

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DÖNEM PROJESİ

**CBS Tabanlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi ile GES Kuruluş Yer Seçimi Analizi:
Beypazarı Örneği**

Alper ÇAKIROĞLU

GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2022**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Dönem Projesi

CBS TABANLI AĞIRLIKLIL ÇAKIŞTIRMA YÖNTEMİ İLE GES KURULUŞ YER SEÇİMİ ANALİZİ: BEYPAZARI ÖRNEĞİ

Alper ÇAKIROĞLU

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şule TÜDEŞ

Dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik isteklerde son zamanlarda artış gözlenmektedir. Geleneksel enerji kaynaklarıyla enerji üretiminde ki sınırlamalar ve doğaya oluşturduğu tehdidin boyutu giderek arttığından yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına sevk etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklardan biri olan güneş enerjisi Türkiye’de kullanımı yaygınlaşmaktadır. Güneş enerji santrallerin kurulum maliyetlerin yüksek olması fizibilitesi çok iyi yapılması gerekmektedir. Güneş enerji santrallerin yer seçimi yapılma aşamasında analiz edilmesi gereken kıstasları belirleyerek uygun değerdeki yer seçilmektedir. Yer seçiminde belli başlı matematiksel modeller ve yazılımlar kullanılarak belirlenmiş olan kıstasların aralarında ilişkilendirilerek sonuçlar elde edilmektedir. Elde edilen sonuçlar coğrafi bilgi sisteminde Arcgis programı ile gerekli sorgulamalar neticesinde en iyi analiz edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemleri, güneş enerjisi, güneş enerjisi santrali, Beypazarı, yer seçim faktörü, ağırlıklı çakıştırma yöntemi, CBS, planlama

ABSTRACT

Term Project

THE EFFECT OF CONCEPT PROJECTS ON VALUE IN REAL ESTATE DEVELOPMENT

Alper ÇAKIROĞLU

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Real Estate Development and Management

Supervisor: Prof. Dr. Şule TÜDEŞ

Recently, there has been an increase in requests for the use of renewable energy sources in the world. As the limitations of energy production with traditional energy sources and the extent of the threat to nature are increasing, renewable energy sources are being used. The use of solar energy, one of the renewable energy sources, is becoming widespread in Turkey. The feasibility of installing solar power plants should be done very well because the costs are high. At the stage of choosing solar power plants' location, the optimal location is selected by determining the criteria that must be analyzed. The results are obtained by associating between the criteria determined by using the main mathematical models and software to select places. The results obtained are best analyzed in the geographic information system due to the necessary queries with the Arcgis program.

Keywords: Geographic information systems, solar power, solar power plant, Beypazarı, site selection criteria, analytic hierarchy process, Weighted Overlay, planning

TEŐEKKÖR

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. DÜNYADA VE TÜRKİYEDE ENERJİ SEKTÖRÜNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE GÜNEŞ ENERJİSİNİN YERİ	4
2.1 Yenilenebilir Enerji ve Güneş Enerjisi Üretimi	4
2.2 Dünyada Güneş Enerji	5
2.3 Türkiye’de Güneş Enerjisi	6
2.4 Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi	8
3. GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİNDEN ENERJİ ÜRETİMİ MALİYETİNİN DİĞER SANTRALLERDEN ENERJİ ÜRETİMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI ...	9
4. GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ	10
4.1 Arazi Etkileri	10
4.1.1 Ekosisteme Etkileri	10
4.2 Kaza Sonucu Oluşan Kimyasal Madde Kaçakları.....	11
5. GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİNİN YER SEÇİMİ	12
5.1 Faaliyetlerin Verimliliğine Bağlı Yer Seçimi Şartları.....	12
5.2 Faaliyetlerin Çevresel Etkiler Bakımından Şartlar	13
6. GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERDE YER SEÇİMİ AŞAMASINDA YASAL ALTLIKLARIN ROLÜ	15
6.1 4737 sayılı Endüstri Bölgeleri Kanunu	15
6.2 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun.....	15
6.3 2872 Sayılı Çevre Kanunu	16
6.4 6831 Sayılı Orman Kanunu.....	16
6.5 2873 Sayılı Milli Parklar Kanunu.....	16
6.6 4342 Sayılı Mera Kanunu	16
6.7 5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu	17

6.8 3083 Sayılı Sulama Alanlarında Arazi Düzenlemesine Dair Tarım Reformu Kanunu	17
6.9 2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu	17
6.10 3621 Sayılı Kıyı Kanunu	18
6.11 2565 Sayılı Askeri Yasak Bölgeler ve Güvenlik Bölgeleri Kanunu	18
6.12 2920 Sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu	18
7. GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİN YER SEÇİMİ ANALİZİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNDEN FAYDALANMA	19
7.1 Çok Kistasla Karar Verme Yöntemleri	19
7.2 Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi	20
8. ÇALIŞMA ALANI.....	22
8.1 Arazi Uygunluk Haritası	26
8.2 Eğim Uygunluk Haritası.....	27
8.3 Yükseklik Uygunluk Haritası	28
8.4 Uygunluk Sonuç Haritası	29
9. SONUÇLAR	32
KAYNAKÇA	34
ÖZGEÇMİŞ.....	36

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

ty : Tarih yok
sy : Sayfa yok
km : Kilometre
kw : Kilowatt
kWh :Kilowatt saat
w : Watt
m : Metre
m2 : Metrekare

Kısaltmalar

AHS : Analitik hiyerarşi süreci
AŞS : Analitik şebeke süreci
CBS : Coğrafi bilgi sistemleri
ÇKKV :Çok kıstaslı karar verme
GEPA :Güneş enerjisi potansiyel atlası
GES :Güneş enerjisi santrali
REN21 :Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Dünya güneş enerjisi haritası Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü	5
Şekil 2.2 Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası (ty, sy)	7
Şekil 7.1 Ağırlıklı çakıştırma verileri (ty, sy)	20
Şekil 8.1 Beypazarı ilçesi uydu fotoğrafı (ty, sy).....	23
Şekil 8.2 Ankara ili aylık ortalama dünya çapında radyasyon değerleri.....	23
Şekil 8.3 Beypazarı ortalama sıcaklık verileri	24
Şekil 8.4 CORİNE proje haritaların lejant gösterimi	25
Şekil 8.5 Beypazarı ilçesi DEM haritası	26
Şekil 8.6 Arazi uygunluk haritası.....	27
Şekil 8.7 Eğim uygun haritası	28
Şekil 8.8 Yükseklik uygunluk haritası	29
Şekil 8.9 Uygunluk sonuç haritası	30
Şekil 8.10 Uygun sonuç haritasına göre uydu fotoğrafı.....	31

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Bazı ülkelerin kaynak bazında elektrik üretim oranları	2
Çizelge 2.1 Türkiye elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı (GWh).....	6
Çizelge 2.2 Türkiye elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı (GWh).....	6
Çizelge 3.1 Güneş enerji elektrik üretimde maliyet durumu	9

1. GİRİŞ

Küresel bazda gerçekleşen gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde nüfus artış hızı, şehirleşmelerde artan yoğunluk, sanayileşme ve insanoğlunun her geçen gün teknolojiye olan bağımlılığının hızla artmasından kaynaklanan enerjiye olan ihtiyaç giderek artmaktadır. 2010-2035 yılları arasında enerji ihtiyacının %93'ünü gelişmiş ülkelerin oluşturacağını ve bunun maliyetinin 30 trilyon doları bulacağını Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) öngörmektedir (Buntaine ve Pizer 2015).

Enerji yaşam döngüsünün ve tüm canlılar için vazgeçilmez bir unsurdur. Günümüzde enerjinin %80 civarında fosil yakıtlardan yani petrol, doğal gaz, kömürden karşılanmaktadır. Dünyada tüketilen toplam enerjinin %31'i ham petrolden, %28'i kömürden ve %22'si doğal gazdan karşılanmaktadır. (Uyan, 2013) tablo 1 de kaynak bazlı 2016 yılına ait dünyadaki bazı ülkelerin elektrik enerjisi üretim oranları verilmektedir.

Fosil yakıtlarından enerji üretimi ve tüketimi dünyada yoğun kullanım teşkil ederken ne yazık ki fosil yakıt kaynakları sınırlıdır. Ekonomide arzın artması ve buna karşılık talebin karşılanamaması gelecekte fosil yakıtlara erişilebilirlikte fiyatların artması kaçınılmaz olacak. 21.yüzyıl süresince küresel ölçekte enerjiye olan talep artışı yaklaşık iki katı olacaktır.

Küresel ölçekte fosil yakıtların hızla tükenmesi akabinde çevreye vermiş olduğu tahribat neticesinde 21. yüzyılda yenilenebilir enerji kaynaklarında özellikle dikkat çekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları çevreye etkisi fosil yakıtlara göre yok denecek kadar azdır ve temizdir. Yenilenebilir enerjinin birden fazla üretim şekilleri vardır. Bunlar güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerjisi, biokütle enerjisi ve hidrojen enerji olarak listelenebilir.

Yenilenebilir enerjilerden en geneli güneşten sağlanan enerjidir. Güneş enerji kaynaklarının en temeli ve tükenmeyişi olduğundan dünyada ki tercih edilen

yenilenebilir enerjilerden güneş enerjisi kullanımı ağırlıktadır. Dünyada yapılan araştırmalara göre yaklaşık 40 ülke güneş enerjisi ile alakalı olarak yasal altlıklar oluşturmuştur (Mondino, 2015).

Çizelge 1.1 Bazı ülkelerin kaynak bazında elektrik üretim oranları

Ülke	Kömür (%)	Petrol (%)	Doğal Gaz (%)	Nükleer (%)	Yenilenebilir Enerji (%)	Diğer (%)
Fransa	2,1	0,3	2,3	77,6	17,5	0,2
Almanya	45,4	0,9	9,9	15,5	28,0	0,3
ABD	39,5	0,9	26,8	19,1	13,6	0,1
Kanada	9,9	1,2	9,3	16,4	62,8	0,3
Çin	72,5	0,2	2,0	2,3	23,0	0,0
Hindistan	75,1	1,8	4,9	2,8	15,5	0,0
Rusya	14,9	1,0	50,1	17,0	17,0	0,0
Dünya	40,6	4,3	21,6	10,6	22,9	0,1

Türkiye’de yenilenebilir enerji üretiminde son yıllarda atak yapılarak gelişimi hızlanmıştır. Özellikle güneş ve rüzgâr enerjisi ile yenilenebilir enerji daha ön plana çıkmaktadır. Türkiye’nin gerek coğrafi konumu gerek topoğrafyası güneş enerji santralleri için uygun değer olanakları sunmaktadır.

Türkiye yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saat (günlük 7,2 saat) ortalama ışınım şiddeti ise 1,311 kWh/m²-yıl ulaşmaktadır. Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyeli 380milyar kWh/yıl olarak hesaplanmaktadır (Topçu, 2016).

Enerji üretiminde güneş enerji santrallerinin yer seçimi faktörleri aşamasında birçok kıstası analiz yapılmaktadır. Arazinin durumu, topoğrafyası, yükseltisi, tarımsal niteliği vb. ekonomik, sosyal ve çevresel kıstasları içinde barındıran bir süreçtir. Çok kıstasla karar verme yöntemleri yapılan yer seçimi uygulamalarında gayet başarılı olduğu anlaşılmıştır. Çok kıstasla karar verme yöntemlerinde yer seçimini etkileyen faktörler birbirine doğrudan bağlı olmasa da genel olarak birbirini etkileyen faktörlerdir. Doğrudan birbirine bağlı olmayan bu faktörler aslında çok kıstasla karar verme yöntemlerinde

birbirlerini direk olarak etkileyerek çalışmada ne kadar başarılı olduğunu göstermektedir.

Çok kıstasla karar verme yöntemlerinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin çok hızlı gelişmesi yapılacak projelerde büyük bir avantaj sağlamaktadır. Karar vericilere büyük bir avantaj sağlayan Coğrafi Bilgi Sisteminde Analitik Hiyerarşik Proses yöntemi kullanılarak güneş enerji santrallerinde uygun yer seçimi yapılma aşamasında sadece teknik şartları sağlaması yeterli olmayıp aynı zamanda ekonomik sosyal ve çevresel etkileri de dikkate alarak uygun değer ile yer seçimi yapılması amaçlanır.

2. DÜNYADA VE TÜRKİYEDE ENERJİ SEKTÖRÜNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE GÜNEŞ ENERJİSİNİN YERİ

2.1 Yenilenebilir Enerji ve Güneş Enerjisi Üretimi

Yenilenebilir enerji bir enerji döngüsünde kaynak olarak doğrudan ya da bir başka enerjiye dönüştürülerek kullanılabilir. Yenilenebilir enerji kaynakları her ülkenin özel durumlarına göre dışa bağımlılığını olumlu yönde etkileyebilir. Çünkü yenilenebilir enerji kaynakları genelde her ülke için yerli kaynak olduğundan, ülkelere ekonomik olarak büyük artıları olur.

2040'lı yıllarda fosil kökenli enerjilerin çok az bir kısmının nükleer enerjiden karşılanması durumunda bile yaklaşık 1000 tane yeni nükleer santralin kurulması gerekmektedir. Günümüzde dünya genelinde 436 nükleer santrali bulunmaktadır. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın (IAEA) bahsettiği üzere küresel ısınma ve iklim değişikliğine bağlı gelişen olumsuz olayların önüne geçilmesinin gerektiği ancak nükleer enerjinin dünya ölçeğinde hızlı bir şekilde yaygınlaşmasının zor olduğu ki bir nükleer santralin kurulması ve ilk üretime geçmesi en az 10 yıl gibi süreç almaktadır (IAEA, 2008). Ayrıca nükleer santralin kurulması ve ömrünün dolmasında çevre koşullarına göre imha edilmesinin hayli bir maliyetli olduğu aşikârdır.

Bu gelişmeler ve gelecekle ilgili endişeler, dünyada enerji bakımından yeni arayışlara sevk etmektedir. Enerji üretimi açısından alternatif enerjilerin en başında yenilenebilir enerji gelmektedir. Çünkü yenilenebilir enerji tanımına bakacak olursak, "doğanın işleyiş mekanizmasında bir sonraki gün aynen hiç eksilmeyerek kalabilen enerji kaynağı" olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda yenilenebilir enerji talebin artması yakın gelecek açısından hem umut verici hem de dünya açısından pozitif gelişmeler olmaktadır.

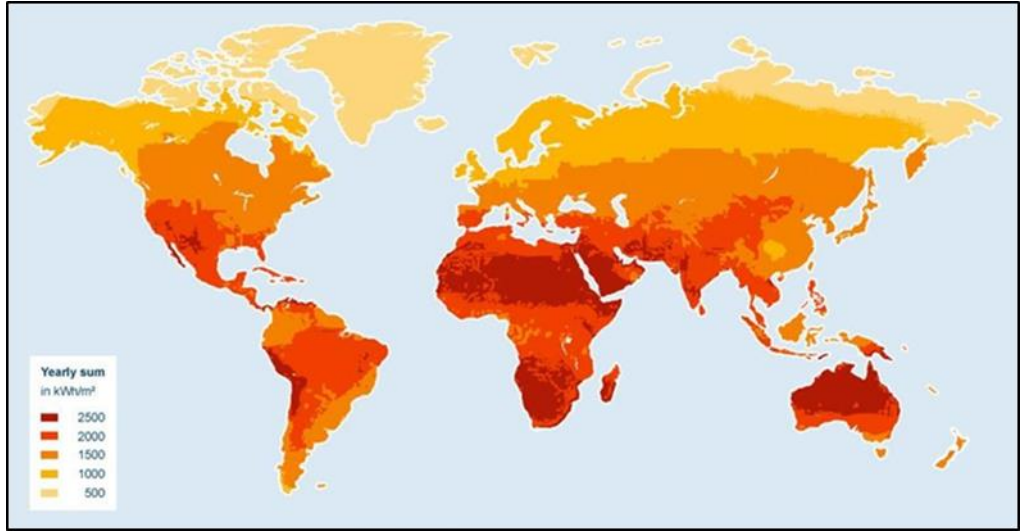
2014 yılı itibariyle yenilenebilir enerji sektörü dünyada doğrudan ya da dolaylı olarak yaklaşık 6,5 milyon çalışana ulaşmış, 144 ülke yenilenebilir enerji kullanım için hedefler

belirlemiş, 138 ülke yenilenebilir enerji üretimini desteklemek için politikalar geliştirmiştir (REN21,2014).

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarında var olan potansiyel, içinde bulunulan enerji arzındaki sıkıntılar, dışa bağımlılığının azaltılması ve buna bağlı olarak döviz kaybının önüne geçilmesinde önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bunlardan güneş, jeotermal ve rüzgâr kaynaklarından elde edilecek enerji üretim imkânları Türkiye’de büyük bir imkâna sahiptir.

2.2 Dünyada Güneş Enerji

Güneş enerjisi, dünya için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Güneşten gelen enerji dünyadaki tüm nükleer santrallerinin ürettiği toplam gücün 527.000 katıdır.



Şekil 2.1 Dünya güneş enerjisi haritası Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (..... 2014)

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde gerek sosyo - ekonomik gerek teknolojinin giderek artması beraberinde enerjiye olan ihtiyacı artırmaktadır. Ne zamanki dünyada küresel ısınma, iklim değişiklikleri ve doğanın insan eliyle tahribatı artması mevcutta kullanılan geleneksel yakıtlar (kömür, petrol, doğal gaz vb.) güneş enerjisinin kaynak olarak kullanılmasında daha da önem kazanmıştır.

2.3 Türkiye’de Güneş Enerjisi

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi miktarları ve bu miktarların toplam elektrik üretimi içerisinde paylarının verildiği Tablo 2’de yer almaktadır. Özellikle güneş enerjisinden elektrik üretiminin son yıllarda katlanarak arttığı ve 2014 yılında 17,4 milyon kWh değerindeyken 2017 yılında 2,9 milyar kWh değerine ulaştığı görülmektedir.

Çizelge 2.1 Türkiye elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı (GWh)

Yıl	Jeotermal	Rüzgar	Güneş	Toplam
2002	104,6	48,0		152,6
2003	88,6	61,4		150,0
2004	93,2	57,7		150,9
2005	94,4	59,0		153,4
2006	94,0	126,5		220,5
2007	156,0	355,1		511,0
2008	162,4	846,5		1.008,9
2009	435,7	1.495,3		1.931,1

Çizelge 2.2 Türkiye elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı (GWh)

Yıl	Jeotermal	Rüzgar	Güneş	Toplam
2010	668,2	2.916,4		3.584,6
2011	694,4	4.723,9		5.418,2
2012	899,3	5.860,8		6.760,1
2013	1.363,5	7.557,5		8.921,0
2014	2.364,0	8.520,1	17,4	10.901,5
2015	3.424,5	11.652,5	194,1	15.271,0
2016	4.818,5	15.517,1	1.043,1	21.378,7
2017	6.127,5	17.903,8	2.889,3	26.920,6

Türkiye dünya üzerinde güneş kuşağında yer aldığından güneşten elde edilecek enerji bakımından oldukça iyi pozisyonudadır. Ancak bu potansiyeli tam olarak kullanamasa da diğer birçok ülkeden avantajlı konumdadır. Türkiye, yılda 110 gün gibi neredeyse bir yılın üçte birine denk gelecek durumda güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Bunun

anlamı gerçekten Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisine gerekli yatırımların yapılması ve desteklenmelerin olması durumunda ülke olarak hem sosyo – ekonomik hem de dışa bağımlılık konusunda olumlu yansımaları olacaktır.



Şekil 1.2 Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası (ty, sy)

Türkiye’de güneşlenme süreleri incelendiği zaman günlük ortalama süresinin en düşük olduğu değer 3,75 saat ile Aralık ayı, en yüksek değeri ise 11,31 saat ile Temmuz ayında ulaşıldığı görülmektedir. Türkiye’de güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımında en fazla güneş enerjisi potansiyeli olan bölge 1.460 KWh/m²-yıl ile Güney Doğu Anadolu Bölgesi, 1.390 KWh/m²-yıl ile Akdeniz Bölgesi takip etmektedir. En az güneş enerjisi potansiyeli olan bölge ise 1.120 KWh/m²-yıl ile Karadeniz Bölgesidir.

Dünyada yenilenebilir enerjilerden olan güneş enerjisi, birçok ülkeden çok iyi bir konumda olmasına rağmen enerji üretiminde kullanılması istenilen düzeyde değildir. Bunun birinci ve en önemli etkeni güneş enerjisinden enerji üretmenin maliyetinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden Türkiye’de güneş enerjisi daha çok sıcak su temini amacıyla yararlanıldığı bu amaçla ülkedeki toplam kurulan kolektörler 17 milyon m²’den daha fazla alana ulaşmıştır.

2.4 Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi

Gayrimenkul geliştirme, çevreyi şekillendiren, düzenleyen, yön veren aynı zamanda politik, ekonomik, sosyal, yasal, fiziksel birçok bileşene bağlı canlı ve evrimsel bir süreçtir. Üretilen projelerin biri diğerine benzemez ve süreç boyunca gerçekleşen çalışmalar sürekli değişim içindedir. Gayrimenkul geliştirme, ayrıntılarda gizli olan ve özel yetenek isteyen, yaratıcı ve karmaşık, kısmen içgüdüsel kısmen de mantıklı olabilen sanatsal bir iş koludur. Gayrimenkul geliştirme süreci disiplinler arası bir çabaya dayanmaktadır. Çeşitli disiplinler arası ilişkilerin iyi yürütülmesi başarılı bir geliştirme için şart olmaktadır (Taktak 2010; Peiser 1991; Gülsün 2002; Bostancı 2008).

Gayrimenkul geliştirme ve yönetiminde kısacası üç önemli kaynağın bir araya getirilip onları kullanabilmek gerekir. Bu kaynaklar; proje, sermaye ve arazidir (Taktak & İl, 2018)

3. GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİNDEN ENERJİ ÜRETİMİ MALİYETİNİN DİĞER SANTRALLERDEN ENERJİ ÜRETİMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Güneş enerji santrallerinden enerji üretim maliyetlerinde tamamıyla kullanılan sistem ve bu sistemin yer aldığı bölge büyük bir önem göstermektedir. Geleneksel enerji üretimi olan kaynaklarda her zaman bir kaynak sıkıntısı sürekli üretim gideri olduğundan güneş enerjisinden enerji üretiminde herhangi bir kaynak sıkıntısı ve sürekli gider bulunmamaktadır. Ancak güneş enerji santrallerde ilk kurulum aşamasında maliyet gerektirdiğinden daha sonraki yıllarda herhangi bir maliyet söz konusu olmayacaktır. Burada avantajlı durum güneş enerji santrallerde kullanılan malzeme ve takım tedariki sağlayan ülkeler için fazla bir maliyet olmayacak, ithalatçı ülkeler için yüksek maliyet olacaktır. Bu minvalde Türkiye mevcut durumda güneş enerjisi üretimi konusunda yurt dışından malzeme ve takım satın almaktadır.

Güneş enerjisinden elektrik üretiminde kullanılan fotovoltaik ve ısı sistemler çalışma yönleri açısından birbirinden farklıdır. Dolayısıyla malzemeler ve elde edilecek verimde farklı olacağından birim maliyetlerde farklı olacaktır.

Çizelge 3.1 Güneş enerji elektrik üretimde maliyet durumu

Teknoloji Türü	İlk Yatırım Maliyeti (USD /KW)
Isı Güneş Teknolojileri	3000-5000
Fotovoltaik Güneş Teknolojileri	5000-6000

4. GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Dünyada hali hazırda kullanılan fosil yakıtlardan enerji üretimi 21. Yüzyılda daha da belirgin bir şekilde çevreye verdiği zarar herkes tarafından bilinmektedir. Günümüzde çevreye verilen bu olumsuz zararlar yenilenebilir enerji kaynakların kullanımı daha yaygınlaştığından azalma eğilimine yönelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından en yaygın olan güneş, çevreye daha temiz tutmakta ve geleceğimizi garanti altına almaktadır. Ancak her enerji üretiminin çevreye çeşitli ölçeklerde olumsuz yansımaları olacaktır. Bu kapsamda güneş enerji santrallerin çevreye vereceği etkilere birkaç başlık sıralayabiliriz.

4.1 Arazi Etkileri

Büyük alanlara ihtiyaç duyulan güneş enerji santralleri seçilen arazilerde tahribata yol açmaktadır. Güneş enerji santrallerin kurulumu aşamasında arazide doğal bitki örtüsüne toprağın doğal mineralli yapısına büyük oranda temizlik işlemi yapılmaktadır. (RESET, 2014)

Tarımsal niteliği yüksek olan toprak sınıfı arazilerde güneş enerji santralleri yok etmektedir. Türkiye’de güneş enerji santrallerde son yıllarda yapılan teşvikler ve destekler tarımsal niteliği olan arazilerde de kurulmasına sebep olmaktadır. Bir yandan yenilenebilir enerjide doğaya yarar sağlanırken diğer taraftan tarım arazilerin bu şekilde kontrolsüz bir şekilde yok edilmesine neden olunmaktadır.

4.1.1 Ekosisteme Etkileri

Güneş enerji santrallerin ekosistem ve biyolojik etkileri faaliyet gösterilecek alanın büyüklüğüyle doğru orantılıdır. Enerji santrallerin etrafının çeşitli mekanizmalarla çevrilmesi, toprağın tesviyesi ve sıklaştırması doğadaki canlıların yaşam alanlarını tehlikeye sokmaktadır. Güneş enerji santrallerinin kuşlar, yaras ve böceklerde olumsuz etkileri bilimsel olarak kanıtlanmış durumdadır. Güneş enerji santrallerinin olduğu büyük

alanlarda ışık yansımaların yoğun olduğu dolayısıyla o bölgede yaşayan canlıları olumsuz yönde etkilemektedir. Bir başka olumsuz etki gösterdiği durum kuşların göç hareketlerini de olumsuz etkilediği bilinmektedir (Wagnervd, 1984).

4.2 Kaza Sonucu Oluşan Kimyasal Madde Kaçakları

Güneş enerji santrallerinde bulunan panellerde bulunan ve çevreye zararı olan kimyasal maddeler bulunmaktadır. Bu yüzden kurulum aşamasında herhangi bir kaza olduğu durumda panellerde ki kimyasal maddelerin toprağa karışması önemli ölçüde risk taşımaktadır.

5. GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİNİN YER SEÇİMİ

Güneş enerji santrallerinde uygulama yapılacak alanın seçiminde üç temel faktör vardır. Bunlar; faaliyetlerin çevresel etkileri, faaliyetlerin verimliliği ve kanuni altlıklardır. Genelde ilk olarak faaliyetin verimliliği ön plana çıkmaktadır. Diğer etkiler ikinci plana tutulmaktadır.

5.1 Faaliyetlerin Verimliliğine Bağlı Yer Seçimi Şartları

Yer seçim faktörleri güneş enerji santrallerin inşaatından kurulum aşamasına, kurulum aşamasından işletme aşamasına kadar olan süreçleri ve elektrik üretim maliyetlerini doğrudan etkilemektedir. Bu doğrultuda güneş enerjisi potansiyeli; yerel iklim, topoğrafya, arazi kullanımı, şebeke bağlantısı, enerji tüketim bölgelerine mesafesi, erişilebilirliği, su kaynakları, jeolojik yapı, mülkiyet durumu ve arazi fiyatları gibi kıstaslar sıralanabilir.

Güneş enerji santrallerin verimliliğini olumlu – olumsuz yönde etkileyen koşullardan biri, santralin kurulacak alanın güneş enerjisi açısından potansiyelidir. Arazi eğimi, güneş enerjisi santrali kurulumunda dikkate alınması gereken faktörlerdendir. Eğimli arazilerde yapılacak faaliyetler inşaatı zorlaştırır ve maliyete ekstra yükseltir. Panellerin dik yamaçlara montajı erozyon, drenaj ve statik problemlere neden olabilir (Brewer, 2015).

Güneş enerji santralleri şebekeye olan uzaklığı çok uzak ise yeni altyapı gerektireceğinden maliyet artışına neden olmaktadır. Güneş enerji santrallerin yaşam alanların yoğun olduğu yerlere yakın kurulması şebekeye dâhil olmasında daha az maliyetli bir işlem olacak ve ekstra çalışma yapmadan santrali şebekeye dâhil edilmiş olacaktır. Güneş enerji santrallerin verimliliğini etkileyen bir diğer faktör yerel iklim şartlarıdır. Bu bölgede oluşacak aşırı ve hızlı iklim hareketlerinin değişimleri faaliyetin zarar görmesine neden olabilmektedir. İlk akla gelen sel riski ve buna bağlı olarak erozyon tehlikesidir. Aşırı seviyelerdeki sel hareketi ve erozyon olayları tesiste bulunan panelleri olumsuz yönde etkilemektedir.

Güneş enerji santrallerin verimliliğini etkileyen önemli faktörlerden biride arazinin topoğrafyasıdır. Genel olarak arazi seçiminde düz ve güney bakı yönlü alanlar tercih edilmelidir (Miller ve Lumby 2012). Topoğrafik yapısı karmaşık olan arazilerde gölgelenmeler olmakta, kurulum zorlaşmakta ve ekstra maliyet binmektedir. Eğer bu arazi bitki örtüsü bakımından etrafında gölgeleme gibi olumsuz durumları varsa santralin verimliliğinde olumsuz rol oynar.

Enerji tüketim bölgelerine olan mesafe ne kadar uzak olursa enerji üretimdeki kayıpta o kadar yüksek olur. Bu yüzden enerji üretimdeki iletimden kaynaklı kayıp oranı verimliliği düşürmektedir (Aydın, 2009). Bu bakımdan yeni kurulması planlanan güneş enerji santrallerin yer seçimi için kentsel ve kırsal yerleşme alanlar ile ticari alanlara uzak konumlar tercih edilmemesi gerekmektedir. Tesislerin yerleşme alanlarına yakın olmasının diğer bir artısı güvenlik, bakım, onarım ve temizlik gibi işlerde kısa sürede yanıt bulunulabilmektedir.

Faaliyet alanın jeolojik yapısı yer seçiminde etkin faktördür. Zemin yapısı, yer altı su seviyesi, toprak direnci ve toprağın sağlamlığı önemli kıstaslar olarak görülmektedir. En önemli durum ise aktif fay hatlarına uzaklığıdır. Bu yüzden yapılması gereken jeoteknik araştırmalar ile sismik hareketlilik ilişkin değerlendirmeler yapıp yer seçimi kararı verilmektedir (Miller ve Lumby, 2012).

Arazilerin mülkiyet durumları güneş enerjisi faaliyetlerinde araştırılması gereken konuların başında gelmektedir. Arazilerin mülkiyeti çok parçalı ise maliklerin bazıları yaşıyor bazıları yaşamıyorsa olumsuz yönde etki gösterir.

5.2 Faaliyetlerin Çevresel Etkiler Bakımından Şartlar

Güneş enerji santrallerin kurulum aşaması genelde kırsal alanda ya da ham toprak üzerinde gerçekleşmektedir. Doğal zemin üzerine projelendirme çalışması yapılan güneş enerji santrallerin doğal yaşam döngüye olumsuz zararları görülmektedir.

Güneş enerji santrallerin kurulum yapılacak bölgeleri genelde mera, orman, tarla vb. alanlardır. Örneğin mera olarak kullanılan alanların, o civarda yaşayan insanların geçim kaynağı olan hayvancılık ve tarım faaliyetlerine engel olacaktır. Orada yaşayan insanların geçim kaynağına önemli ölçüde zararı dokunacaktır. Bir diğer durum orman vasıflı arazilerde güneş enerji santrallerin kurulum yapılmasında ki orman örtüsüne verilecek zarardır. Orman bakıldığında sadece toprağın üzerindeki ağaçlardan ibaret değildir. Orman, aynı zamanda toprağın üzerinde bulunan ağaçlar, toprak ve altında bulunan her türlü canlılardan oluşmaktadır. Binaen, güneş enerji santrallerin bu tarz araziler üzerinde kurulumuna bakılacak olursak doğaya zararı çok büyük durumdadır.

Güneş enerji santraller daha öncede bahsedildiği üzere genelde kırsal alanlarda ya da tarımsal niteliği yüksek arazilerde kurulum yapılmaktadır. Tarım arazilerin bu şekilde kullanılması hali hazırda gerek ülke olarak gerekse dünya olarak tarımsal üretimde hayli sıkıntılar yaşanmakta. Küresel ısınmanın getirmiş olduğu ekstra arazilerden gelen verim kaybını bir de güneş enerji santrallerin kurulumu ile artırmış olunmaktadır. Bu şekilde tarımsal niteliği yüksek arazilerde tarım dışı yapılacak faaliyetlerin hız kazanmış oluyor.

Güneş enerji santrallerin kurulum aşamasında yapılan diğer bir olumsuz etki, toprağın tesviye edilmesi, sıklaştırılması ve doğal drenajların kaybına sebebiyet vermektedir.

Güneş enerji santrallerin bulunduğu alanda yüksek miktarda ışık yansımaları yapacağından o bölgede sıkıntılar yaşatmakta görsellik açısından olumsuz etkiler göstermektedir. Özellikle doğal yaşamın olduğu alanlar, kırsal turizmin olduğu alanlar, önemli geçiş yollarının olduğu alanlarda yer seçimi aşamasında dikkat edilmesi gerekmektedir.

6. GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERDE YER SEÇİMİ AŞAMASINDA YASAL ALTLIKLARIN ROLÜ

Güneş enerji santrallerin yer seçimi aşaması birçok disiplinde kısıtlara uygunluk göstermesiyle kurulum yapıyor. Bu disiplinlerden en önemli kısıtlardan biride yasal altlıklardır. Yasal altlıkların olanak sağlamadığı projeler hayata geçirilmesi olanaksızdır. Bu anlamda güneş enerji santrallerin kurulum aşamasında ilgili yasal altlıklardan gerekli izinlerin alınması gerekmektedir. Bu yasal altlıkları alt başlıklarda sıralanmakta ve gerekli açıklamalar özetlenmektedir.

6.1 4737 sayılı Endüstri Bölgeleri Kanunu

4737 sayılı kanunda, endüstri bölgelerinin kurulması ve izinlendirme işlemlerine yer verilmiştir. Endüstri bölge ilan edilen alanlarda ilk etapta kamulaştırma işlemi yapılmakta ve kamulaştırma ile ilgili işlemler Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından bedeller ödenmektedir. Endüstri bölgelerinde yapılacak güneş enerji santrali için ilgili Kurumdan ÇED süreci hızlandırılması ve 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu madde 27’de acele kamulaştırma seçeneği ile pozitif bir katkı sağlamaktadır.

6.2 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun

5346 sayılı Kanun, yenilenebilir enerji kaynakların daha yaygın kullanımı hızlandırılarak elektrik enerjisi üretime teşvik edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakların daha güvenli daha ekonomik ve daha kaliteli biçimde yaşam döngüsüne kazandırılarak geleneksel enerji kaynakların azaldığı ya da çevreye vermiş olduğu zararlar göz önünde bulundurulduğunda alternatif enerji kaynak seçimine teşvik etmektedir.

Kanun kapsamında, arazi ihtiyacı orman arazilerinden, Devletin Hüküm ve Tasarrufu altındaki araziler yenilenebilir enerji kaynağı amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca imar planlarında yapılaşma yasak bölgelerde, ağaçlandırılacak alanlarda, mera alanlarında, yer

altı su kaynakların geçtiği alanlarda yer seçimini etkilemesi yönünden ilgili kurumlardan görüşler alınmaktadır.

6.3 2872 Sayılı Çevre Kanunu

Çevre bütün canlılar için ortak yaşam alanı olduğundan, yapılacak her türlü işlemler sürdürülebilir olması gerekmektedir. Bu Kanun, çevrenin korunması maksadıyla çevre kirliliğinin önüne geçilmesi için yenilenebilir enerji kaynakların hayata daha çok etki göstermesi beklenmektedir. Güneş enerjisi santralin yer seçimi aşamasında Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliğine bağlı olarak, projenin çevresel etki değerlendirmesi raporunda olumsuz yönlerine dikkat edilerek gerekli önlemler alınması gerekmektedir.

6.4 6831 Sayılı Orman Kanunu

Güneş enerji santrallerin yer seçimini etkileyen en önemli Kanunlardan olan 6831 sayılı Orman Kanunu'dur. Bu Kanununun 17. maddesi yapılacak bazı yatırımlar eğer orman alanlarına denk geliyor ya da orman alanlarında yapılması planlanıyorsa kamu yararının olması gerektiği durumlarda gerçek ve tüzel kişilerce ilgili Kurumdan uygun görüş alınması şartıyla gerekli yatırımların yapılabileceğine müsaade verilmektedir.

6.5 2873 Sayılı Milli Parklar Kanunu

Yaşam alanlarından daha önemli alanlardan olan milli parklar kanun kapsamında doğal yaşam halkalarının herhangi bir zarar görmemesini hedeflemektedir. Bu Kanun kapsamında kalan alanlarda herhangi bir yapılaşmaya izin verilmemektedir. Bu yüzden güneş enerji santralleri yer seçimi aşamasında engel teşkil etmektedir.

6.6 4342 Sayılı Mera Kanunu

Mera alanları olarak bilinen kırsal alanlarda yaşayan özellikle hayvancılık işletmesi işiyle meşgul olan insanların kullanabilmektedir. Mera alanları Devletin Hüküm ve Tasarrufu

altında yer aldığından herhangi bir gerçek ya da tüzel kişilerin mülkiyetine geçirilememektedir. Ancak mera alanların amacı dışında kullanılması için tahsis amacı değişikliğine gidilerek Hazine mülkiyetinde projeler üretilmektedir.

6.7 5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu

Tarımsal arazilerin tarım dışı kullanımını için 5403 sayılı Kanun kapsamı gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Türkiye tarımsal niteliği yüksek oranda olan araziler açısından avantajlı bir konumdadır. Ancak tarım arazileri küresel ısınma ve çevresel olumsuz etkiler nedeniyle giderek azalmasından dolayı mevcut tarım arazilerin korunması daha da önemli hale gelmiştir. Güneş enerji santrallerin yer seçimi aşamasında olumsuz bu Kanun olumsuz yönde etki göstermektedir. Alternatif arazilerin kullanılmasına yönelten bu Kanun, sürdürülebilir enerji üretimi için tarım arazilerin işgal edilmesinde koruyucu rol üstlenmektedir. Yapılmak istenilen güneş enerji santrallerin yer seçiminde İl Tarım ve Orman Müdürlüğünden uygun görüş alınması şartıyla proje gerçekleştirilmektedir.

6.8 3083 Sayılı Sulama Alanlarında Arazi Düzenlemesine Dair Tarım Reformu Kanunu

Tarım arazilerin korunmasına ilişkin bir diğer kanun ise 3083 sayılı kanun'dur. Tarım arazilerde yapılacak projelendirme çalışmaları ilgili Kurumdan uygun görüş alınarak devam edilmektedir. Sulama alanlarında Bakanlar Kurulunca gerekli görüldüğü takdirde tarım arazilerin farklı amaçta kullanımını için tahsis edilmesine müsaade vermektedir.

6.9 2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu

Güneş enerjisi santrallerin yer seçimini etkileyen önemli Kanunlardan biri olan 2863 sayılı Kanun, koruma altına alınmış, tescili yapılmış gerek kültür gerek tabiat varlıklarında her türlü tasarrufta bulunma yetkisine sahiptir. Korunması gerekli kültür ve tabiat varlıklarının ne şekilde tasarrufta bulunulacağına Koruma Yüksek Kurulunda alınacak kararlar ile belirlenmektedir.

6.10 3621 Sayılı Kıyı Kanunu

Devletin Hüküm ve Tasarrufu altındaki deniz, göl ve akarsu kıyılarında toplumun yaşam alanı olarak görüldüğünden korunmasının gerektiği belirtilmektedir. Kanun maddelerine göre kıyı şeridinde ve kıyı kenar çizgisinden 100 m içeride herhangi bir yapılaşmaya inşai faaliyete izin vermemektedir.

6.11 2565 Sayılı Askeri Yasak Bölgeler ve Güvenlik Bölgeleri Kanunu

Bu Kanun kapsamında ülke içerisinde askeri yasak bölge ve güvenlik bölgesi ilan edilen alanlarda hiçbir şekilde herhangi bir inşai faaliyet yapılmasına izin verilmemektedir.

6.12 2920 Sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu

Bu kanun kapsamında sivil havacılık kapsamında tehlike oluşturacak şekilde ve yükseklikte bina, inşaat yapılması, ağaç ve direk dikilmesine izin verilmemektedir. Yetkili Kurum uçuş güvenliğinin sağlanabilmesi adına havaalanı ve çevresinde yapılaşma şartlarına ilişkin mania planları hazırlamaktadır.

7. GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİN YER SEÇİMİ ANALİZİNDE COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİNDEN FAYDALANMA

Güneş enerji santrallerin yer seçimi analizlerinde eğim, yükseklik, arazinin durumu, koruma alanları, yer altı su kaynaklarının durumu, yerleşim alanlarına olan mesafe gibi birçok konum faktörlerinin bir arada analiz edilmesi gerekmektedir. Birden fazla faktör bulunan projelerin fizibilite çalışmalarında belli bir matematiksel modeller ve yazılımlar gerekmektedir. Son zamanlarda kullanımı oldukça herkes tarafından kullanılmaya başlanılan ve farklı meslek dallarında kullandığı coğrafi bilgi sistemleri güneş enerji santrallerin kurulum aşamasında da tercih edilmektedir.

Farklı konum faktörleri dikkate alınarak önem sırasına göre en idealini işaretleyerek, yer seçimi faktörlerinde etkilenen faktörleri minimum seviyeye ulaşıp ekonomik açıdan en uygun maliyete ulaşarak maksimum yarar sağlama amacıyla projenin araziye aplikasyonunu gerçekleştirmektedir (Said, Akil & Muzakir, 2019).

Güneş enerjisinden yararlanmada potansiyeli maksimum arazileri arayıp bulabilmek için birden fazla kıstaslara bakılmaktadır. Güneş enerjisi santrali yer seçimi analiz aşamasında yapılan incelemeler ve araştırmalar neticesinde birbirinden bağımsız faktörlerle karşılaşıldığından bu faktörlerin birbirine olan ilişkilendirmeleri yapılması gerekmektedir.

7.1 Çok Kıstasla Karar Verme Yöntemleri

Çok kıstasla karar verme yöntemlerinde, nicel ve nitel bütün verileri bir arada tutarak değerlendirme yapılmaya durumuna getirip çapraz düşünme imkânı sağlar. Bu yöntemlerde elde edilen veriler ışığında karar vericilere daha hassas sonuçlara ulaşmasının yolunu açar. Buradaki amaç eldeki bütün alternatif yollardan en iyisini kullanarak proje üretmektir.(Yıldız, 2014) çok kıstasla karar verme yöntemlerinden Ağırlıklı Çakıştırma yöntemi, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), TOPSIS, PROMETHEE, ELECTRE III, VIKOR, MULTIMOORA, COPRAS yöntemleri kullanılmaktadır. Bunların arasından Ağırlıklı Çakıştırma yöntemi ile CBS tabanlı yer seçimi analizi yapılmak istenilmektedir.

Bu yöntemde öncelikli olarak her bir katman içindeki değerler amaca göre en iyiden en kötüye doğru sıralaması yapılır. Örneğin toprak kabiliyeti mutlak tarım alanı olduğunda “1”, dikilebilir arazi olduğunda “2”, sıra dışı tarım arazi olduğunda “3” verilerek güneş enerji santral yer seçimi için en kötü olandan en iyi olana doğru sınıflandırma yapılmıştır. Daha sonra uygunluk duruma göre en iyi olana en yüksek puan atanır, en kötü olana en düşük puan atanır. Bu şekilde belirlenen diğer kıstaslara hem sınıflandırma hem de puanlama yapılır.

8. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı, Ankara İli, Beypazarı İlçesi sınırlarıdır. İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatı kesiminde Yukarı Sakarya Havzası'nda, Ankara İli sınırları içinde yer almaktadır. Beypazarı İlçesi, Ankara İli'nin 100 km kuzeybatısında olup, doğuda Ankara'nın Ayaş, Güdül ve Çamlıdere, batıda Ankara'nın Nallıhan, kuzeyde Bolu'nun Kıbrısçık ve Seben İlçeleri ile, güneyde Ankara'nın Polatlı ve Eskişehir'in Mihaliççik İlçeleri ile komşudur.

Anadolu'nun tarihi seyrine baktığımızda, Beypazarı ilçesine ilk çağda Hitit, Frig, Galat, Roma, Bizans, daha sonra da Anadolu Selçuklu ve Osmanlıların egemen oldukları görülmektedir. Beypazarı, Roma döneminde, İstanbul'u Ankara ve Bağdat'a bağlayan önemli büyük tarihi geçit yolları üzerinde bulunmaktadır. İlk adı LAGANIA'dır. Bilge UMAR'ın Türkiye'deki "Tarihsel Adlar" adlı kitabında Lagania'nın anlatımı yapılmış ve 'Kaya Doruğu Ülkesi' anlamına geldiği sonucuna varılmıştır.

M.S. 6.yy' a kadar adı Lagania olan Beypazarı'nın adı bu tarihten sonra değişmiştir. M.S. 491-518 yılları arasında hüküm süren Doğu Roma (Bizans) imparatoru Anastasios'un o dönemlerde piskoposluk merkezi olan Lagania'yı ziyaretine atfen şehrin adı, "Lagania-Anastasiopolis"(ANASTASİOS kenti) olarak değişiyor.

Beypazarı arazi yapısı bakımından üç bölgeye ayrılabilir. Engelibeli bir yapıya sahip olan "Kuzey Bölgesi"nde rakım yaklaşık 1500-2000 m'dir. Doğuda Süveri Çayı, batıda Alağa Çayı arasında kalan ve Köroğlu Dağları'nın güney kolları üzerinde yer alan, orman içi ve orman kıyısı köyler bu bölge içerisinde kalmaktadır. Arazi kullanımı bakımından; orman alanları, seralar, çalılık, fundalık ve sınırlı da olsa tarım arazisi olarak sınıflandırılabilir.

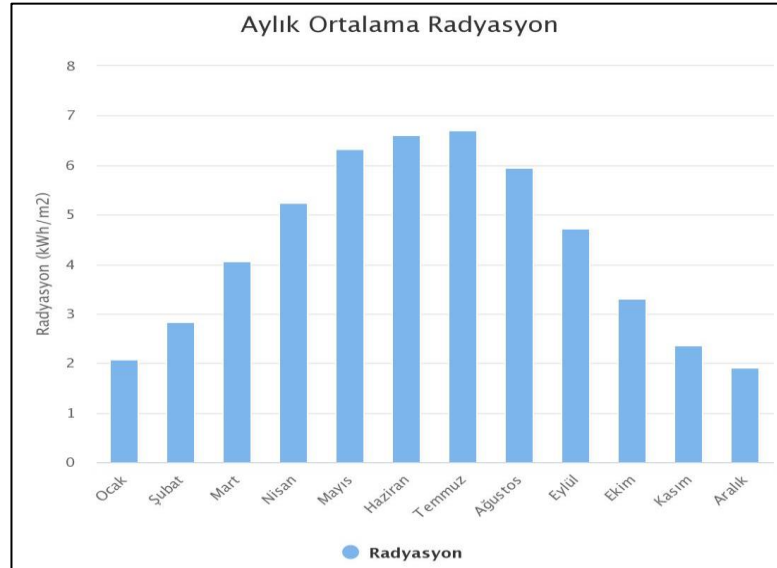
"Merkez Bölgesi" olarak adlandırılabilir olan ikinci bölge, doğuda Güdül ve Ayaş ilçeleri sınırları ile Sakarya Nehri'ne uzanan Kirmir Vadisi ve batıda Nallıhan İlçesi sınırları arasında kalan bölgedir. Bu bölgenin rakımı yaklaşık 675 m'dir. Arazi kullanımı ise tarım alanları ve mera alanları olarak tanımlanabilir.

Kirmir Çayı ve Sakarya Nehri arasında kalan üçüncü bölge "Güney Bölgesi" olarak tanımlanmaktadır. Rakımı yaklaşık 1000-1100 m. olan arazinin kullanım bakımından

tarım alanları ve meralar olarak ayrıldığı görülmektedir. Genel olarak engebeli olan ilçe topraklarının güneyinde kalan bu kısmın, Polatlı yakınlarında ovalık alanlar olarak devam ettiği bilinmektedir.



Şekil 8.1 Beypazarı ilçesi uydu fotoğrafı (ty , sy)

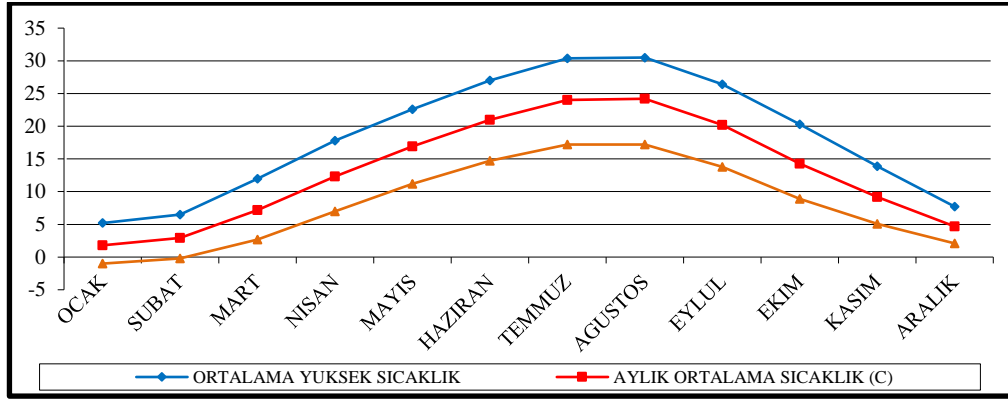


Şekil 8.2 Ankara ili aylık ortalama dünya çapında radyasyon değerleri (Anonim, 2021)

Beypazarı'nda ortalama açık günler sayısı 87-90, ortalama bulutlu günler sayısı 207-210 ve ortalama kapalı günler sayısı 65-68'dir. Ortalama bulutluluk 6,9 ile aralık ve ocak; ortalama açık gün sayısı 19 ile ağustos; ortalama bulutlu gün sayısı 22 ile mayıs; ortalama

kapalı gün sayısı 14,1 ile ocak ayında en fazladır. İç Anadolu'da günlük güneşlenme süresi ortalama 7,1 saat olup en fazla temmuz, en az aralık ayında görülmektedir.

Beypazarı'nın merkezden kuzey kesimlere doğru yükselen arazi yapısı, kentin eğimini de aynı doğrultuda değiştirmektedir. Kent merkezinde arazinin düzlük yapısı nedeniyle eğim düşük seviyelerde kalırken, kuzeye doğru çıkıldıkça eğim de artar.



Şekil 8.3 Beypazarı ortalama sıcaklık verileri (Anonim, 2021)

CORINE (Coordination of Information on the Environment - Çevresel Bilginin Koordinasyonu), Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırmasına göre uydu görüntüleri üzerinden bilgisayar destekli görsel yorumlama metodu ile üretilen arazi örtüsü /kullanımını verisidir. CORINE, çevre ile ilgili öncelikli konularda (hava, su, toprak, arazi örtüsü, kıyı erozyonu, biyotoplar) Avrupa Birliği için bilgi toplamayı amaçlayan 1985 yılında başlatılmış bir programdır.

1994 yılından itibaren Avrupa Çevre Ajansı - AÇA (European Environment Agency - EEA) CORINE'i kendi programına dâhil etmiştir. AÇA, tüm Avrupa'da çevre ile ilgili tarafsız, zamanında ve hedeflenen bilgiyi toplamakla yükümlüdür. Proje, yaklaşık 5,8 milyon km²'lik alanda, Türkiye'nin de içinde bulunduğu 39 ülkede gerçekleştirilmektedir. Avrupa Çevre Ajansı'nın belirlediği kıstaslar ve sınıflandırma sistemi doğrultusunda AÇA'ya üye tüm ülkelerde, arazideki çevresel değişimlerin belirlenmesi, doğal kaynakların rasyonel biçimde yönetilmesi ve çevre ile ilgili politikaların oluşturulması amaçlarına yönelik, aynı temel verilerin yönetilmesi ve standart bir veri tabanının oluşturulmasıdır.

Avrupa Çevre Ajansı kıstasları ve sınıflama birimlerine göre (44 sınıf), uydu görüntüleri üzerinden arazinin izlenmesine yönelik arazi örtüsü/ arazi kullanımındaki değişiklikler uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla tespit edilmektedir.

CORİNE projesinin amacı, AÇA'ya üye bütün ülkelerin arazilerdeki değişimlerin izlenmesi, doğal kaynakların standart bir politikayla ve rasyonel bir şekilde yürütülmesi bir bütün olarak birliktelik sağlanarak gelecek yılların korunması hedeflenmektedir. Tüm Avrupa ülkelerinde 1/100000 ölçekli arazi örtüleri kapsamaktadır.

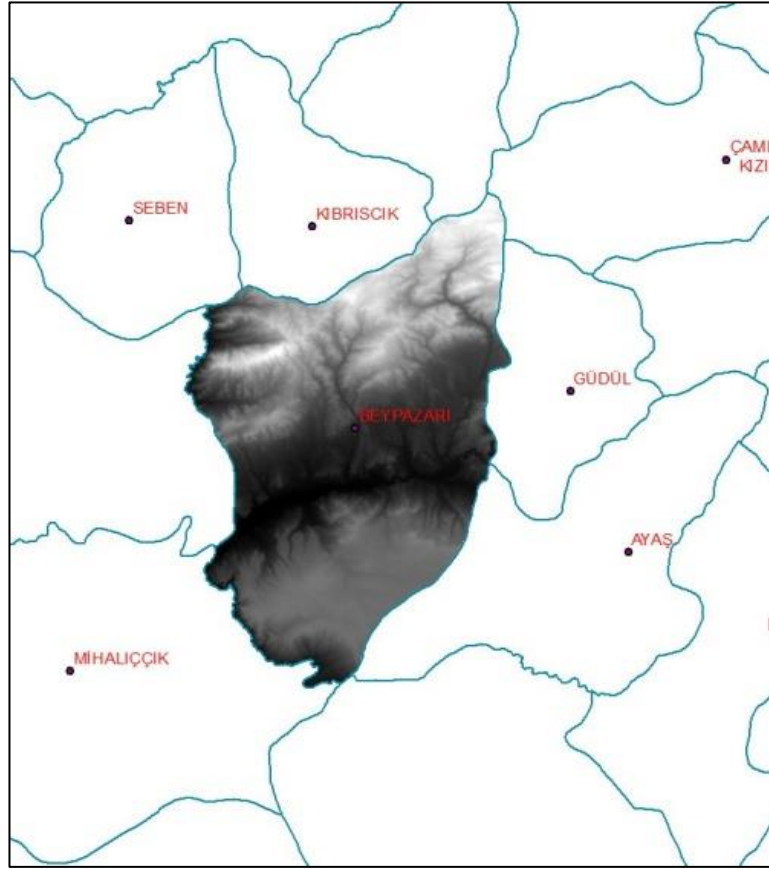
Bu çalışmada CORİNE projesi kapsamında ödev konum olan güneş enerji santrallerin yer seçimi analizinde kullanılacak akıllı veri setleri CORİNE projesi kapsamında arazi sınıfları verileri işlenerek uygunluk haritası üretilmiştir.



Şekil 8.4 CORİNE proje haritaların lejant gösterimi (Corine, 2018)

Bu çalışmada güneş enerji santrallerin yer seçimi analizi aşamasında dikkat edilen kıstaslar; arazi kabiliyeti, eğim ve yüksekliktir. Arazi kabiliyetlerinde orman, yerleşim alanları, tarımsal alanlar, sulak alanlar ve su alanları olarak sınıflandırılmıştır. Aynı şekilde eğim ve yükseklik kendi içinde sınıflandırılmıştır.

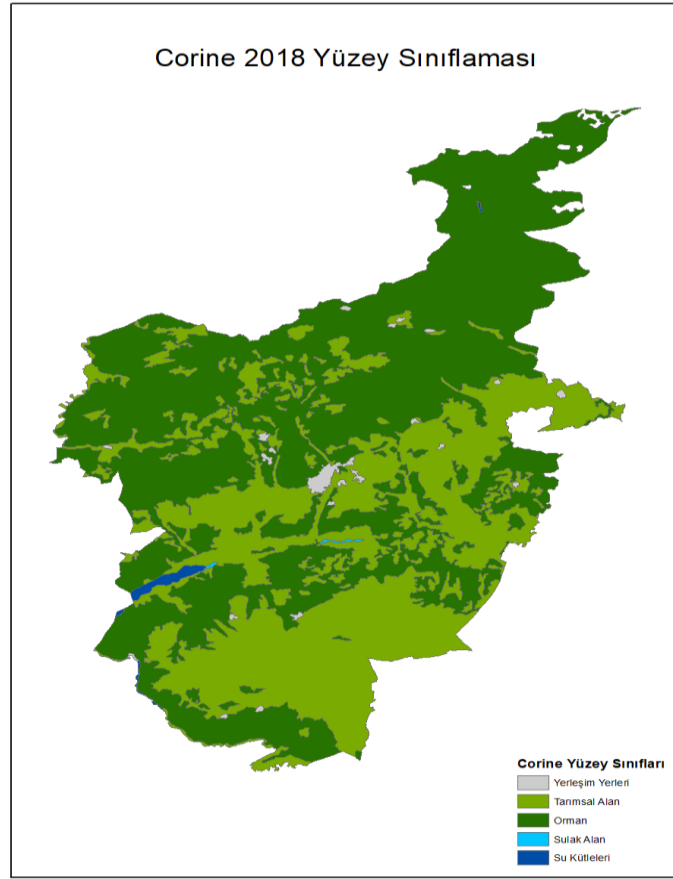
Şekil 7’de çalışma alanımız olan Ankara ili, Beypazarı İlçesi idari sınırları ve komşu ilçeleri gösterilmektedir. Ayrıca burada Beypazarı ilçesinin sayısal yükseklik haritası (DEM) gösterilmektedir.



Şekil 8.5 Beypazarı ilçesi DEM haritası (Corine, 2018)

8.1 Arazi Uygunluk Haritası

Arazi sınıflandırması (CORINE 2018) kıstasına göre yapılan analiz uygulamasında, alt kıstaslara göre yapılan harita Şekil 8’de olduğu gibidir. Bu çalışmada arazi 5 alt kıstasa sınıflandırılmıştır.

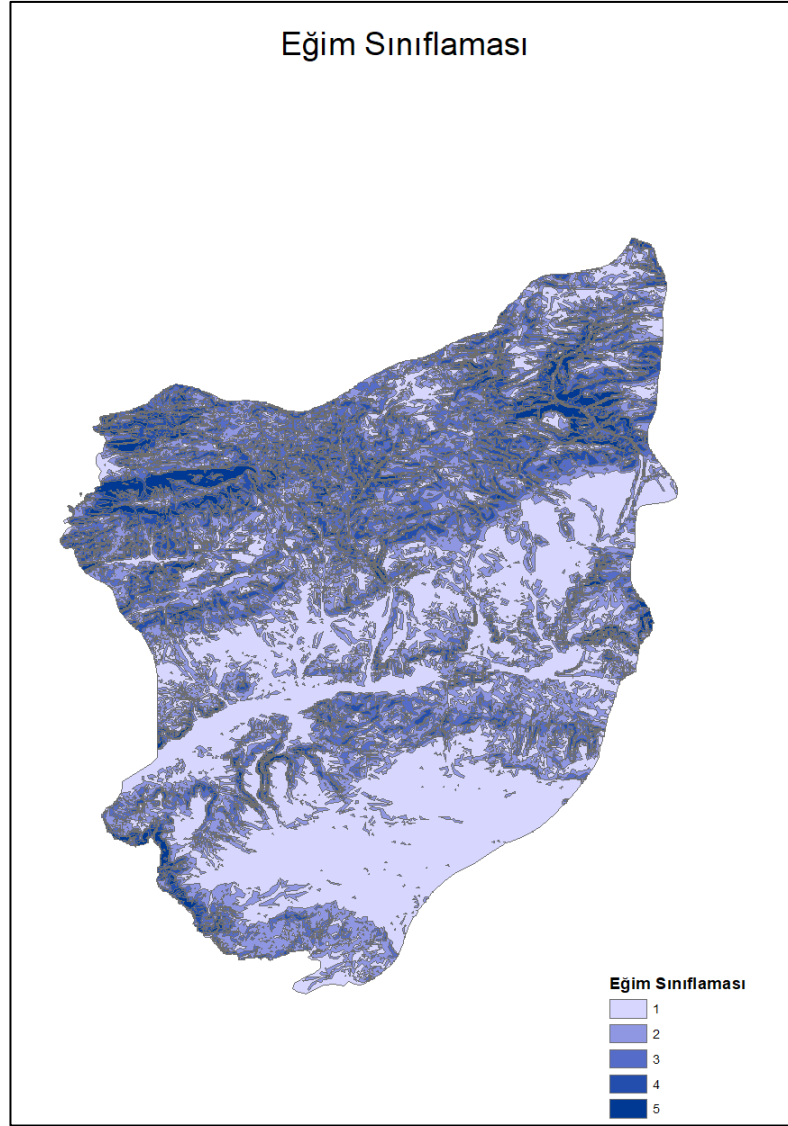


Şekil 8.6 Arazi uygunluk haritası (Corine, 2018)

Bu alt kıstaslar yerleşim yerleri, tarımsal alanlar, orman, sulak alan ve su alanlarıdır. Güneş enerji santraller tarımsal araziler haricinde yapılması mümkün olmadığından sadece tarımsal arazilerde yani haritadan görüldüğü üzere açık yeşil olarak işaretlenmiş alanlar üzerine kurulumu gerçekleştirilebilir.

8.2 Eğim Uygunluk Haritası

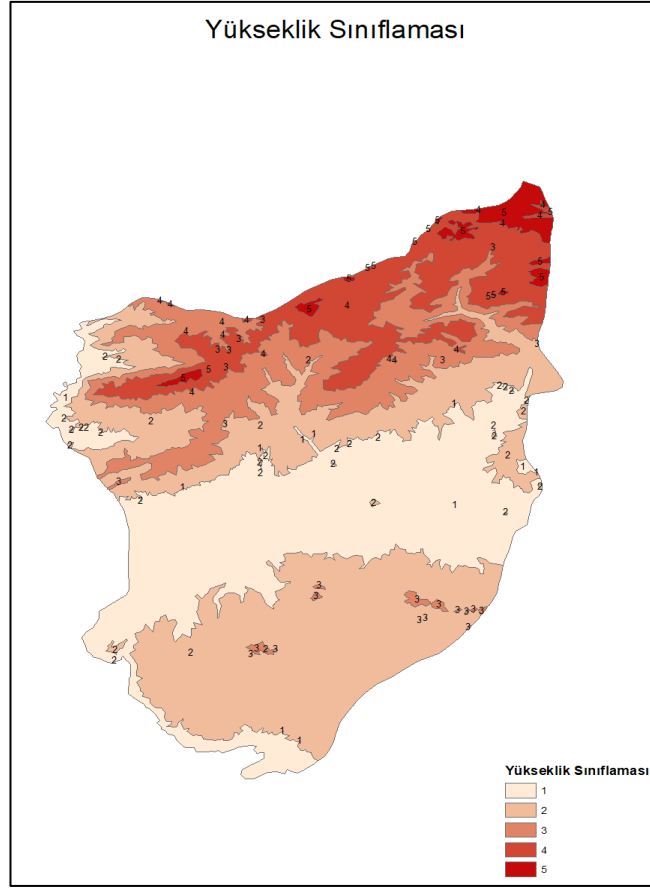
Eğim sınıflandırması kıstasına göre yapılan analiz uygulamasında harita Şekil 9'da olduğu gibidir. Eğim kıstasına göre yapılan yer seçimi analizinde 5 dereceye göre sınıflandırılmıştır. Bu derecelerden 1 en uygun olanı, 5 uygunluk açısından en kötü alanları ifade etmektedir. Güneş enerji santrallerin eğim bakımından yüksek eğimli araziler seçilmediği düşük eğimli araziler her zaman daha uygun olduğu bilinmektedir. Bu yüzden eğim uygunluk haritasından da anlaşılacağı üzere 1 dereceli alanlar güneş enerji santral kurulum aşamasında daha uygun alanlardır.



Şekil 2.7 Eğim uygun haritası (Corine, 2018)

8.3 Yükseklik Uygunluk Haritası

Yükseklik sınıflandırması kıstasına göre yapılan analiz uygulamasında harita Şekil 10'da olduğu gibidir. Yükseklik kıstasına göre yapılan yer seçimi analizinde 5 dereceye göre sınıflandırılmıştır. Bu derecelerden 2 ve 3 en uygun olanı, 5 uygunluk açısından en kötü alanları ifade etmektedir. Güneş enerji santrallerin yükseklik açısından arazinin çevresine göre ne çok yükseklik ne de çok az yüksekliği olan araziler her zaman daha uygun olduğu bilinmektedir. Bu yüzden yükseklik uygunluk haritasından da anlaşılacağı üzere 2 ve 3 dereceli alanlar güneş enerji santral kurulum aşamasında daha uygun alanlardır.



Şekil 8.8 Yükseklik uygunluk haritası (Corine, 2018)

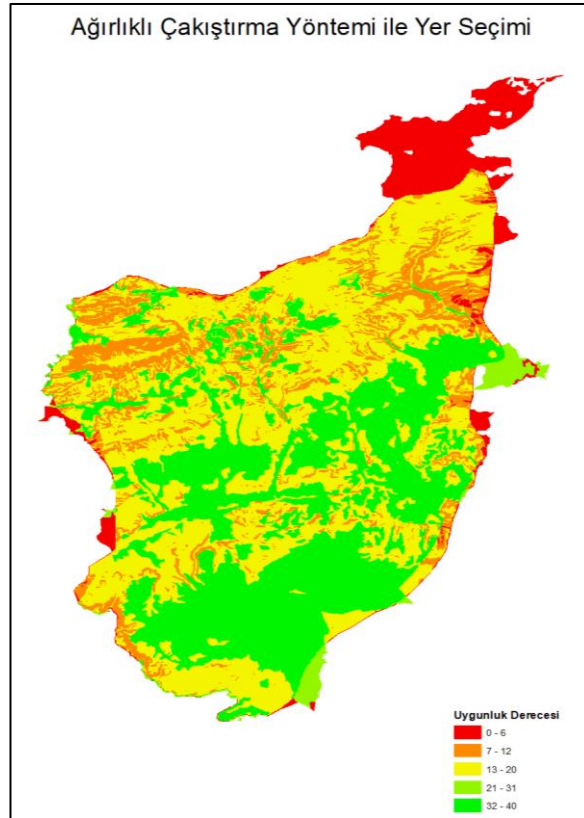
8.4 Uygunluk Sonuç Haritası

Ana veri gruplarına (arazi kabiliyeti, yükseklik ve eğim) ait uygunluk paftalarının ağırlıklı çakıştırılma yöntemi ile güneş enerji santrallerin yer seçim analizi ile uygun alanlar tespit edilmiştir. Ağırlıklı çakıştırma yöntemi analizi yapılırken seçilmiş olan kıstaslar belirli ağırlık çarpanı verilmiştir.

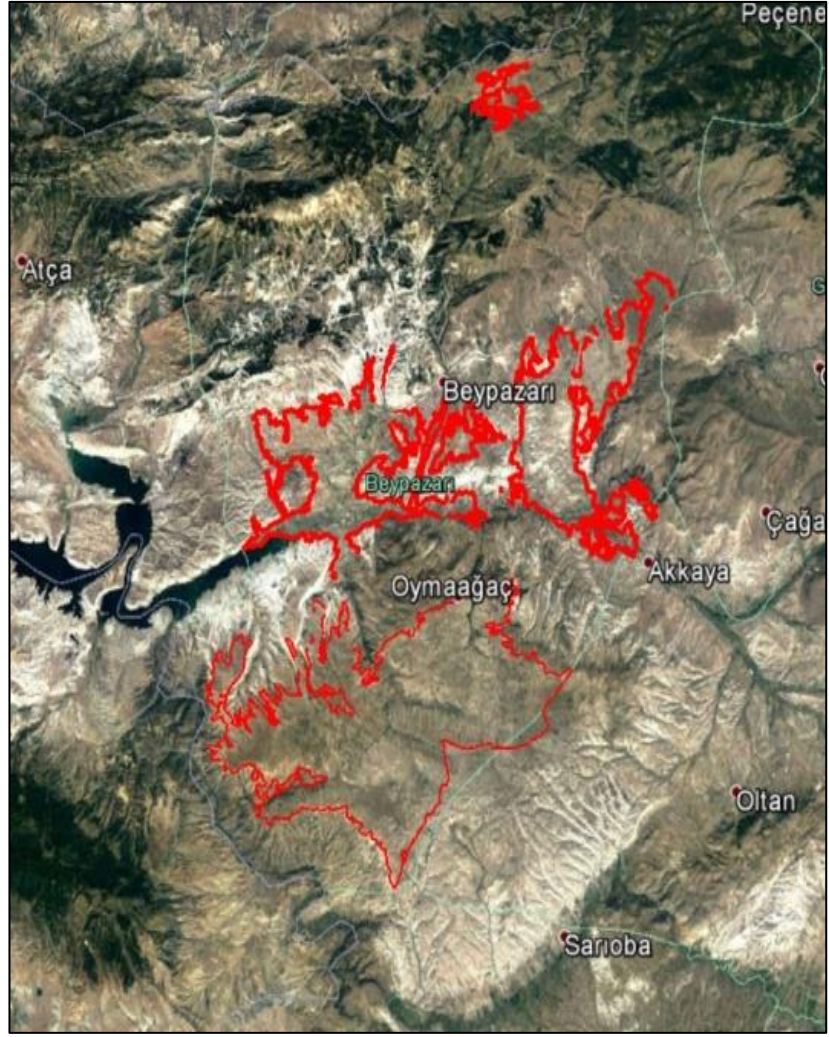
Burada ilk kıstasımız olan arazi sınıflandırması analizinde tarımsal alanlar haricinde olan arazileri analize dâhil edilmemiştir. Çünkü tarımsal alanlar arazindeki araziler güneş enerji santrali kurulumunun yapılamayacağı alanlardır. Bu çalışmada tarımsal araziler tek bir çatıda toplanmıştır. Yani tarımsal arazilerin alt başlıklarına (mutlak tarım arazi, sıra dışı tarım arazi, vs.) gruplandırma yapılmamıştır.

Ana veri gruplardan arazi verisine en fazla ağırlık çarpanı verilmiştir. Bu çarpanın derecesi 5 derecedir. Ağırlık çarpanının en yüksek verilmesinin sebebi yer seçiminde etkisi en fazla etkisi arazi sınıfının etkisinin olacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla arazi sınıflandırılmasının sonuç uygunluk haritada etkisi daha çoktur. Eğim verisine orta derecede ağırlık çarpanı verilmiştir. Bu çarpanın derecesi 3'dür. Eğim kıstasına güneş enerji santrallerin kurulumunda ağırlık çarpanı arazi verisinden sonra en yüksek verilmiştir. Eğimin çok olması güneş ışınların geliş açısı önemli olduğundan bu kıstasta çok önemlidir. Yükseklik verisine en düşük ağırlık çarpanı verilmiştir. Bu çarpanın derecesi 1'dir. Yükseklik kıstası belli bir rakımdan sonra olumsuz etkisi belirgin olmakla birlikte belli bir rakıma kadara kadar olumsuz bir etkisi görülmemektedir.

Sonuç olarak ağırlıklı çakıştırma yöntemi sonuç uygun haritası ile Ankara ili, Beypazarı ilçesinde güneş enerji santrallerin yer seçim analizi yapılarak uygun yerler çıkartılmıştır. (Şekil 8.9) Sonuç uygunluk haritasında en uygun araziler yeşil renkle gösterilmiş, en uygun olmayan araziler ise kırmızı renkle gösterilmiştir.



Şekil 8.9 Uygunluk sonuç haritası (Corine 2018)



Şekil 8.10 Uygun sonuç haritasına göre uydu fotoğrafı (Corine 2018)

9. SONUÇLAR

Dünyada fosil yakıtlar gün geçtikçe hızla azalması devam etmektedir. Fosil yakıtların üretim aşamasındaki maliyetleri ve dünyanın çoğu ülkeler açısından rezerv noktasında hiç olmaması erişim noktasında gelecekte daha da sıkıntılarının habercisidir. Fosil yakıtların bu gibi dezavantajları artık daha da belirgin hale gelmeye başlamış ve ayrıca çevreye vermiş olduğu olumsuz etkileri canlılar hissetmeye başlamıştır. Bu gibi olumsuz durumlar ülkelerin dünyayı daha yaşanabilir kılınması adına bazı adımları atmaya mecbur bırakmıştır. Yaşamın olmazsa olmazı enerjidir. Enerji içinde yeni kaynaklara ulaşılmalı, hem çevreye duyarlı hem de bütün ülkeler için erişimi daha kolay olmalıdır. Bu yüzden günümüzde, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimdeki ivme artarak devam etmektedir. Dünya bu teknolojiye çoktan geçti ve şimdiden geleceği buna göre dekore etmektedir. Türkiye yenilenebilir enerji sektöründe son on yıl içerisinde atılımlar gerçekleşmiştir. Türkiye’de geleceği buna göre planlamaktadır. (elektrikli araçlar, ges, res vb.) Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri birden çok kıstası verinin değerlendirilmesi noktasında iyi bir araçtır. Bütün bu veri çeşitliliğinde ve veri karmaşasında eldeki verileri anlamlandırabilmek herhangi bir araç kullanmadan yapmak mümkün değildir.

Bu çalışmada istenilen verilerin toplanması aşamasında özellikle güncel verilerin toplanmasında ilgili Kurumlar veri paylaşım noktasında sıkıntılar yaşanmıştır. Ancak Ankara Büyükşehir Belediyesi CBS Şube Müdürlüğü tarafından gerekli veriler alınmıştır. Toplanan veriler ile yatırım yapılacak güneş enerji santrallerin yer seçimi analizi ile nerelerin uygun olduğu nerelerin uygun olmadığı alanlar tespit edilmiştir. Günümüz teknolojileri sayesinde uygun olmayan alanların çeşitli mühendislik önlemleri ile istenilen durumda kullanılabilir. Bu çalışmada belirlenen kıstaslara göre yapılan puanlama yer seçim analizinde önemlidir. Örneğin bir kıstaslara göre uygun olmayan alan bütün projeyi etkilemekte yani bütün çakıştırmayı etkilemektedir. Tarımsal niteliği yüksek bir arazi olduğu için uygun olmayan bir alan eğim açısından uygun olsa bile tarımsal niteliği yüksek olduğu için güneş enerji santralin kurulumunda uygun bir yer olmadığını gösterir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerji santrallerin kurulumu ve kurulum aşamasında yer seçimi yaparken dikkat edilmesi gereken noktalar

tespit edilirken uygunluk haritalarının yapılmasında ilk olarak tek kıstasları analiz yapılmalı daha sonra bütün kıstasların analiz sonucuna göre ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile uygunluk haritası elde edilir. Maliyeti yüksek (malzeme ithal eden ülke için) bir projede gerekli kıstasları analiz ederek ve en idealini oluşturarak maksimum fayda sağlanmasını beklenir. Sonuçta güneş enerji santrallerinden enerji üretmek proje olduğundan gelişigüzel yapılmaması gerekir. Ülke olarak teknolojiye yatırım hız kesmeden devam etmesi ve gelecek nesillerin bu anlamda küçük yaşlardan yönlendirilmesi yapılması gerekir. Coğrafi Bilgi Sistemi, doğadaki canlıların mekânla ilişki kurmasına yarar. Bu ilişkiyi hem nitel hem de nicel veriler sağlar. Soyut kavramlar Coğrafi Bilgi Sistemi sayesinde anlam somutluk kazanmış olur. Her geçen gün doğada yaşanan olaylar küresel ısınma nedeniyle en uç noktalarda görülmektedir. Böyle bir zamanda insanlar için en önemli unsur yapacağı her türlü yatırımda bazı kıstasları dikkate alarak önlemini almak kaydıyla tam bu noktada da Coğrafi Bilgi Sistem sayesinde akıllı haritalar sayesinde yatırımları gerçekleştirecektir.

KAYNAKÇA

- Anonim. 2009. Dünya’da ve Türkiye’de güneş enerjisi. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 222, Ankara
- Ayday, C. Yaman, N., Sabah, L. ve Höke O. (2016). Güneş Enerji Santrali Yer Seçiminde Açık Kaynak Kodlu CBS Kullanımı-Eskişehir İl Örneği. 6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (UZAL-CBS), Adana
- Aydın, N.Y., (2009), GIS-Based Site Selection Approach For Wind And Solar Energy Systems: A Case Study From Western Turkey, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Albayrak, 2020. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesinde Kullanılan Çok Kıstaslı Karar Verme Teknikleri ve Değerlendirme Kıstaslarının İncelenmesi
- Buntaine, M.T., Pizer, W.A. (2015). Encouraging Clean Energy Investment in Developing Countries: What Role for Aid Climate Policy, Vol. 15(5), pp.543-564.
- Demirer, A. 2017. Güneş enerjisi santrali yer seçimi probleminin analitik hiyerarşi prosesi yardımı ile değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, 71, Ankara.
- Fahrettin & Şengün, 2016. Cbs Yardımı ile Toplu Konut Alanları Yer Seçimi; Malatya Örneği
- Gökkaya M.A. 2014. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve analitik hiyerarşi yöntemi (AHY) ile üretilen deprem tehlike haritalarının duyarlılık analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, 119, İstanbul
- Kapluhan, E. (2014). Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Güneş Enerjisinin Dünya’daki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi, (29), 70- 98, İstanbul
- Miller, A. ve Lumby, B. (2012). UtilityScale Solar PowerPlants: A Guide For Developers and Investors. Guidelines boo kwritten for IFC. World Bank Group, New Delhi, India
- Mondino EB, Fabrizio E, Chiabrando R. “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, 2015
- Obut, Z. (2016). Göksun İlçesinde Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların CBS yöntemi ile Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Özür & Ataol, 2018. Türkiye’de Corine Verilerinin Kullanılmasına Dair Değerlendirme.

- Said, S. M., Akil, Y. S., & Muzakir, M. H. (2019). GIS approach for wind power plant development in South Sulawesi, Indonesia: A location suitability analysis. AIP Conference Proceedings, 2097.30085.10.1063/1.5098260.
- Sarsıcı, 2020. Karabük İlinde Güneş Enerjisi Santrali (GES) Kurulabilecek Alanların Çok Ölçütlü Karar Analizi İle Tespiti
- Saat, M. 2000. Çok amaçlı karar vermede bir yaklaşım: analitik hiyerarşi yöntemi. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2); 149- 162
- Saner, H.S. 2015. Türkiye'de güneş enerjisi santrallerinin yer seçimi ve çevresel etkileri: Karapınar ve Karaman enerji ihtisas endüstri bölgeleri örneklerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı, 202, Ankara.
- Sak, T. 2016. Rüzgar ve güneş enerjisi teknolojilerinin irdelenmesi ve Niğde iline uygulanabilirliklerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 98, Niğde.
- TAKTAK Fatih, İLİ Mehmet, 2018. Güneş Enerji Santrali (GES) Geliştirme: Uşak Örneği. Yıl 2018, Cilt 3, Sayı 1, Dergipark.
- Uzar & Koca, 2019. Güneş enerjisi santrallerinin yer seçimi için uygunluk haritasının oluşturulmasında klasik ve bulanık mantığa dayalı yöntemlerin analizi: Menemen örneği
- Uyan, 2016. Güneş enerjisi santrali kurulabilecek alanların AHP yöntemi kullanılarak CBS destekli haritalanması
- Varınca & Gönüllü, 2006. Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma
- Yıldız & Yılmaz & Çelik & İmik, 2020. Havalimanlarında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanılması
- Yılmaz, 2012. Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi
- Yolcan & Köse, 2020. Türkiye’nin Güneş Enerjisi Durumu ve Güneş Enerjisi Santrali Kurulumunda Önemli Parametreler

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Alper ÇAKIROĞLU

Doğum Yeri : Beypazarı / ANKARA

Doğum Tarihi : 25/02/1985

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili :

Eğitim Durumu

Lise : Beypazarı Lisesi

Lisans : Yıldız Teknik Üniversitesi

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gayrimenkul Geliştirme
ve Yönetimi Ana Bilim Dalı (20...-20...)

Çalıştığı Kurumlar