinin olumlu, olumsuz tüm etkilerinin daha iyi anlaşılması, artı ve eksilerinin daha iyi değerlendirilebilmesi için söz konusu çevresel etkilerin diğer alternatifler üzerinde birebir ölçülebilir veriler üzerinden karşılaştırılması yapılacaktır. Bir sonraki aşamada alternatiflerin arazi seçimindeki kriterleri, bir önceki aşamada ortaya konulan ana kriterler başta olmak üzere, fırsatların önemi, ekonomik kazanımlar ve çevresel katkıları yönünden üç uzman tarafından incelenecek ve önem sıraları belirlenecektir. Çalışmanın son aşamasında ülkemizde yer seçim kararı verilmiş olan Diyarbakır, Karaman, Konya-Karapınar [1] örnekleri de değerlendirmeye tabi tutularak yatırım önceliği olan yer belirlenecektir.

### **1.1. Çalışmanın Amacı**

Bu tez çalışmasında, elektrik üretim amaçlı yapılacak güneş enerji santrali kurulum alanı alternatiflerinin çok kriterli karar verme yöntemiyle değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada öncelikli olarak yenilenebilir enerji kaynakları incelenecek ve güneş enerji santrali kurulacak alanların tespiti yapılacaktır. Alanında uzman danışmanların değerlendirmelerini dikkate alan ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP Yöntemi ile en uygun bölgenin tespiti gerçekleştirilecektir. Seçim kararına etki eden kriterler, ilgili literatür taraması ve uzman görüşleri alınarak belirlenmiştir.

## 1.2. Dünyada ve Türkiye’de Güneş Enerjisine Bakış

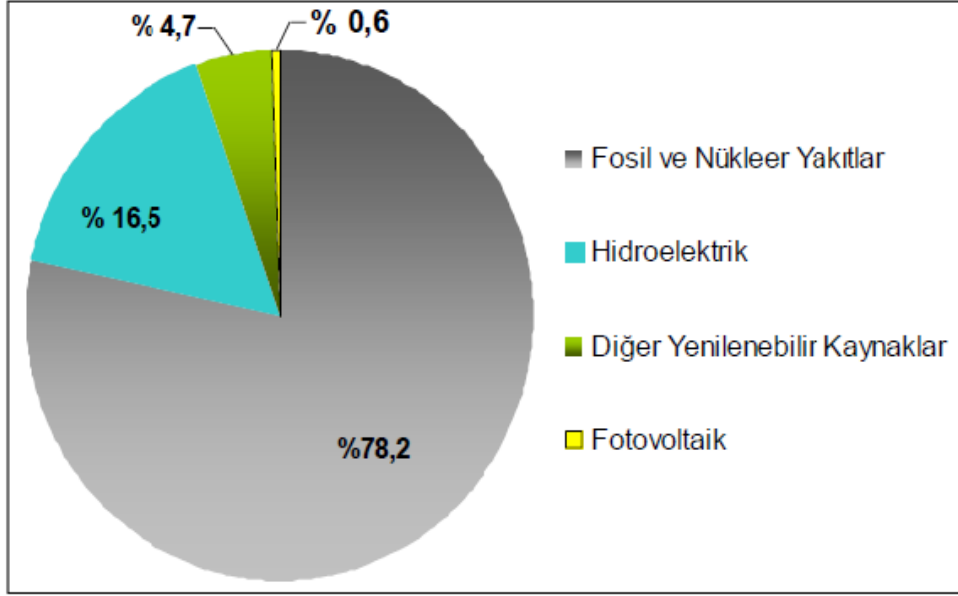
Yeşil enerji, geleneksel enerji kaynaklarının dışında kalan (kömür, petrol, doğalgaz, uranyum vs.) fosil atıklar üretmeyen çevreye zararsız, tükenmeyen ve kendini sürekli yenileyen enerjiye verilen isimdir. Yeşil enerji kaynaklarından elektrik ve ısı üreterek faydalanmak mümkündür. Bu kaynaklar dışa bağımlılık gerektirmediğinden, ülkenin bünyesinde bulunduğu yerli ve ekonomiktir.

Dünyada küreselleşen yaklaşımlardan dolayı 2004 yılından itibaren yeşil enerji konusunda önemli adımlar atılmış, gelişen teknolojiyle beraber son 15 yılda yeşil enerji daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Güneş enerjisi, dünyadaki sayılı sonsuz enerji kaynaklarından yalnızca bir tanesidir. Sonsuz bir enerji kaynağı olan güneşten gelen potansiyel güç insanoğlunun yıllık gereksiniminden oldukça fazladır [2].

Dünya ve Güneş arasında etkileşim araştırılmaya başlandıktan sonra güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek mümkün kılınmıştır. İlk güneş hücresi 1893 senesinde keşfedilmiş ve o günden bugüne kadar gelişimini sürekli devam ettirmiş bir sistemdir. Fosil yakıtların tükenme durumu, çevreye verdikleri zararlar ve endüstrileşmenin getirdiği daha fazla enerji ihtiyacıyla doğan arayışta Güneş bir enerji kaynağı olarak görülmeye başlanmıştır. Güneş enerjisi teknolojilerinin kullanılması ülkelerin mevcut teknolojilerini geliştirmesine, üretim maliyetlerini düşürmesine ve ekonomilerine fayda sağlamasına yardımcı olmaktadır [3].

Fotovoltaik teknolojisi 2000’li yıllardan sonra dünya genelinde en hızlı büyüyen yeşil enerji kaynağı olmuştur. 2000 yılında 1,5 GW olan toplam kurulu güneş enerjisi kapasitesi 2010 yılında 40 GW’a ulaşmıştır [3].

Dünya elektrik enerjisi tüketiminde 2012 yılı sonu verileri incelendiğinde güneş enerjisinin payının %0,60 olduğu gözlemlenmiştir. Bu oranın diğer enerji kaynaklarına oranla ne kadar az olduğu görülse de 2005 yılından sonra 1000’den fazla büyük çapta fotovoltaik güneş santralleri kurulduğu ve işletmeye açıldığı bilinmektedir. Bu gelişmeler baz alındığında gelecek yıllardaki tahmin senaryolarında 2050 yılında enerji tüketiminin % 15’inin güneş enerjisinden karşılanacağı öngörülmektedir [3].



**Şekil 1. Küresel Elektrik Talebi İçinde Fotovoltaik Teknolojilerin Yeri**

[4]

Yenilenebilir (yeşil) enerji kaynaklarının kurulu güç kapasite dağılımının önümüzdeki yıllardaki durumu incelendiğinde güneş enerjisi kullanımında önemli artış olması beklenmektedir.



**Tablo 1. Yeşil Enerji Kaynaklarının Kurulu Güç Kapasiteleri [5]**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Hidroelektrik Santral</b>	<b>1071</b>	<b>1102</b>	<b>1138</b>	<b>1173</b>	<b>1209</b>	<b>1249</b>	<b>1291</b>	<b>1330</b>
<b>Biyoenerji Santrali</b>	<b>75</b>	<b>82</b>	<b>89</b>	<b>96</b>	<b>105</b>	<b>112</b>	<b>119</b>	<b>125</b>
<b>Rüzgâr Enerji Santrali</b>	<b>236</b>	<b>282</b>	<b>321</b>	<b>368</b>	<b>413</b>	<b>459</b>	<b>508</b>	<b>559</b>
<b>Güneş Enerjisi Santrali (Fotovoltaik)</b>	<b>69</b>	<b>98</b>	<b>128</b>	<b>161</b>	<b>194</b>	<b>230</b>	<b>268</b>	<b>308</b>
<b>Jeotermal Santral</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b><i>Toplam</i></b>	<b><i>1462</i></b>	<b><i>1575</i></b>	<b><i>1688</i></b>	<b><i>1810</i></b>	<b><i>1934</i></b>	<b><i>2064</i></b>	<b><i>2200</i></b>	<b><i>2337</i></b>

## İKİNCİ BÖLÜM

### YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

#### 2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi

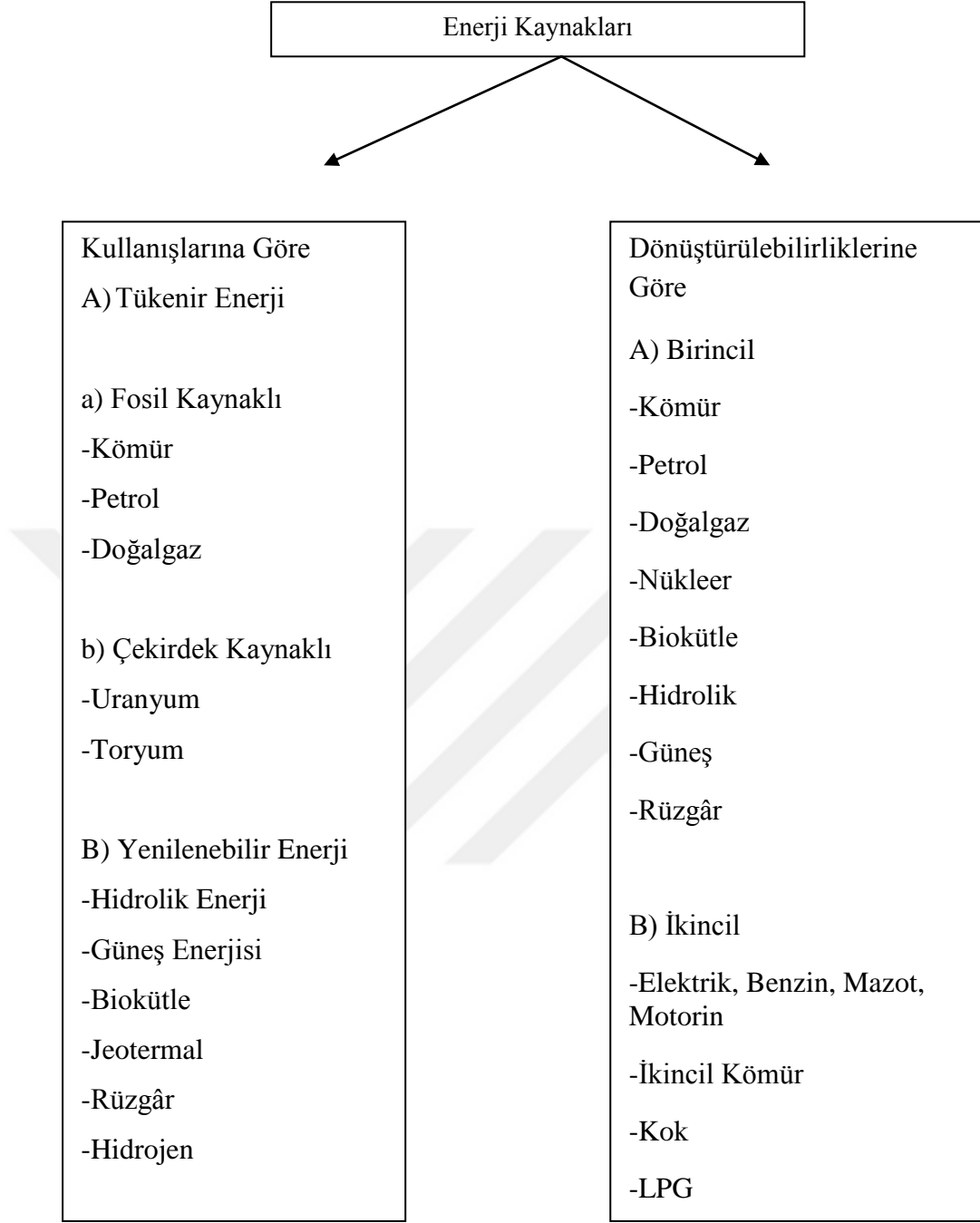
Enerji sektörü, gelişmiş ülkelerde kalkınma politikalarının başında gelen stratejik bir alandır. Fosil yakıtlar süratle tükenmeye doğru ilerlerken, onlara karşılık gelen alternatif enerji kaynaklarının artan talebi karşılayacak ticari güce ulaşamamış olması, artan enerji ücretleri ve küresel çevre sorunlarının da ortaya çıkması sebebiyle ülkelerin kaygıları gün geçtikçe artmaktadır.

Enerji sektörü, maliyet ve fiyat artışı, yükselen talep, arz güvenliği ve üretimin sürdürülebilirliği konularında yeni tedbirler almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının için de birçok girişimlerde bulunmaktadır.

Dünyada enerji üretiminin büyük bir kısmı fosil yakıtlardan temin edilmektedir. Fakat fosil yakıtların kısıtlı olması, çevresel kirliliğe neden olması ve dışa bağımlılığı artırması gibi etkenler yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgiyi oldukça artırmaktadır. Bu etkenlerden de yenilenebilir enerjinin fosil yakıtlara karşı avantajları da önemini daha çok artırmaktadır [6].

#### 2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Doğada enerji kimyasal, nükleer, mekanik (potansiyel ve kinetik), güneş, termal (ısı), jeotermal, rüzgâr, hidrolik, elektrik enerjisi gibi çeşitli şekillerde bulunabilir. Diğer taraftan doğru prosesler uygulanarak enerji, bir formdan diğerine dönüştürülebilmektedir. Farklı yöntemlerle elde edilen enerji kaynakları değişik şekillerde sınıflandırılmaktadır. Enerji kaynakları, kullanılabilirliklerine göre yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak ikiye ayrılırken; dönüştürülebilirliklerine göre enerji kaynakları birincil ve ikincil enerji kaynakları şeklinde incelenmektedir.



Şekil 2. Enerji Kaynakları Sınıflandırma Şeması [7]

Fosil yakıtların enerji üretiminde gelecek yıllarda kullanımına devam edilmesi çok mümkün değildir. Fosil yakıtlı üretim, devamlılığı olmayan dışa bağımlı olan bir üretim çeşididir. Türkiye'nin enerjide sektöründe ana stratejik planı; enerjinin zamanında, güvenilir, yeterli, rekabet edilebilecek ücretlerle ve tüm çevresel etkileriyle sağlanmasıdır.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengin bir ülkedir. Son yıllarda kendini sürekli geliştiren ve hızlı bir büyüme grafiği çizen Türkiye, kaynak zenginliğine rağmen artan enerji talebi karşılama ve tedarik sıkıntısı ile karşı karşıyadır. Türkiye'nin dış ticaret değerlerine bakılacak olunursa 2011 yılı itibarı ile ihracat 134 milyar USD, toplam ithalat ise 240 milyar USD olarak gerçekleşmiştir. 106 milyar USD olan toplam dış ticaret açığının %51'i enerji ithalatından kaynaklanmaktadır [8].

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın stratejik planlarına bakıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi içindeki payının 2023 yılında %30 seviyelerine çıkarılmasının hedeflendiği görülmektedir [9].

### **2.2.1. Rüzgâr Enerjisi**

Rüzgâr enerjisi, ısıları birbirinden farklı hava kütlelerinin yer değiştirmesiyle meydana gelir. Güneş'ten yeryüzüne ulaşan enerjinin %1-2'si rüzgâr enerjisine dönüşüm sağlamaktadır. Türkiye'nin coğrafi özelliklerine bakıldığında, rüzgâr enerjisi bakımından zengin bir ülke olduğu gözlemlenir. Meteorolojiden alınan bilgilere göre Ege, Güneydoğu Anadolu ve Marmara Bölgesi'nin rüzgâr gücü bakımından diğer bölgelere göre avantajlı olduğu tespit edilmiştir [10]. Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) ile ülkemizde yıllık rüzgâr hızı 8,5 m/s ve üzerinde olan bölgelerde minimum 5.000 MW 7,0 m/s üzerinde bölgelerde ise en az 48.000 MW büyüklüğünde rüzgâr enerjisi potansiyeli olduğu tespit edilmiştir [11] .

### **2.2.2. Güneş Enerjisi**

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde gerçekleşen füzyon (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi süreci) sonucu ortaya çıkan ışınım enerjisinin dünyaya ulaşması sonucu oluşmaktadır. Son yıllarda, teknolojik olarak güneş enerjisi sektöründe hareketler ve ilerlemeler meydana gelmektedir. Zaten güneş enerjisi kendini temiz enerji olarak uzun yıllar önce kanıtlamıştır. Önceden sadece ısı enerjisi olarak kullanılan güneş enerjisi fotovoltaik sistemlerin gelişmesiyle birlikte elektrik üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Güneş enerjisinin farklı kullanım alanları aşağıda kısaca belirtilmiştir [12].

- Güneş otomobilleri
- Güneş ocakları
- Sıcak su temini
- Güneş pilleri
- Tarımsal sulama
- Su arıtma sistemleri
- Seracılık

Fotovoltaik pillerin, Türkçede karşılığı güneş pilleri olsa da pil çalışma prensibine dayanmamaktadır. Piller depolanan kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çevirir. Güneş hücrelerinin temel kaynağı kimyasal bir madde değil, gün ışığıdır. Güneş enerjileri, normal pillerden en büyük farkı daha uzun ömürlü olmalarıdır. Güneş hücresinin yaklaşık 20-25 yıl ömrü vardır [2].

### **2.2.3. Hidroelektrik Enerji**

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında; çevre dostu olmaları, düşük risk potansiyeli bulundurmalarından dolayı hidroelektrik enerjisi tercih edilmektedir. ETKB'nin verilerine göre 2023 yılının sonuna kadar Türkiye'de bulunan tüm hidroelektrik potansiyelinin enerji üretiminde kullanılması planlanmaktadır. Şu anda

kullanılan hidroelektrik santraller, toplam potansiyelin %35'ine denk gelmektedir. Kalanın %14'ü inşaat aşamasında ve %51'lik kısmı yatırımcılarını beklemektedir.

Hidroelektrik santralleri cazip kılan bazı etkenler vardır. Bunlar; yatırımın büyük kısmının yurtiçi harcama olması, uzun ekonomik ömrü, düşük işletme giderleri, düşük emisyon değerleri ve enerji depolayabiliyor olması gibi avantajlardır [13].

#### **2.2.4. Jeotermal Enerji**

Yer kabuğunun derin bölgelerinde ısının meydana getirdiği sıcaklığı sürekli olarak yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde olan, içerisinde ermiş madde ve gaz içerebilen, doğal olarak çıkan ya da teknik bazı müdahalelerle yeryüzüne çıkarılabilen su, buhar ve gazlardan doğrudan ve dolaylı olarak üretilen enerji çeşidi olarak tanımlanabilir.

Ülkemiz Alp-Himalaya bölgesinde bulunduğundan jeotermal güce sahiptir. Toplam potansiyelimiz 31,500 MW olduğundan Dünya sıralamasında ilk on ülke arasındadır [14].

#### **2.2.5. Biokütle Enerjisi**

Tarım ve orman ürünleri, gübre ve organik atıkları ham madde olarak içeren ve bu biokütleden çeşitli teknolojik sistemlerle enerji elde edilen sistemler biyoenerji olarak adlandırılmaktadır. Türkiye'nin atık potansiyeli yaklaşık 8,6 milyon ton eşdeğer petrol (TEP) olup bunun 6 milyon TEP'i ısınma amaçlı kullanılmaktadır. 2008 yılında biokütle kaynaklarından elde edilen toplam enerji miktarı 66 bin TEP'tir [15].

### **2.2.6. Hidrojen Enerjisi**

Elektriğin farklı kullanım alanlarının bulunmasına karşı, dünya teknolojisi sadece elektriğe bağlı olarak değil, yakıtı da temel olarak gerektiren bir biçimde gelişme göstermiştir. Hidrojen, verimi oldukça yüksek bir yakıttır. Yenilenebilir ve yeşil enerji kaynağı olarak görülmektedir. Toplam efektif maliyetinin diğer yakıtlardan daha düşük olduğu bilinmektedir.

Hidrojen enerjisini son zamanlarda popülerleştiren ana iki neden olup, biri fosil yakıtların saldığı gazların çevreye verdiği zarar diğeri ise bu yakıtların rezervlerinin tükenmesidir [16].

### **2.3. Güneş Enerjisinin Önemi ve Sürdürülebilir Öneme Uygun Stratejiler**

Türkiye fosil kaynaklar bakımından diğer ülkelere göre pek avantajlı olmayan bir ülkedir. Enerji kaynakları bakımında sürekli dışarıdan kaynak alan Türkiye’de 2009 yılında enerji arzının petrolde ve doğalgazda %90’ların üzerinde olduğu görülmektedir. Kömür ise %20 civarlarında genel toplamda ise toplam %74’lük bir oran dış ülkelere karşılanmıştır. Bu durumda ülkemizin maalesef dışa bağımlılık oranı %74 seviyesindedir [17].

**Tablo 2. 2008 Yılı İtibariyle Türkiye'nin Yerli Kaynak Potansiyeli [17]**

<b>Yerli Kaynak</b>	<b>Potansiyel</b>
<b>Linyit</b>	<b>8,4 milyar ton</b>
<b>Taş Kömürü</b>	<b>1,3 milyar ton</b>
<b>Asfaltit</b>	<b>77,5 milyon ton</b>
<b>Petrol</b>	<b>42 milyon ton</b>
<b>Hidrolik</b>	<b>129,4 milyar kWh/yıl</b>
<b>Doğalgaz</b>	<b>7 milyar m<sup>3</sup></b>
<b>Rüzgâr</b>	<b>40,000 MW</b>
<b>Jeotermal</b>	<b>32,010 MWt</b>
<b>Biyokütle</b>	<b>8,6 MTEP</b>
<b>Güneş Enerjisi</b>	<b>32,6 MTEP</b>

Tablo 2 incelendiğinde Türkiye'nin enerji ihtiyacının petrol, linyit, kömür, doğalgaz, jeotermal ve hidrolik enerji olduğu gözlemlenir. Türkiye'nin üretim potansiyeli, tüm enerji ihtiyacının sadece %48'ini karşılayabilir durumdadır. Mevcut durum, yenilenebilir enerji kaynakları açısından Tablo 3'te özetlenmektedir



**Tablo 3. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyel Kullanımı [18]**

<b>Enerji Kaynağı</b>	<b>Mevcut Potansiyel (GWh/yıl)</b>	<b>Kullanılabilir Potansiyel (GWh/yıl)</b>	<b>Ekonomik Yönden Kullanılabilir Potansiyel (GWh/yıl)</b>	<b>Kullanılan Potansiyel (GWh/yıl)</b>	<b>Kullanım Durumu (%)</b>
<b>Hidrolik</b>	<b>450</b>	<b>215</b>	<b>130</b>	<b>35</b>	<b>30</b>
<b>Biyogaz</b>	<b>1,58</b>	<b>0,79*</b>	<b>0,4**</b>	<b>0,067</b>	<b>16,8</b>
<b>Rüzgâr Enerji</b>	<b>400</b>	<b>124</b>	<b>98</b>	<b>61</b>	<b>62</b>
<b>Jeotermal Enerji</b>	<b>16</b>	<b>8*</b>	<b>4**</b>	<b>0,89</b>	<b>22,5</b>
<b>Güneş Enerji</b>	<b>365</b>	<b>182*</b>	<b>91**</b>	<b>4,07</b>	<b>4,5</b>
<i>*Bu sayılarda kullanılabilir potansiyelin yarısı alınmıştır.</i>					
<i>**Bu sayılarda ekonomik yönden kullanılabilir potansiyelin yarısı alınmıştır.</i>					

Araştırma kuruluşlarının hazırlamış oldukları raporlar incelendiğinde 2060 yılında dünyadaki enerji ihtiyacının %60'ının yenilenebilir kaynaklardan temin edileceği görülmektedir. Dünya Bankası tahminlerinde güneş enerjisi sektörünün ticari hacmi önümüzdeki 30 yıl içerisinde 4 trilyon USD olacağı yer almaktadır. Bu bağlamda bakıldığında yenilenebilir enerji sektörüne yatırım yapmak isteyen yatırımcının güneş enerjisi sektöründe karar kılması daha doğru olmaktadır.

Dünya Güneş kuşağı içerisinde bulunan ve bu sebeple güneş enerjisi kazancı açısından oldukça avantajlı bulunan Türkiye, bu potansiyelini şu ana kadar istenen şekilde kullanamamıştır. 110 gün gibi yüksek güneşlenme süresine olan ülkemiz doğru ve yerinde yatırımlar yapılması halinde ortalama m<sup>2</sup> den 1,100 kwh'lık enerji üretebilecek potansiyelindedir. Bu değerler baz alınarak yapılan hesaplamalarda Türkiye güneş enerjisi üretimi açısından Almanya'dan daha avantajlı olduğu görülmektedir. Almanya şu an güneş enerjisi yatırımlarında birinci sırada yer almaktadır [18].

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ İÇİN TESİS YERİ SEÇİMİ

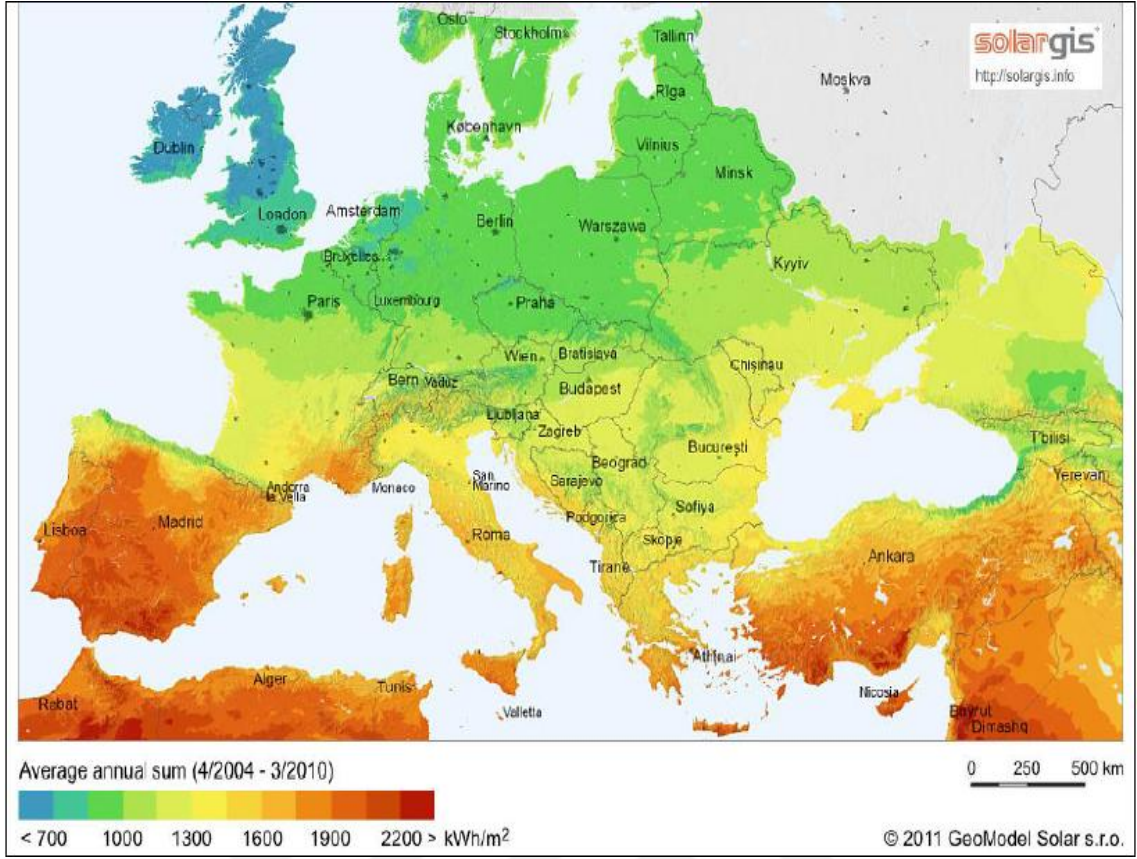
#### 3.1. Güneş Enerjisi Santrali Tesisi Seçimi ve Önemi

Yatırımcıların motivasyonunu arttırmak amacıyla güneş enerjisi AR-GE süreçlerinde izlenen politikalar temelde verimliliği, maliyet odaklı artırmaya yönelik çalışmalar olmaktadır. Fakat bu politikalar sadece maliyet odaklı olarak geliştirilmemelidir. Çevresel etkileşimler ve ekonomik fırsatlar da stratejik kararlarda önemli kriterlerdendir.

Maliyet odaklı verimlilik kriterleri, genellikle elektrik üretim maliyeti ile ilgilidir. Tesis seçim koşullarında santrallerin sabit ve değişken maliyetlerini doğrudan etkilemek nihai amacdır. Verimlilik açısından yer seçimi hakkında kesin kurallar olmadığı için geçmişte yapılmış projelerden elde edilen tecrübelerden birtakım fikirler oluşmuştur. Bu bağlamda bölgenin güneşlenme potansiyeli, toprak yapısı, arazi cephesi, arazi konumu ve fiziki yapısı, tarım uygunluğu gölgelenme durumu, kirlenme ve tozlanma durumu, şebeke yakınlığı, hava şartları, ulaşım durumu, belediyenin imar durumu olarak on temel kriter bulunmaktadır. Bu kriterler sırasıyla aşağıda ayrıntılı bir biçimde anlatılmıştır [19].

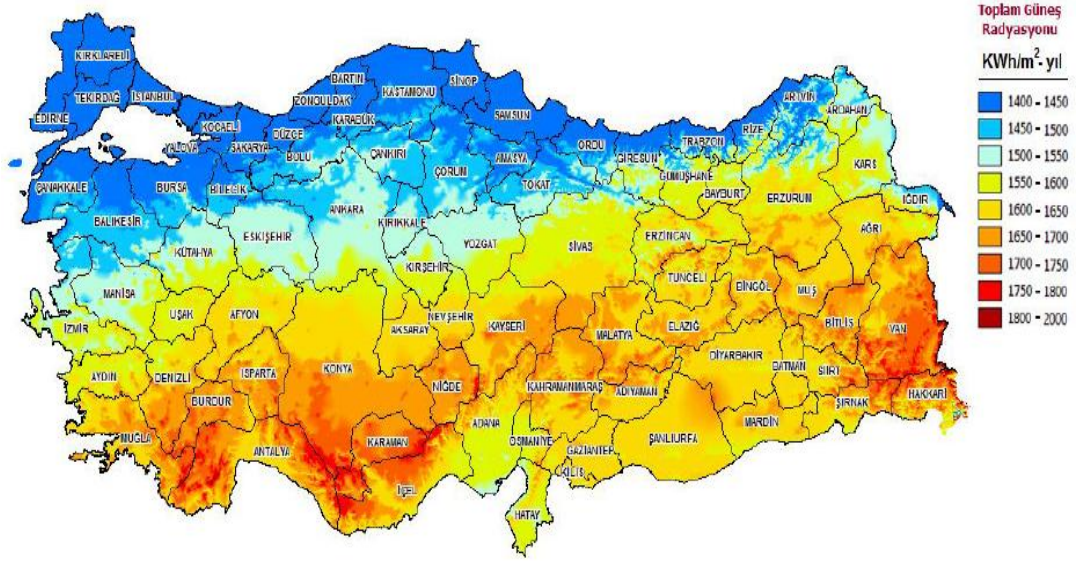
#### ➤ Güneşlenme Potansiyeli:

Güneş enerjisi için arazi seçiminde öncelikle arazinin güneş potansiyel durumudur. Ülkemiz diğer ülkelere oranla güneş potansiyeli açısından oldukça avantajlıdır. Dünyanın güneş enerji sektöründe birinci sırada olan Almanya'dan bile daha fazla güneş potansiyeline sahiptir. Aşağıdaki Avrupa güneş haritası incelendiğinde İspanya ve Türkiye'nin diğer ülkelere göre avantajlı olduğu net bir şekilde görülmektedir.



**Şekil 3. Avrupa Güneş Potansiyeli Atlası [20]**

Güneşlenme potansiyelleri ülke içerisinde incelendiğinde arazinin seçileceği ilde güneşlenme süresi ne kadar fazla ise, elde edilecek verimin miktarı o kadar fazla olacaktır. Konya, Antalya, Karaman, Van, Diyarbakır, Antalya gibi illerin Türkiye'deki diğer illere oranla güneş potansiyeli daha fazladır. Seçilecek arazinin bu illerden birinde olması oldukça yatırımı avantajlı hale getirecektir.



**Şekil 4. Türkiye Güneş Potansiyeli Atlası [21]**

➤ **Toprak Yapısı:**

Seçim yapılacak arazide bir diğer önemli kriter de toprak yapısıdır. Çünkü kayalık bölgelerde seçilen arazide konstrüksiyonların beton ayak olması gerekir. Beton ayaklı konstrüksiyonlar ise çakmalı tip konstrüksiyonların maliyetine göre %30 daha fazla olabilir.

➤ **Arazi Cephesi:**

Güneş'ten maksimum yararlanmak için arazinin güney cepheli olmasında oldukça fayda vardır.

➤ **Arazinin Konumu ve Fiziki Yapısı;**

Arazinin konumunda önemli olan faktör, dere veya nehir gibi alanlara yakın olup olmadığıdır. Eğer böyle bir durum söz konusu ise olası bir felaket (heyelan, sel vb.) de maddi kayıp çok fazla olabilir ve arazide çok fazla tümsek ve ya çukur varsa, sabit maliyeti arttıracaktır. Normal standartlarda 5 dönümlük bir güneş enerjisi santrali arazisi için kepçe maliyeti 25 bin TL iken, arazinin fiziki yapısı kötü ise 100 bin Türk lirasını bulabilmektedir.

➤ Tarım Uygunluğu:

Arazi çok fazla verimli ise, marjinal tarım uygunluğu yazısı alınmaz ve güneş santrali bu durumda kurulamaz.

➤ Gölgeleme Durumu:

Arazi seçiminde etrafı incelmekte fayda vardır. Çünkü eğer araziye gölge yapacak bir cisim bulunuyorsa santralden alınacak verim düşecektir.

➤ Kirlenme ve Tozlanma Durumu:

Araziye yakın bölgelerde beton santrali, taş ocağı gibi fazlasıyla toz çıkaran tesisler bulunuyorsa, çıkardıkları tozlar panellere gelir ve paneller temizlenmediği sürece ciddi verim kaybı oluşur.

➤ Şebekeyle Mesafesi

Güneş santrali kurulduktan sonra bulunduğu ilin dağıtım şirketinin belirttiği yere bağlantı yapılması gerekmektedir. Bu nakil hatlarının gideceği yolun seçimi çok önemlidir. Başka arazilerin üzerinden elektrik telleri geçmek zorunda kalırsa, tüm hak sahiplerinden özel izin yazısı almak gerekir. Bu sebeple elektrik iletim hattına ne kadar yakın olursa o kadar fayda sağlar. Maliyet açısından da elektrik hatların kısa ve düz olması maliyeti düşürecektir.

➤ Hava Şartları:

Arazi seçimi sırasında hava şartlarını göz önünde bulundurmak gerekir. Seçilen arazi üzerinde 1 yıl içerisinde kaç gün kar yağışı, sis ve yağmur olduğu tespit edilirse, seçilecek arazideki verim arttırabilir.

➤ Ulaşım Durumu:

Bir diğer önemli husus araziye ulaşım yoludur. Seçilen araziye ulaşım zor şartlar altında gerçekleşiyor ise, sabit maliyetindeki işçilik ve lojistik masrafları artacaktır.

➤ Belediyenin İmar Durumu:

Arazi seçilmeden önce, belediyeye beraber çalışıp ileriye yönelik imar planlarına bakıldığı takdirde gelecek yıllarda oluşabilecek sorunların önüne geçilmiş olacaktır.

Güneş enerji santrallerinin arazi seçim şartlarının belirlenmesi esnasında, bu tip faaliyetlerin çevreye zararları bilinmekte ve bu etkiler verimlilik açısından arazi seçim kriterleri ile çelişmektedir. Arazi seçimlerinde genelde tercih edilen mera alanlarında, daha önceden yapılmış üretim tesislerinde arazideki otlama etkinliklerini tamamen bitirmiştir. Aynı şekilde maki alanları, fundalık, çayırklar, sazlıklar gibi alanlarda tesis kurmak için yapılan zemin temizliğinde o alandaki bitkilere kalıcı zararlar vermektedir. Zemini negatif yönde etkileyen bir diğer işlem ise toprağa yapılan sıkıştırma işlemleridir. Bu işlemler arazinin topografik yapısını değiştirip, toprağın doğallığını bozmaktadır. Erozyon riskinin olduğu alanlarda kurulacak güneş enerji santralleri erozyonu daha da artırdığından bu bölgelerde yer seçim yapılmaması büyük önem taşımaktadır.

Bu tip santrallerin tarım arazilerinin üzerinde yaptığı olumsuz etkiler kanıtlanmış ve bu enerji üretim çeşidini zararları konusunda tartışmalara sürüklemiştir. Tarımsal arazi olarak kullanılmayan fakat tarıma uygun arazilerde kurulmuş güneş enerji santralleri ise o arazideki toprak verim ve kabiliyetini sifira düşürmektedir. Tarımsal açıdan önemli bir üretim kaybı oluşturmaktadır.

Büyük ölçekte üretim yapan santrallerde çok geniş alana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alanların çevresindeki hayvanların hareket alanları kısıtlanmaktadır. Bölgenin mikro iklimasının değişmesi, yüksek ışık yansımaları, yüksek sıcaklık ve manyetik alan su kaynaklarının ciddi anlamda azalması ve bölgenin eko sisteminin değişmesi ciddi çevresel sonuçlar doğurmaktadır.

Doğal alan ilan edilmiş bölgeler, ormanlık bölgeler, sulak araziler, çayır ve mera bölgeleri ve millî parklar gibi çevresel açıdan önemli biyolojik çeşitliliğe sahip alanlar içerisinde görülmektedir. Bu gibi hassas bölgelere güneş enerji santrali kurmaktan uzak durmak gerekir. Çünkü yatırım ve çevre için büyük önem taşımaktadır.

Güneş santrallerinin oluşturduğu yüksek ışımadan meydana gelen negatif görsel etkisi hava yolları uçuş güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Hava alanları çevresinde ya da yoğun güzergâh altında bulunan alanlar kurulan veya işletilen büyük çaptaki güneş santralleri uçuş güvenliği için risk oluşturduğundan bu arazilerde yer seçiminden kaçınılmalıdır.

Bu gibi sebeplerle tesis yeri seçim kararı verilirken sadece maliyet odaklı değil aynı zamanda çevresel şartların uygunluğunu da gözeten, aynı zamanda ekonomik fırsatları da göz önünde bulunduran bir yaklaşım ortaya koyulmalıdır.

### **3.2. Karar Destek Sisteminin Oluşturulması ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri**

Minimum iki kriterin arasında seçim yapılması gereken problemlere çok kriterli karar verme problemleri denir. Genelde tüm çok kriterli karar verme problemleri çok sayıda kriter içermekte ve en doğru kararın verilebilmesi için kriterlerin çok iyi bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Diğer aşamada ise problem çözümü için en uygun alternatifler belirlenmelidir. Tüm hesaplamalar yapıldıktan sonra alternatifler arasındaki doğru alternatife karar verilmelidir.

Günümüz piyasasında rekabet durumu, işletmelerin başarılı yatırımlar yapabilmeleri için doğru kararların alınması gerekir. Alınan kararların doğru olabilmesi için tecrübeye dayanarak yapılması pek yeterli olmamaktadır. Tecrübenin yanında nitel ve nicel veriler kullanılarak subjektif ve objektif kriterlere göre çözümler yapılmalıdır. Bunun için bazı sayısal yöntemler geliştirilmiştir. Bu tip problemleri ele alırken zamanla değişmesi de göz önünde bulundurulmalıdır.

Çok kriterli problemlerde kriterler insanların tecrübelerine göre baz alındığı için tecrübelerinden birbirinden farklı olmasından dolayı kriterler çoğu zaman birbiriyle çelişmektedir. Bu sebeple çözümlerin çok optimal olduğu söylenemez.

Aşağıda, literatürde sıkça kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri belirtilmiştir.

➤ ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality)

Bu yöntem seçeneklerin sıralanmasını sağlar ve bu seçenekleri uyumluluk, uyumsuzluk ve eşik değerleri ölçütünde değerlendirir.

Belirlenmiş ölçütlerin ağırlıklarına bakılarak seçeneklerin kendi aralarında baskınlık ölçüsüne dayanmaktadır. 1968 yılında Bernard Roy'un karar verme üzerine çalışmalarının sonucunda ortaya çıkmış bir yöntemdir.

➤ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

Bu yöntem 1992 yılında Chen ve Hwang tarafından bulunmuş çok kriterli karar verme yöntemidir. Alternatif seçeneklerin daha önceden belirlenmiş kriterlerin alabileceği değerleri maksimum ve minimum olarak ideal durumuna göre karşılaştıran bir yöntemdir.

➤ PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation)

Promethee metodu, alternatifleri farklı tercih fonksiyonları ile değerlendiren, alternatiflerin önceliklerini elde etmesi ve daha ayrıntılı analize imkân vermesi ile en çok kullanılan karar verme yöntemlerinden biridir.

➤ AHP (Analytic Hierarchy Process)

1970 yılında Saaty yılında geliştirilen karar verme yöntemlerinden biridir. En önemli özelliklerinden birisi karar vericinin objektif olarak düşünce ve fikirlerini karar verme problemlerine entegre edebilmesidir. AHP, ana hedef, seçenekler, ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi göstermeye olanak tanır.



➤ ANP (Analytical Network Process)

ANP ise AHP'nin genel bir formudur ve bileşenlerin kendi aralarındaki ilişkilerini tanımlayarak ifade eder [22].

Bu tez çalışmasında çok kriterli bir karar verme süreci olan güneş enerjisi santrali tesis yeri seçimi için AHP yönteminden faydalanılacaktır. AHP yönteminin metodolojik adımları, çalışmanın ilerleyen bölümlerinde detaylı olarak verilmiştir.

### 3.3. Literatür Çalışması

Enerji sektöründeki planlama ve modelleme çalışmaları 2000'li yıllara yaklaşırken petrol krizlerinden sonra enerji uzmanlarının ve karar vericilerin daha çok dikkatini çekmiş ve çalışmaları artırmıştır. Bu krizler ülkeleri kaygılandırmış enerji ihtiyaçlarını güvenli ve sürekliliği olan bir şekilde karşılamayı hedeflemişlerdir. Nükleer santrallerin bu yıllar çerçevesinde artış sağlamasının en önemli sebebi bu krizlerdir. Enerji planlama ve yatırım kararları başlarda sadece maliyet kriteri çerçevesinde analiz edilirken ilerleyen senelerde çevresel boyutlar da ele alınmaya başlanmıştır. Kriterler artmaya başlayınca çok kriterli karar metotları kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerle hem farklı enerji politikaları hem de farklı enerji kaynağı seçimlerinde alternatiflerin birbiri ile olan çok yönlü kriterler temelinde kıyaslanmaları yapılarak avantaj ve dezavantajları analitik ve bilimsel yöntemlerle değerlendirme fırsatı ortaya çıkarmaktadır.

Konu ile ilgili olarak enerji, fırsat ve çevre kriterlerinin bir ya da birkaçını ele alan 32 makale incelenmiş ve bu çalışmalarda MAUT ve AHP tekniklerinin kullanımının diğerlerine oranla daha fazla olduğu görülmüştür. Enerji politikaları ve enerji çeşitleri arasındaki karar problemlerinde AHP'nin kullanımı yoğundur. Bölüm 2'de bahsedilen elektrik enerjisi hatta yenilenebilir enerjisi elde etmek için birçok teknoloji bulunur. Her birinin diğerine göre avantaj ve dezavantajları bulunduğundan hangi teknolojinin kullanılacağı, çok kriterli karar verme yöntemleriyle belirlenebilmektedir.

Son on yıl içerisinde yayımlanan makaleler incelendiğinde birçok farklı kriterin baz alınarak çözüm yapıldığı fakat en çok kullanılan kriterlerin fırsat, fayda, risk, maliyet olduğu görülmektedir. Enerji teknolojileri arasında yapılan karar verme problemlerinde ise güneş enerji santrallerinin seçiminin daha yaygın olduğu tespit edilmiştir. Vedat Şeker'in yazmış olduğu "Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını ANP ile Modellenmesi Analizi" adlı makalede karar verme yöntemlerinden ANP'yi kullanarak, bu yöntemlerin enerji sektöründeki seçimine açıklık getirmiştir. Literatür tablosu Ek-2'de verilmiştir. [23].

### **3.4. Güneş Enerjisi Üretim Tesisi Seçiminde Önemli Kriterler**

Türkiye'de yeni kurulması planlanan 3 güneş enerji santrali arasında en iyi yatırımı seçebilmek amacı ile çeşitli ana kriterler ve bunların alt kriterleri belirlenmiştir. Bu ana kriterler;

- Çevresel Kriterler
- Maliyet Odaklı Kriterler
- Fırsat Odaklı Kriterler olarak adlandırılmıştır.

#### **3.4.1 Çevresel Kriterler**

Çevresel kriter, kendi içerisinde coğrafi konum ve iklim yapısı olarak iki alt kriterde incelenmiştir. Güneş santrallerinin arazi belirlenmesinde oluşacak faaliyetlerin çevreye olumsuz etkileri ve çevrenin verime etkisi incelenmiştir.

Kaynaklarda santrallerin çevrim verimliliği olarak geçen kurulu güç- alan kullanımı oranına göre verimi oldukça düşüktür. Diğer enerji üretim santralleriyle enerji miktarı açısından karşılaştırıldığında güneş enerji santralleri büyük alanlar kaplamaktadır. Genelde tercih edilen mera alanlarına kurulan santraller büyük alanlar kapladığı için hayvanların otlama faaliyetlerini kısıtlamakta hatta o alan için yok etmektedir.

Coğrafi konum olarak santralin kurulacağı bölgenin güneş potansiyeli, elde edilecek verimi doğrudan etkilediği ve arazinin etrafında gölge yapacak cisimlerin verimi düşürdüğü kanıtlanmıştır. Bunu yanında şebekeye yakınlığı, arazi cephesi, fiziki yapısı ve tarımsal durumunun verime etkisinin olduğu yukarıda ayrıntılı bir biçimde anlatılmıştır (Bkz. Bölüm 3.1)

### **3.4.2 Maliyet Odaklı Kriterler**

Maliyet kriterleri, sabit ve değişken olmak üzere iki alt kriterde incelenmiştir. Sabit maliyet, kurulum aşamasındaki makine ve yardımcı ürünlerin satış bedeliyle, arazini seçildiği alandaki her türlü inşaat çalışmaları ve montaj durumunda oluşan tüm maliyetleri kapsamaktadır.

Değişken maliyet ise santralin kurulum aşamasından sonra işletme oluşan işçilik maliyetleri, bakım maliyetleri ve idari tüm maliyetleri kapsamaktadır.

### **3.4.3 Fırsat Odaklı Kriterler**

Fırsat odaklı kriterler; kamusal, lojistik ve sosyal olarak üç alt kriterde incelenmiştir.

Kamusal olarak, güneş enerjisi santrallerinin arazi seçimlerini etkileyen yasa 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımı ile ilişkili kanundur. Kanunun ana amacı yenilenebilir enerji teknolojilerinin elektrik üretim amacı ile kullanımının artırılmasıdır. Çünkü kanun içerisinde teşvik edici maddeler, enerji kaynak alanlarının belirlenmesi ve korunması ile ilgili maddeler barındırmaktadır.

Lojistik ve sosyal olarak ise; güneş enerji santrallerinin yerleşim, çalışma ve sanayi alanlarına taşınması için şebeke hattına ihtiyacı vardır. Şebeke bağlantısının olmadığı veya zor olduğu durumlarda yeni iletim hatlarına ve trafo merkezlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu hatların inşası esnasında doğal yaşamı ve çevresel çeşitli olumsuzluklar doğurmaktadır. Bu bakımdan hem çevresel etkiler hem de faaliyetlerin

verimliliği itibariyle yer seçiminde şebeke bağlantısına yakın bölgelerin tercih edilmesi lojistik olarak kolaylık sağlayacaktır [24].

### **3.5. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Metodolojisi**

AHP, bir karar problemi üzerinde, önceden oluşturulmuş bir karşılaştırma ve puanlama skalası kullanarak, kararı etkileyen faktörler, kriterler ve alt kriterleri önem değerleri açısından birebir karşılaştırmalara dayanan bir sistemdir. Bir karar verme probleminin AHP metodu ile çözülebilmesi için aşağıdaki adımları uygulamak gerekmektedir.

#### **Adım 1: Karar Verme Problem Tanımlanması**

Bu adım iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama karar noktalarının saptanması yani kararı kaç sonuç üzerinden değerlendirileceğine bakılmasıdır. Diğer aşamada ise karar noktalarını etkileyen kriterler saptanmaktadır. Bu aşamada ise karar noktalarının sayısının gösterimi  $m$ , karar noktalarını etkileyen faktörlerin sayısının gösterimi ise  $n$  harfi ile sembolize edilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken husus faktör sayısının doğru belirlenmesi ve her faktörün detaylı tanımlarının yapılmasıdır. BÜ işlemler doğru yapıldığı takdirde tutarlı mantıklı çözümler elde edilecektir [25].

#### **Adım 2: Faktörler Arası Karşılaştırma Matrisi Oluşturma**

Faktörler arası karşılaştırma matrisi, yukarıda bahsedilen gösterimle  $n \times n$  boyutlu bir matristir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki bileşenler 1 değerini alır. Bu 1 değerinin almasının sebebi aynı iki faktörün birbiriyle karşılaşmasının sonucunun 1 oluşudur.

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

Faktörlerin karşılaştırması birebir ve karşılıklı olmak zorundadır. Burada matriste alacak değerler Tablo 5 ‘teki önem skalasından alınan önem derecesine göre yapılmaktadır. Bir örnekle açıklayacak olursak birinci faktör ikinci faktöre göre karşılaştırmayı yapan danışman tarafından mutlak üstün görünüyorsa, bu durumda matrisin birinci satır ikinci sütun değeri 5 olacaktır. Karşı durumunda ise mutlak üstün değeri ikinci faktöre kullanacaksa birinci satır üçüncü sütun matrisi 1/5 şeklinde olacaktır.

Yukarıda verilen örnek dikkate alınırsa matrisin birinci satır ikinci sütun değeri 5 değerini alıyorsa, matrisin ikinci satır birinci sütun değeri 1/5 değerini alacaktır.

**Tablo 4. Saaty Önem Skalası**

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her İki Faktörün Eşit Öneme Sahip Olması
2	1.Faktörün 2. Faktörden Daha Önemli Olması Durumu
3	1.Faktörün 2. Faktörden Çok Önemli Olması Durumu
4	1.Faktörün 2. Faktöre Göre Çok Güçlü Bir Öneme Sahip Olması
5	1.Faktörün 2. Faktöre Göre Mutlak Üstün Bir Öneme Sahip Olması

### Adım 3. Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımlarının Belirlenmesi

Karar vericilere danışılarak oluşturulan karşılaştırma matrisinin, faktörlerin birbirlerine göre önem seviyelerini önem skala mantığına göre gösterir. Ancak bu faktörlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını, diğer bir deyişle yüzde önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır ve n adet ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur.

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

Bahsettiğimiz sütun vektörünün hesaplamasında aşağıda ki formülden yararlanılır.

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

Açıklayıcı olması adına şöyle bir matrisimizin olduğunu varsayalım;

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 5 \\ 4 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

Yukarıdaki sütun vektörünün  $b_{11}$  elamanı,  $b_{11} = \frac{1}{1+3+0,2}$  şeklinde

hesaplanması gerekir. Ve bu şekilde sütun vektörü hesaplanacak ve sağlama olarak sütun vektörünün toplamı 1 olmuş olacaktır. Diğer kısımlara uygulanan sütun vektörleri matrisel olarak birleştirildiğinde yeni bir matris oluşacaktır. Oluşan yeni matristeki satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve Öncelik Vektörü adı verilen yeni sütun vektörü meydana gelir.

#### Adım 4. Faktör Kıyaslamalarındaki Tutarlılık Hesaplanması

AHP yöntemi tutarlı bir sistem olmasına rağmen, elde edilen sonuçların gerçekçiliği, karar vericilerin faktörler arasında yaptığı birebir karşılaştırmadaki tutarlılığa bağlı olmalıdır. AHP, tutarlılık oranı (**CR**) aşaması ile tutarlılığın ölçülebilmesine kolaylık sağlamaktadır. AHP, tutarlılık hesaplamasını, faktör sayısı

ile **Temel Değer** ( $\lambda$ ) adı verilen bir katsayının karşılaştırmasına dayandırır.  $\lambda$ ' nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir.

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

(2) formülü ile elde edilen D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılaştırmalı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (E) elde edilir. Elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması (3) formülü ise karşılaştırmanın temel değerini ( $\lambda$ ) verir.

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

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (3)$$

$\lambda$  hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI), (4) formülünden faydalanılarak hesaplanabilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (4)$$

Tutarlılık oranı hesaplariken son adımda ise, Random Gösterge (RI) olarak isimlendirilen Tablo 6. da belirtilen yani faktörünün karşılığına gelen düzeltme değerine bölünerek elde edilir.



**Tablo 5. Random Gösterge Değerleri [26]**

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

Adım 5. Her Bir Faktör İçin, m Karar Noktasındaki Yüzde Önem Dağılımları Bulunması

Birebir karşılaştırmalar ve matris işlemleri faktör sayısı kadar (n kez) tekrarlanır. Ancak bu kez her bir faktör için karar noktalarında kullanılacak G karşılaştırma matrislerinin boyutu m\*m olacaktır. Her bir karşılaştırma işleminden sonra m x 1 boyutlu ve değerlendirilen faktörün karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri elde edilir.

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

Adım 6. Karar Noktalarındaki Sonucun Bulunması

Bir Önceki adımda anlatılan n tane S sütun vektöründen meydana gelen m\*n boyutlu karar matrisi meydana getirilir.

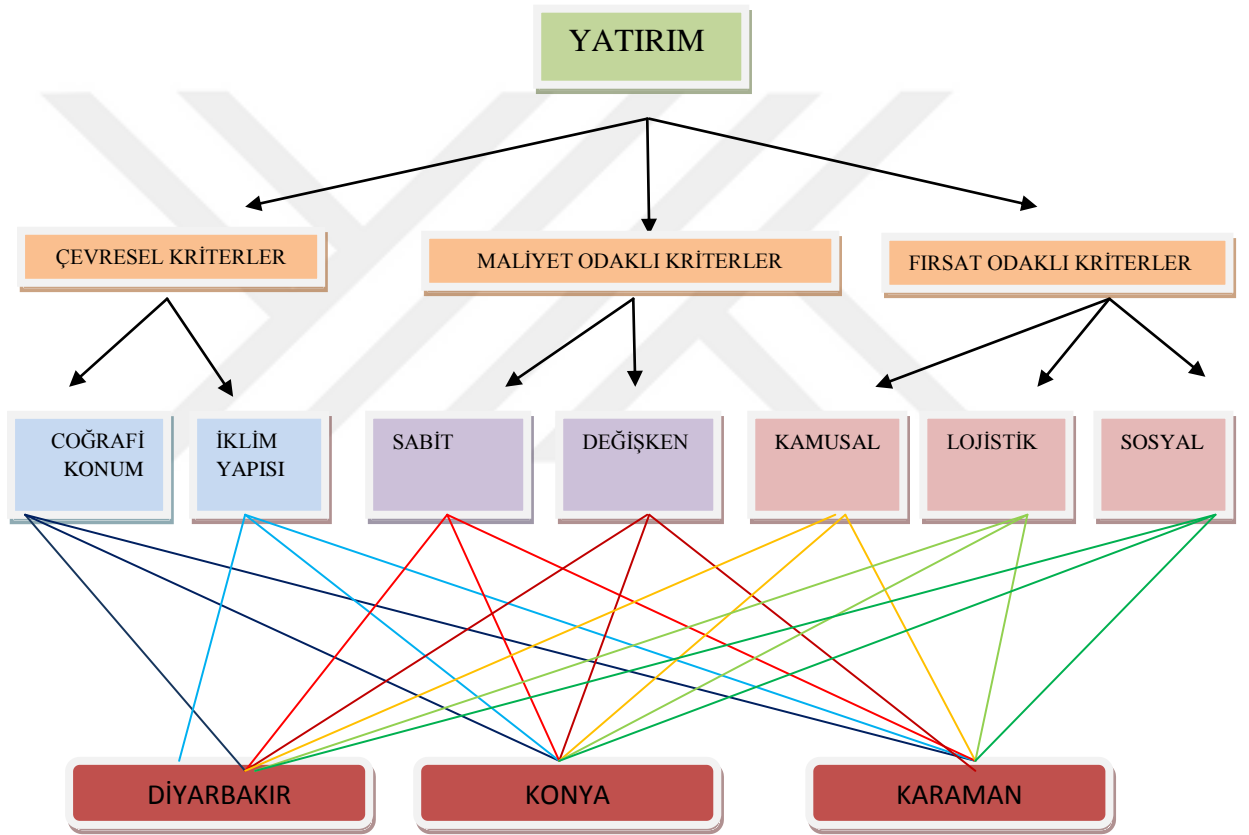
$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix}$$

Öncelik vektörü karar matrisi ile çarpma işlemine sokulduğunda L sütun vektörü elde edilecek ve bu vektör karar noktalarının yüzde dağılımını vermiş olacaktır. Bu vektörün elamanlarının toplamı 1 olacak ve aynı zamanda karar noktalarının önem sırasını da göstermiş olacaktır [26].

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

### 3.6. AHP Analizi

Tasarladığımız bu problemde Diyarbakır, Konya ve Karaman da yer alan üç farklı santral kurulum çalışması ele alınmış, kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Oluşturulan diyagram Şekil 5. te gösterilmiştir.



Şekil 5. Güneş Enerjisi AHP Diyagramı

### **3.7. Alternatif Yerlerin Karşılaştırılmasının Yapılması**

Oluşturulan diyagramdan sonra yatırımın hangi alternatife karar verilmesi gerektiği problemini çözebilmek adına güneş enerjisi ile ilgili bir firmada çalışmakta olan üç danışman ikili karşılaştırmalardan oluşan bir anket hazırlanmıştır. Anket sırasında uzmanların yanında birebir kriterlerin açıklaması yapılmış ve yanlış anlaşılma olmaması adına birebir fikirlerin paylaşılarak soruların cevap verilmesine özen gösterilmiştir. Danışmanların çalıştığı firma, yüksek, orta ve alçak gerilim elektrik malzemeleri toptan dağıtıcılığı konusunda hizmet veren 20 yıllık iş tecrübesi, bilgi birikimi ile yenilenebilir enerji sistemlerinde müşterilerine teknik raporlar, amortisman raporları, mönitörleme örnekleri sunan bir firmadır. Bu tez çalışmasında Diyarbakır, Konya ve Karaman alternatifleri değerlendirilmiştir. Bu alternatiflere ilişkin temel bilgiler aşağıda verilmiştir.

#### **3.7.1. Diyarbakır İli İçin Güneş Enerjisi Santrali**

Bölgesel olarak güneşlenme potansiyeline bakıldığında santralin Global radyasyonun 1650 kWh/m<sup>2</sup> den daha büyük alanlara kurulması gerekmektedir. Tablo 6 ve Şekil 7’de bölgesel değerler gösterilmiştir. Ayrıca arazi eğimi 3 dereceden yüksek, yerlerim yerlerine 500 metre, kara ve demir yollarına 100 metre, havaalanlarına 3 km, milli parklar ve tabiat alanlarına 500 metre emniyet şeridi içerisinde bulunan arazilere santral kurulumu onaylanmaktadır. Diyarbakır ili için seçilen arazi bu kriterlere uygun niteliktedir.

**Tablo 6. Bölgelere Göre Global Radyasyon Değeri**

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m <sup>2</sup> - yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/yıl)
G. Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971



**Şekil 6. Türkiye’de Güneş Enerji Santrali Kurulabilecek Alanlar**

Diyarbakır ilinde yapılacak yatırım 5 MW Kurulu gücünde fotovoltaik paneller tarafından elde edilecek bir sistem olmakla beraber bu sistem tam kapasitede 1.894.301 kWh elektrik enerjisi üretebilecektir. 12 ay yatırım süresi hesaplanmış ve toplam yatırım tutarı 3.631.461 TL’dir. 8 yıl amortisman süresi belirlenmiş ve 7 personel istihdam edilmesine karar verilmiştir. Değişken maliyet giderleri içerisinde ki personel giderleri Tablo 8. De gösterilmiştir.

**Tablo 7. Yıllık Toplam Personel Gideri**

Pozisyon	Aylık Brüt Ücret	Personel Sayısı	Yıllık Brüt Ücretler
Yönetim	2.500 TL	1	30.000 TL
Güvenlik	1.500 TL	2	18.000 TL
İşçi	1.500 TL	3	18.000 TL
Muhasebe ve İdari İşler	1.500 TL	1	18.000 TL
	Toplam	7	84.000

Diyarbakır 6. Bölgede yer almasından dolayı teşvik kapsamında desteklenen sektörlerin genişliği, iş gücü maliyetlerinin azaltılması ve finansman imkânlarının genişletilmesi hususunda en avantajlı iller arasındadır. Bölgesel olarak yatırım teşviklerine bakıldığında Tablo 9’da Diyarbakır içinde bulunduğu bölgenin en avantajlı durumda olduğu açıkça görülmektedir

**Tablo 8. Diyarbakır Bölge Yatırım Teşvikleri**

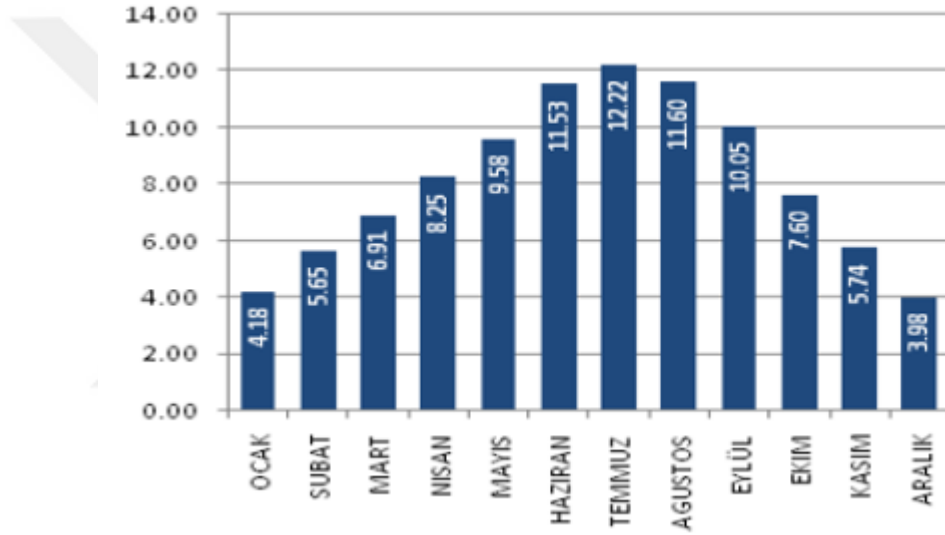
Bölgeler	01.01.2014 Tarihi İtibariyle	Bölgesel Teşvik Uygulamaları	Büyük Ölçekli Yatırımların Teşviki
1	-	10	3
2	-	15	5
3	3 yıl	20	8
4	5 yıl	25	10
5	6 yıl	35	11
6 (Diyarbakır)	7 yıl	50	15

Bunun yanında Diyarbakır bulunduğu bölge itibariyle sabit yatırım tutarıyla yeni istihdamlar üzerinden hesaplanacak ve ‘GELİR VERGİSİ STOPAJI VE SİGORTA PRİMİ İŞÇİ HİSSESİ 10 YIL SÜREYLE’ ödenmeyecektir [27].



### 3.7.2. Konya - Karapınar İçin Güneş Enerjisi Santrali

Karapınar'a yapılacak yatırımın gücü 3.15 MW olup yıllık elektrik üretimi 3.782.457 kWh olacaktır. Konya'nın güney bölgesinde yer alan ve fazlasıyla geniş alana sahip olan Karapınar bölgesi, gerek güneşlenme değerleri, gerekse arazi çokluğu açısından oldukça avantajlı bir bölgedir. Yağış durumu incelendiğinde Türkiye'nin en az yağış alan bölgesi olduğu açıkça görülmektedir. Karapınar bölgesi için yıllık toplam güneşlenme sürelerini gösteren Şekil 7 aşağıdadır.



Şekil 7. Karapınar Bölgesi İçin yıllık Toplam Güneşlenme Süreleri

Maliyet odaklı faktörler incelendiğinde sabit yatırım maliyeti 12.794.000 Euro, yıllık değişken maliyetin 38.384 Euro ve son olarak yıllık hedeflenen gelirin 1.342.393.99 Euro olduğu hesaplanmıştır.

Fırsat odaklı kriterler incelendiğinde ise; 5195 sayılı kanuna göre yatırımcılara kamulaştırmanın hemen gerçekleşmesi, kamulaştırma ve alt yapı bedelinin hazineden karşılanması, resmi kurum ve kuruluşlar ilgili tüm işlemlerde

ÇED raporu dahil toplamda en fazla 2,5 ay gibi kısa bir sürede yatırıma başlanabilmesi gibi kolaylıklar sağlanmaktadır [28].

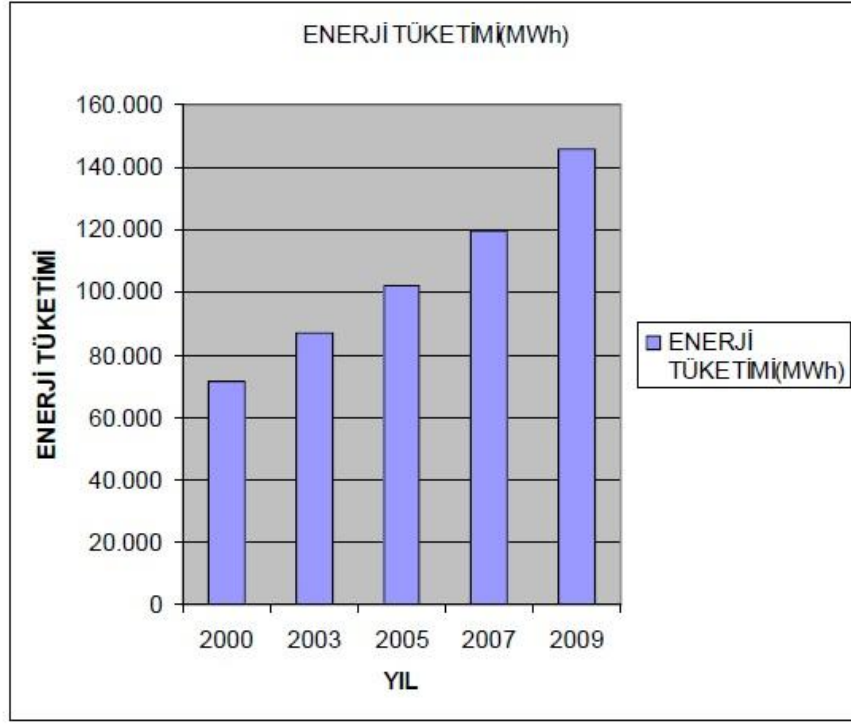
### **3.7.3. Karaman İli İçin Güneş Enerjisi Santrali**

Bu santralin kurulu gücü 5 MW ve aynı il içerisindeki organize sanayi trafo merkezine gönderilip buradan tüketicilere ulaştırılması doğrultusunda planlanmıştır.

Çevresel odaklı faktörler incelendiğinde iklim yapısı olarak yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı bir iklim yapısı görülmekte ancak bazı yerlerde Akdeniz iklim yapısı da görülebilmektedir. İl topraklarının yüzde 34'ü çayırılık ve mera alanlarına sahiptir. Karaman ili için aylık radyasyon değerleri Tablo 10'da gösterilmiştir. Karaman ilinde yıldan yıla elektrik enerjisi tüketimi artmış bulunmakta bu artışın son yıllarda daha da hızlandığı görülmekte ve bölge çevresinde enerji üretim tesisi olmadığı bilinmektedir. Şekil 8'de Karaman ili için yıllara göre enerji tüketim değerleri gösterilmiştir.

**Tablo 9. Karaman İli İçin Aylık Radyasyon Değerleri**

Ay	Global Radyasyon
Ocak	66
Şubat	88
Mart	131
Nisan	163
Mayıs	197
Haziran	219
Temmuz	229
Ağustos	204
Eylül	164
Ekim	119
Kasım	77
Aralık	58
<b>YILLIK</b>	<b>1,709</b>



**Şekil 8. Karaman İli İçin Yıllık Enerji Tüketim Verileri**

Maliyet odaklı kriterler incelendiğinde sabit maliyetler 1.250.173.45 euro, değişken maliyetler 45.000 Euro olduğu hesaplanmıştır.

Fırsat odaklı kriterler incelendiğinde ise vergi, resim, ve harç istisnası, katma değer vergi istisnasına tutulacağı görülmektedir. Elektrik piyasası kanunu ile sağlanan teşviklerde ise güneş enerji üretim tesislerinin üretime başladıklarını tarihten itibaren 5 yıl iletim sistemi kullanım ücretleri üzerinden yüzde elli indirim yapılır.

### 3.8. Model Sonuçları

#### 3.8.1. Ana Kriterlerin Değerlendirilmesi

Değerlendirilen ana kriterlerde yatırımcılar için en önemlisi maliyet odaklı kriter olmuştur. Maliyetin yatırıma etkisinin ne derece büyük olduğu tartışılmaz bir konudur. İkinci olarak fırsat odaklı kriterler, teşvikler ve diğer fırsatlar bakımından ortanca önemde görülmüştür. Çevresel kriterlerin diğer kriterlere göre en düşük öneme sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 10. Ana Kriterlerin Önem Dereceleri**

KRİTERLER	ÖNCELİK
<b>Fırsat Odaklı Kriterler</b>	0,284739
<b>Maliyet Odaklı Kriterler</b>	0,575829
<b>Çevresel Kriterler</b>	0,139432
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,082286 &lt; 0,1</b>	

#### 3.8.2. Alt Kriterlerin Değerlendirilmesi

Karar verici uzmanlarla ayrı ayrı önem matrisleri oluşturulmuştur. Burada ortak matrisler belirtilecek, danışmanların ayrı ayrı önem matrisleri EK-4'te ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Fırsat odaklı kriterler değerlendirildiğinde en önemli kriter kamusal fırsatlar yani devlet teşvikleri olmuştur. Devlet teşviklerinde yüksek imkanlar sağlanmakta ve her türlü fayda sağlandığından birinci sırada önem derecesine sahip olmuştur. Gerek iletişim hattına mesafe gerek trafolara mesafeden dolayı lojistik fırsat ikinci sırada, sosyal fırsatlar ise üçüncü sırada yerini almıştır.

**Tablo 11. Fırsat Kriterinin Önem Dereceleri**

FIRSAT ODAKLI KRİTERLER	ÖNCELİK
Kamusal Fırsat	0,661998
Lojistik Fırsat	0,214598856
Sosyal Fırsat	0,123402659
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,086109 &lt; 0,1</b>	

Maliyet odaklı kriterlerin önem derecelerine bakıldığında ilk yatırım maliyetinin yani sabit maliyetin daha önemli olduğu, yıllık işçi, bakım vb. gibi masrafların ise yatırım maliyetinden daha önemsiz olduğu görülmektedir. Sektör yatırımcılara büyük rakamlarda yatırım maliyetleri istediği için böyle bir sonucun ortaya çıktığı öngörülmektedir.

**Tablo 12. Maliyet Kriterinin Önem Dereceleri**

MALİYET ODAKLI KRİTERLER	ÖNCELİK
Sabit Maliyet	0,768143
Değişken Maliyet	0,231857
<b>Tutarlılık İndeksi: <math>0 &lt; 0,1</math></b>	

Çevresel kriterler gerek santral arazisinin seçimi gerek doğal çevreye verilen zararlar doğrultusunda önemli bir kriterdir. Arazinin güneşlenme potansiyeli ve sis, ve yağmur ve kar yağma oranları verimi önemli ölçüde etkilediğinden iklim yapısı alt kriterinin daha önemli olarak görülmesi gayet doğal ve doğru bir sonuçtur.

**Tablo 13. Çevre Kriterinin Önem Dereceleri**

ÇEVRESEL KRİTERLER	ÖNCELİK
Coğrafi Uyumluluk	0,215502
İklim Yapısı	0,784498
<b>Tutarlılık İndeksi: <math>0 &lt; 0,1</math></b>	

### 3.8.3. Alternatif Yatırımların Önem Dereceleri

Aşağıdaki tablolarda alt kriterlerin önem dereceleri hesaplanmış, tutarlılık indeksleri belirtilmiştir. Uzmanlarla yapılan Anket sonuçları Ek 1’de verilmiştir.

Alternatifler fırsata ana kriteri olarak değerlendirildiğinde Karaman bölgesinin güneş enerjisi santrali açma teşvikleri ve bölgenin yakınında elektrik üretim sahası olmayışı, Karaman OSB’ye yakınlığı ve sürekli artan enerji talebinden dolayı öncelik sırası olarak birinci sırada yer almıştır.



**Tablo 14. Fırsat Kriteri İçin Önem Dereceleri**

Alternatif Yatırımların Fırsat Kriteri İçin Önem Dereceleri	ÖNCELİK
Diyarbakır	0,118228
Karaman	0,558655
Konya	0,323117
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,049616&lt;0,1</b>	

Kamusal fırsatlar öncelik sırası değerlendirildiğinde Diyarbakır alternatifi 6. Bölge teşviklerinde yer aldığı için maliyet açısından büyük avantajlar elinde bulundurmaktadır. Bu sebeple kamusal fırsat öneminde birinci sırada yer almıştır.

**Tablo 15. Alternatifler İçin Kamusal Fırsat Faktörünün Önem Dereceleri**

Alternatif Yatırımların Kamusal Fırsat Alt Kriteri İçin Önem Dereceleri	ÖNCELİK
Diyarbakır	0,638964
Karaman	0,134815
Konya	0,226222
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,081531 &lt;0,1</b>	

Lojistik fırsat olarak Konya elektrik iletimi konusunda diğerk alternatiflere göre oldukça avantajlı trafo merkezine yakınlığından dolayı birinci sırada yer almıştır. Yine aynı şekilde OSB trafosuna yakınlığından dolayı Karaman ikinci sırada Diyarbakır ise üçüncü sırada yer almıştır.

**Tablo 16. Alternatifler için Lojistik Fırsat Faktörünün Önem Dereceleri**

Alternatif Yatırımların Lojistik Fırsat Alt Kriteri İçin Önem Dereceleri	ÖNCELİK
Diyarbakır	0,130492
Karaman	0,368916
Konya	0,500592
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,016629 &lt; 0,1</b>	

Sosyal fırsat olarak Diyarbakır'ın işçi ve vergi teşvikleri daha avantajlı durumda olduğundan sosyal fırsatlarda diğer alternatiflere göre daha üstün haldedir.

**Tablo 17. Alternatifler İçin Sosyal Fırsat Faktörünün Önem Dereceleri**

Alternatif Yatırımların Sosyal Fırsat Alt Kriteri İçin Önem Dereceleri	ÖNCELİK
Diyarbakır	0,673908
Karaman	0,121191
Konya	0,2049
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,079134 &lt; 0,1</b>	

Maliyet açısından gerek arazinin koşulları gerekse yatırımın sabit ve değişken maliyet avantajları Konya alternatifinin önem sırasını birinci dereceye çıkarmış ve Karaman da ikinci sırada yer almıştır.

**Tablo 18. Alternatifler İçin Maliyet Faktörünün Önem Dereceleri**

Alternatif Yatırımların Maliyet Kriteri İçin Önem Dereceleri	ÖNCELİK
Diyarbakır	0,12448
Karaman	0,354257
Konya	0,521264
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,015878 &lt;0,1</b>	

Sabit maliyet tutarının düşük olması ve amortisman süresinin kısa olmasından dolayı sabit maliyet kriterinde Konya önem dereceleri sırasında birinci sırada yer almıştır.

**Tablo 19. Alternatifler İçin Sabit Maliyet Faktörünün Önem Dereceleri**

Alternatif Yatırımların Sabit Maliyet Alt Kriteri İçin Önem Dereceleri	ÖNCELİK
Diyarbakır	0,114206
Karaman	0,269998
Konya	0,615796
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,080631&lt;0,1</b>	

Değişken maliyet açısından alternatifler değerlendirildiğinde teşviklere bağlı olarak Diyarbakır vergi ve işçi maliyeti konusunda oldukça avantajlı olduğu için değişken maliyet önem sıralamasında birinci sırada, ikinci sırada ise Konya yer almıştır.

**Tablo 20. Alternatifler İçin Değişken Maliyet Faktörünün Önem Dereceleri**

Alternatif Yatırımların Değişken Maliyet Alt Kriteri İçin Önem Dereceleri	ÖNCELİK
Diyarbakır	0,59684
Karaman	0,144776
Konya	0,258384
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,046521 &lt; 0,1</b>	

Çevresel coğrafi yapı ve iklim yapısı olarak düzlük alanlara sahip olması güneşlenme süresinin diğer alternatiflere oranla daha yüksek olmasından dolayı Konya az bir farkla birinci sırada yer almıştır. Yine aynı sebeplerden dolayı Karaman alternatifi ikinci sırada yer almıştır.

**Tablo 21. Alternatifler İçin Çevre Faktörünün Önem Dereceleri**

Alternatif Yatırımların Çevre Kriteri İçin Önem Dereceleri	ÖNCELİK
Diyarbakır	0,100286
Karaman	0,409787
Konya	0,489927
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,002352&lt;0,1</b>	

Coğrafi konum olarak Konya- Karapınar bölgesinin yıllık güneşlenme süreleri diğer alternatiflere göre mevsim şartları güneş enerji santrali için daha uygun olduğundan öncelik sıralamasında birinci sırada yer almış onu Karaman alternatifi takip etmiştir. İklim yapısı kriteri değerlendirildiğinde ise Diyarbakır'ın arazi seçiminin yapıldığı bölgelerinde birçok avantajı bulunduğu için ilk öncelik ona tanınmıştır.



**Tablo 22. Alternatifler İçin Coğrafi Uygunluk Faktörünün Önem Dereceleri**

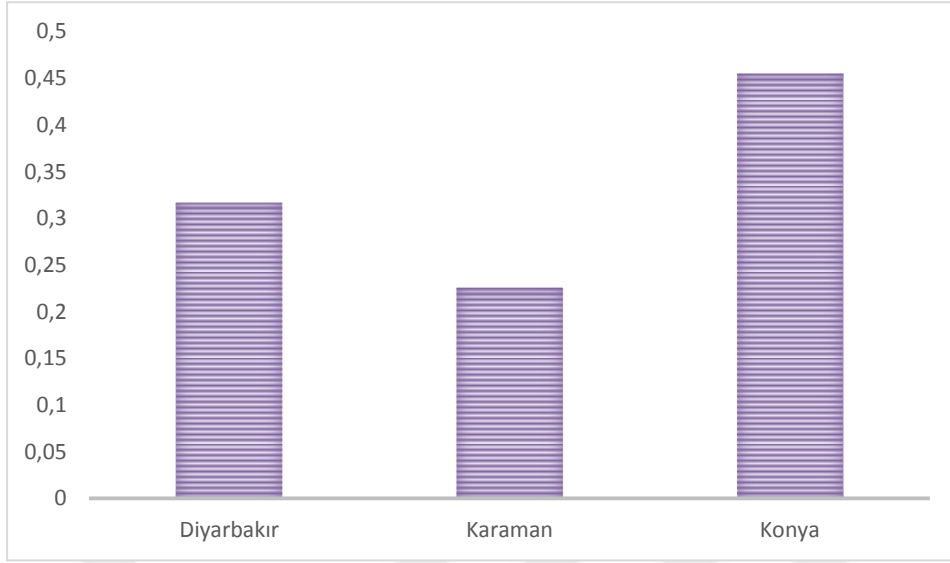
Alternatif Yatırımların Coğrafi Uygunluk Alt Kriteri İçin Önem Dereceleri	ÖNCELİK
Diyarbakır	0,124465
Karaman	0,250503
Konya	0,625032
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,054862&lt;0,1</b>	

**Tablo 23. Alternatifler İçin İklim Yapısı Faktörünün Önem Dereceleri**

Alternatif Yatırımların İklim Yapısı Alt Kriteri İçin Önem Dereceleri	ÖNCELİK
Diyarbakır	0,589332
Karaman	0,181789
Konya	0,228879
<b>Tutarlılık İndeksi: 0,042547 &lt; 0,1</b>	

#### **3.8.4. Yatırım Alternatifinin Bulunması**

Yatırım alternatifleri tüm kriterler bazında değerlendirildiğinde güneşlenme süresi ve teşvikleri ÇED raporu dâhil izin ve belgelerin kolay çıkarılması, bölgede düzlük alanların çoğunlukta olması gibi birçok sebepten dolayı Konya alternatifine karar verilmiştir.



**Şekil 9. Alternatif Öncelikleri**

**Tablo 24. Karar Noktalarındaki Sonucun Bulunması**

Yatırım Alternatifleri	Önem Dereceleri
Diyarbakır	0,350498874
Karaman	0,218379277
Konya	0,431121849

Bu sonuçlar temel alındığında yatırımın Konya bölgesine yapılmasına karar verilmiştir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenilenebilir enerji kaynaklarına gösterilen ilgi dünyada her geçen gün artmaktadır. Fosil yakıtların gün geçtikçe azalıyor olması ve ülkelerin çevreye duyarlı politikaları, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik sektörlerin ve teknolojilerin gelişmesini sağlamaktadır. Ülkemiz, yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelen ve sınırsız bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi potansiyeli bakımından birçok ülkeye göre oldukça avantajlı durumdadır. Ülkemiz, bu avantajı etkin bir şekilde değerlendirerek güneş enerjisinden sıcak su üretiminde dünyada ikinci sırayı almıştır. Yapılan yatırımlar, ülkemizin gelecekte, güneş enerjisinden elektrik üretimine yönelik yatırımların ülkemizde yoğun bir şekilde yapılacağını ve ülkemizin dünyanın önde gelen ülkelerinden birisi olacağını göstermektedir. Bu tez çalışmasının amacı; son zamanların en gözde yatırım çeşidi olan yenilenebilir enerji kaynaklarından sürdürülebilir hedeflere uygun, ekonomik, çevresel ve sosyal anlamda faktörleri bir arada barındıran güneş enerji santrali kurulumu için alternatif bölgelere ait yatırımlar arasından birine AHP ile karar vermektir. Yatırımcıların çevresel etkilere daha da önem göstermesini, doğaya verilen her türlü zararın bir nebze de olsa önüne geçmektir. Daha sonrasında bu tezde ki konuya benzer bir çalışma uygulayacak kişiler için ileriki aşamasında yapılması gereken çalışmaya yönlendirmektir.

Güneşlenme potansiyeli, güneş enerjisi üretmek için yeterli seviyede olan bölgelerde en doğru yer seçimini bilimsel yöntemler doğrultusunda tespit etmek amacıyla hazırlanan bu tez çalışmasında literatür çalışmalarına göre fırsat odaklı kriterler, maliyet odaklı kriterler ve çevresel kriterler olarak 3 ana kriter, kamusal fırsat, lojistik fırsat, sosyal fırsat, sabit maliyet, değişken maliyet, coğrafi konum ve iklim yapısı olarak 7 alt kriter, Diyarbakır, Konya-Karapınar ve Karaman olmak üzere 3 farklı alternatif seçilmiştir. AHP yöntemi kullanılarak en uygun tesis yeri seçimine karar vermek amaçlanmıştır. AHP yöntemi esaslarına uygun olarak hazırlanan ankette enerji sektöründe 20 yıldır aktif olarak çalışan ve güneş enerji projelerinde görev olan bir firmada çalışan 3 danışman ile görüşülüp birebir karşılaştırma yapılmaları istenmiş ve anketin yanlış uygulanmaması adına yüz yüze görüşmeler sağlanmıştır. Yapılan anket sonucunda elde edilen verilerin analiz ve

değerlendirilmesi yapıldığında güneş enerji santrali yer seçimine ilişkin olarak Konya- Karapınar şehrindeki projenin gerçekleştirilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Konya-Karapınar bölgesine yapılan son yıllardaki güneş enerji yatırımları da verilen kararı desteklemektedir.

Bu konuyla ilgili benzer çalışma yapacak kişiler için, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına bu tez çalışmasında uygulanan yöntemler uygulanabilir. Kriterlerin birbirine olan etkisini AHP sisteminde inceleyemediğimiz için bu tez çalışmasının ileriki çalışmalarında alt kriterlerin birbiriyle etkisi olduğu varsayımı altında ANP yaklaşımı ile çözüm yapılarak sonuçlar karşılaştırılabilir. Yenilenebilir enerji yer seçimi problemleri için de, tez çalışmasında önerilen yöntemler uygulanabilir ve karşılaştırmalar yapılabilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Giriş, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g\\_enj\\_tekno.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx) 16.12.2016
- [2] Dünya’da ve Türkiye’ de Güneş Enerjisine Bakış <http://www.humartas.com.tr/1-mw-lisanssiz-ges-projeleri/> 21.12.2016
- [3] Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, (2014).
- [4] International Energy Agency, (2013c), Trends 2013 in Photovoltaic Applications, Survey Report of Selected International Energy Agency Countries Between 1992 and 2012, Paris, s.69.
- [5] International Energy Agency, (2013c), Trends 2013 in Photovoltaic Applications, Survey Report of Selected International Energy Agency Countries Between 1992 and 2012, Paris, s.69.
- [6] Güler, Ö. (2006), “Türkiye’de Rüzgar Enerjisinin Durumu ve Geleceği”, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 10. Enerji Kongresi, s.143-151.
- [7] Liu, Li-qun and Zhi-xin. Wang (2009), “The Development and Application Practice of Wind-Solar Energy Hybrid Generation Systems İn China”, Renewable & Sustainable Energy Reviews, cilt 13, sayı 6,7, s. 1504-1512
- [8] Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Türkiye İstatistik Kurumu,  
[http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt\\_id=12](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=12), 22.10.2012
- [9] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı(ETKB),  
<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=enerji&bn=215&hn=12&nm=384&id=384>, 11.08.2012
- [10] Ata, R. (1998), “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Değerlendirmesi”, Ege Bölgesi Enerji Sorunları Forumu, İzmir, s. 45–47.

- [11] Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, <http://www.jeotermalhaber.com/tag/dogu-marmara-kalkinma-ajansi>, 29.10.2012
- [12] Serka (2015). Yeşil Enerji Kaynakları Sektör Raporu.Ocak, 2015, T.C. Serhat Kalkınma Ajansı, Kars, TÜRKİYE
- [13] [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h\\_hidrolik\\_nedir.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx) 10.01.2017
- [14] Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, <http://www.jeotermalhaber.com/tag/dogu-marmara-kalkinma-ajansi>, (29.10.2012)
- [15] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB),  
<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=enerji&bn=215&hn=12&nm=384&id=384>, (11.08.2012)
- [16] Ültanır, M. Ö., (1998) 21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, <http://www.tusiad.org.tr> (19.04.2004)
- [17] Doğukan, K. (2010), Güneş Enerjisi Kaynaklı Elektrik Üretiminin Teknik - Ekonomik Analizi ve Yöresel Uygulaması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, s.6.
- [18] Alkan A. & Görez, T. (2005), Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir, s.2.
- [19] Solargis, (2014), Solar Irridation Atlas of Europa, <http://solargis.info>. 24.01.2017
- [20] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2014, <http://www.eie.gov.tr>.15.02.2017
- [21]Güneş Enerjisi Santrali Tesis Yeri Seçimi ve Önemi  
<http://www.enerjibes.com/gunes-santrali-icin-arazi-secimi/>

- [22] Saner, H. S. (2015) Türkiye’de Güneş Enerjisi Santrallerinin YER Seçimi ve Çevresel Etkileri :Karapınar ve Karaman Enerji İhtisas Endüstri Bölgeleri Örneklerinin Değerlendirilmesi.
- [23] Saaty, T.L. (1991). “Some Mathematical Concepts of the Analytic Hierarchy Process”,*Behaviometrica*, 29: 1-9.
- [24] Özdemir A. Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) VE ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulaması Enver Çakın
- [25] Madlener,R.,Stagl,S.,“Sustain ability-guided promotion of renewable electricity generation” , *Ecological Economics*, 53 : 147-167 (2005).
- [26] AHP Metodolojisi <http://mustafaakca.com/ahp-analitik-hiyerarsi-prosesi/>
- [27] HACİBEBEKOĞLU, M. Diyarbakır Yatırım Fizibilite Projesi
- [28] SolarTermik, 2010, Konya Valiliği,Karapınar İlçesi’nde Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretim Tesisi Yatırımları için Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi Kurulmasına Yönelik Fizibilite Çalışması Raporu -
- [29]Karaman İli İçin Güneş Enerjisi Santrali  
<<http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/Güneş/veri.html>>, alındığı tarih  
30.08.2010



## EKLER

### Ek -1 Danışmanların Ana ve Alt Kriter Önem Verileri

#### Ana Kriterler

#### 1.UZMAN

	Fırsat Odaklı Kriterler	Maliyete Odaklı Kriterler	Çevresel Kriterler
Fırsat Odaklı Kriterler	1	0,33	2
Maliyete Odaklı Kriterler	3	1	3
Çevresel Kriterler	0,5	0,33	1

**Tablo 1.Birinci Uzman Önem Matrisi**

## 2.UZMAN

	Fırsat Odaklı Kriterler	Maliyete Odaklı Kriterler	Çevresel Fırsatlar
Fırsat Odaklı Kriterler	1	0,33	3
Maliyete Odaklı Kriterler	3	1	4
Çevresel Fırsatlar	0,33	0,25	1

**Tablo 2. İkinci Uzman Önem Matrisi**

### 3.UZMAN

	Fırsat Odaklı Kriterler	Maliyete Odaklı Kriterler	Çevresel Fırsatlar
Fırsat Odaklı Kriterler	1	0,5	3
Maliyete Odaklı Kriterler	2	1	3
Çevresel Fırsatlar	0,33	0,33	1

**Tablo 3. Üçüncü Uzman Önem Matrisi**

Aşağıdaki tabloda üç uzmanın önem derecelerinin ana kriterler için geometrik ortalamaları alınmıştır. Tüm çözümler bu geometrik ortalamaya göre yapılmıştır.

ANA TABLOLAR	Fırsata Bağlı	Maliyete Bağlı	Çevreye Bağlı
Fırsata Bağlı	1	0,379023346	2,620741394
Maliyete Bağlı	2,62074139	1	3,301927249
Çevreye Bağlı	0,37902335	0,300831029	1

**Tablo 4. Uzmanlar Ortak Matrisi**

## Alt Kriterler

Fırsat Oda	Kamusal Fırs	Lojistik Fırsat	Sosyal Fırsat	Fırsata Od	Kamusal Fı	Lojistik Fırs	Sosyal Fırsat	Fırsata Od	Kamusal Fı	Lojistik Fırsat	Sosyal Fırs
Kamusal F	1	4	4	Kamusal F	1	4	5	Kamusal F	1	4	4
Lojistik Fır	0,25	1	3	Lojistik Fır	0,2	1	2	Lojistik Fır	0,25	1	2
Sosyal Fırs	0,25	0,33	1	Sosyal Fırs	0,2	0,5	1	Sosyal Fırs	0,25	0,5	1
Maliyet Od	Sabit Maliyet	Değişken Maliyet		Maliyet Od	Sabit Maliye	Değişken Maliyet		Maliyet Od	Sabit Maliye	Değişken Maliyet	
Sabit Maliy	1	3		Sabit Maliy	1	4		Sabit Maliy	1	3	
Değişken M	0,33	1		Değişken M	0,25	1		Değişken M	0,33	1	
Çevreyese	Coğrafi Uygu	İklim Yapısı		Çevreye B	Coğrafi Uyg	İklim Yapısı		Çevreye B	Coğrafi Uyg	İklim Yapısı	
Coğrafi Uy	1	0,33		Coğrafi Uy	1	0,25		Coğrafi Uy	1	0,25	
İklim Yapı	3	1		İklim Yapı	4	1		İklim Yapı	4	1	
Fırsat Oda	Diyarbakır	Karaman	Konya	Fırsat Oda	Diyarbakır	Karaman	Konya	Fırsat Oda	Diyarbakır	Karaman	Konya
Diyarbakır	1	0,25	0,25	Diyarbakır	1	0,25	0,2	Diyarbakır	1	0,33	0,33
Karaman	4	1	2	Karaman	4	1	3	Karaman	3	1	2
Konya	4	0,5	1	Konya	5	0,33	1	Konya	3	0,33	1
Kamusal F	Diyarbakır	Karaman	Konya	Kamusal F	Diyarbakır	Karaman	Konya	Kamusal F	Diyarbakır	Karaman	Konya
Diyarbakır	1	4	4	Diyarbakır	1	3	4	Diyarbakır	1	4	4
Karaman	0,25	1	0,5	Karaman	0,33	1	0,5	Karaman	0,25	1	0,33
Konya	0,25	2	1	Konya	0,25	2	1	Konya	0,25	3	1

Lojistik Fır	Diyarbakır	Karaman	Konya	Lojistik Fır	Diyarbakır	Karaman	Konya	Lojistik Fır	Diyarbakır	Karaman	Konya
Diyarbakır	1	0,25	0,25	Diyarbakır	1	0,33	0,33	Diyarbakır	1	0,33	0,33
Karaman	4	1	0,5	Karaman	3	1	0,5	Karaman	3	1	1
Konya	4	2	1	Konya	3	2	1	Konya	3	1	1
Sosyal Fır	Diyarbakır	Karaman	Konya	Sosyal Fır	Diyarbakır	Karaman	Konya	Sosyal Fır	Diyarbakır	Karaman	Konya
Diyarbakır	1	5	5	Diyarbakır	1	4	5	Diyarbakır	1	4	4
Karaman	0,2	1	0,5	Karaman	0,25	1	0,33	Karaman	0,25	1	0,5
Konya	0,2	2	1	Konya	0,2	3	1	Konya	0,25	2	1
Maliyet Od	Diyarbakır	Karaman	Konya	Maliyet Od	Diyarbakır	Karaman	Konya	Maliyet od	Diyarbakır	Karaman	Konya
Diyarbakır	1	0,25	0,33	Diyarbakır	1	0,33	0,25	Diyarbakır	1	0,33	0,25
Karaman	4	1	5	Karaman	3	1	0,2	Karaman	3	1	0,2
Konya	3	0,2	1	Konya	4	5	1	Konya	4	5	1
Sabit Maliy	Diyarbakır	Karaman	Konya	Sabit Maliy	Diyarbakır	Karaman	Konya	Sabit Maliy	Diyarbakır	Karaman	Konya
Diyarbakır	1	0,2	0,25	Diyarbakır	1	0,33	0,25	Diyarbakır	1	0,33	0,25
Karaman	4	1	0,33	Karaman	3	1	0,25	Karaman	3	1	0,33
Konya	4	3	1	Konya	4	4	1	Konya	4	3	1

Çevresel	Diyarbakır	Karaman	Konya	Çevresel	Diyarbakır	Karaman	Konya	Çevresel	Diyarbakır	Karaman	Konya
Diyarbakır	1	0,2	0,25	Diyarbakır	1	0,25	0,2	Diyarbakır	1	0,25	0,2
Karaman	5	1	1	Karaman	4	1	1	Karaman	4	1	0,5
Konya	4	1	1	Konya	5	1	1	Konya	5	2	1
Coğrafi Uy	Diyarbakır	Karaman	Konya	Coğrafi Uy	Diyarbakır	Karaman	Konya	Coğrafi Uy	Diyarbakır	Karaman	Konya
Diyarbakır	1	0,5	0,25	Diyarbakır	1	0,33	0,25	Diyarbakır	1	0,33	0,25
Karaman	2	1	0,25	Karaman	3	1	0,33	Karaman	3	1	0,33
Konya	4	4	1	Konya	4	3	1	Konya	4	3	1
İklim Yapı	Diyarbakır	Karaman	Konya	İklim Yapı	Diyarbakır	Karaman	Konya	İklim Yapı	Diyarbakır	Karaman	Konya
Diyarbakır	1	2	3	Diyarbakır	1	3	4	Diyarbakır	1	3	3
Karaman	0,5	1	1	Karaman	0,33	1	0,5	Karaman	0,33	1	0,5
Konya	0,33	1	1	Konya	0,25	2	1	Konya	0,33	2	1

## Ek-2 Literatür Çalışması

	Çalışmanın Adı	Çalışmanın Yazarı	Çalışmanın Yılı	Çalışmanın Kriterleri
1	Enerji Santrallerinin Çok Kriterli Değerlendirilmesi	Hasan Burak BASAR	2014	Teknoloji ve Sürdürülebilirlik -Yaşam -Sosyo-Ekonomik Etkiler
2	Türkiye Enerji Planlaması İçin Çok Ölçütlü Bir Model Önerisi	Abit BALIN	2015	Verimlilik, Maliyet, Gaz Salınımı, İstihdam Yaratma, Toplumsal Kabul Edilebilirlik, Kazanç
3	G20 Ülkelerinin Enerji Göstergeleri Açısından Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Sıralanması	Murat GÖK	2008	Enerji İthalatı, Emisyon Miktarı, Enerji kullanımı, Enerji Üretim
4	Enerji Endüstrisinde Karar Destek Sistem Geliştirilmesi Ve Uygulanması	Kazım Barış Atıcı	2010	Enerji, Çevre
5	Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını ANP ile Modellenmesi Analizi	Vedat ŞEKER	2010	Risk, Maliyet, Fırsat, Fayda
6	Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılacak Yakıt Alternatiflerinin AHP ile Değerlendirilmesi	Utkucan ŞAHİN	2012	Risk, Maliyet, Fırsat, Fayda

7	Güneş Enerjisi Destekli Alternatif Isıtma Sistemlerinin Enerji ve Ekonomi Yönünden Karşılaştırılması	Ali Rıza DOĞAN	2015	Güneş enerjisi kullanımı, Ekonomik Analiz
8	Bir Fotovoltaik Güneş Enerjisi Santralının Fizibilitesi Karaman Bölgesi Güneş Enerji Santrali Analizi	Mehmet Harun GİRGIN	2015	Hukuki Yapı, Yatırım maliyeti, Meteorolojik özellik, Kapasite seçimi, Enerji analizi, Ekonomik Analiz
9	Türkiye İçin Fotovoltaik Güneş Enerjisi Teknoloji yol Haritası	Y a v u z G A Z İ B E Y	2015	Teknolojik
10	Yenilenebilir Enerjide Mevzuat: Mevzuat Sorunlarına Yönelik Bir Araştırma	Bilgen ÖZCAN	2015	Mevzuat ve Teşvikler
11	Aralık Katsayılı Çok Amaçlı Tam Sayılı Programlama Ve Türkiye'den Uygun Yenilenebilir Enerji Alternatiflerinin Belirlenmesi	Meliha GEZEN	2015	Çevresel Faktör, Ekonomik, Teknolojik, Çevresel, Sosyal
12	Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler Ve Türkiye	Olca YILMAZ	2015	Teşvikler
13	Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılığının Endeks Ayırıştırma Analizi İle İncelenmesi	Esat HONİ	2015	Dışa bağımlılık



14	Türkiye’de Alternatif Enerji Kaynaklarının Ekonomik Açıdan İrdelenmesi	Kezban AYRAN	2015	Politik,- Ekonomik,- Sosyal, Teknolojik, Yasal, Çevresel
15	Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri	Özge TORUNOĞLU GEDİK	2015	Arz-Süreklilik,- Sosyal, Ekonomik,- Çevresel
16	1990 Sonrası Türkiye’de Enerji Bağımlılığının Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi	Büşra Hilal AKAYIN	2015	Ekonomik
17	Türkiye’nin Bölgelere Göre Enerji Potansiyeli	Ceylan GÖKMEN	2015	Bölgesel Faktör
18	Türkiye’nin Enerji Politikaları Ve Komşu Ülkeler İle Uluslararası İlişkilerine Etkisi	Sercan DURMUŞOĞLU	2015	Politik,- Ekonomik,- Sosyal, Teknolojik, Yasal, Çevresel
19	Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Yerel Yönetimlerde Kullanımının Analizi	Murat ÇİFTÇİ	2015	Kullanılabilirlik
20	Yeşil Enerji: Türkiye’nin Potansiyelinin Ve Uygulamalarının Avrupa’dan Örneklerle Karşılaştırılması	Ahmet Akın KURUCU	2015	Çevre, Enerji, Ekonomik

## ÖZGEÇMİŞ

3 Aralık 1992 tarihi, İstanbul İli Kartal ilçesi doğumluyum. İlk, Orta ve Liseyi yine aynı ilçede tamamladıktan sonra, Beykent Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümüne başladım. Bu bölümden 2015 yılında mezun olduktan sonra, Özel bir firmada çalışmaya başladım ve aynı sene içerisinde yüksek lisans eğitimi için Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği tezli yüksek lisans bölümüne başladım. Şuan da lojistik sektöründe planlama mühendisi olarak iş hayatıma devam etmekteyim. Özel ilgi alanlarım, işletme yönetimi, stratejik planlama, stratejik karar verme süreçleri ve karar verme süreçlerinde istatistiksel analizlerdir. Yabancı dilim İngilizcedir.

**Ahmet DEMİRER**