

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN GÜNEŞ ENERJİSİ ÖZELİNDE
YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİNE ETKİSİ VE ARAZİ ÖRTÜSÜ
İLE İLİŞKİSİ: VAN ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Emel AYDIN
DANIŞMAN: Doç. Dr. Serkan KEMEÇ

VAN-2020

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN GÜNEŞ ENERJİSİ ÖZELİNDE
YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİNE ETKİSİ VE ARAZI ÖRTÜSÜ
İLE İLİŞKİSİ: VAN ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Emel AYDIN

VAN-2020

KABUL VE ONAY SAYFASI

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Serkan KEMEÇ danışmanlığında, Emel AYDIN tarafından sunulan **Küresel İklim Değişikliğinin Güneş Enerjisi Özelinde Yenilenebilir Enerji Potansiyeline Etkisi Ve Arazi Örtüsü İle İlişkisi: Van Örneği** isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince ../../.. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ../../..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

Prof. Dr. Suat ŞENSOY
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

Emel AYDIN



ÖZET

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN GÜNEŞ ENERJİSİ ÖZELİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİNE ETKİSİ VE ARAZI ÖRTÜSÜ İLE İLİŞKİSİ: VAN ÖRNEĞİ

AYDIN, Emel
Yüksek Lisans Tezi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Serkan KEMEÇ
Eylül 2020, 68 sayfa

Küresel ısınmanın bir sonucu olan iklim değişikliği birçok çevresel ve yaşamsal sorunu beraberinde getirmiştir. İnsan faktörleri ve fosil yakıt kullanımı ile hızlanan uluslararası iklim değişikliği arenasında birçok çalışma ve proje üretilmiştir. Ayrıca, iklim değişikliği ile mücadele ve iklim değişikliğine uyum sağlama bağlamında birçok çözüm geliştirilmiştir. Uyum ve mücadele için önerilen çözümlerden biri yenilenebilir enerji üretimini ve kullanımını artırmaktır. Yenilenebilir enerji, iklim değişikliği için bir mücadele ve uyum aracı olmakla birlikte aynı zamanda iklim değişikliğinin iklim parametreleri aracılığıyla doğrudan etkilediği bir olgudur. Bu çalışmanın amacı, küresel iklim değişikliğinin güneş enerjisi potansiyelindeki olası etkilerinin ve Van şehrinde arazi örtüsü ve farklı peyzaj alanları ile olan ilişkisinin araştırılmasıdır. Bu çalışmada güneş enerjisi tartışılacaktır; 4 farklı güneş enerjisi potansiyel haritalama yaklaşımı karşılaştırılmıştır. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüsü Güneş Enerjisi Santrali'nin elektrik üretim verileri, hangi haritalama yaklaşımının güneş enerjisi potansiyeli tahmininde Van ili için daha doğru sonuç verdiğini bulmak için kullanılmaktadır. Çalışmanın bir diğer ana veri seti Van Bölge meteoroloji istasyonundan elde edilen Van şehrinin iklim parametreleridir. Bu iklim parametreleri ve NDVI verileri Mann Kendall eğilim testi ile analiz edilmiştir. Analiz edilen iklim parametreleri sonucu iklim değişikliğinin etkileri ve güneş enerjisi potansiyeli için yorumlanmıştır. Bunun yanı sıra CORINE arazi örtüsü değişim haritaları ele alınmış ve Van ili için belirlenen güneş enerjisi potansiyeli yaklaşımı ile karşılaştırılarak arazi örtüsü sınıflarındaki güneş enerjisi potansiyeli ortaya konmuş, bu doğrultuda tespit ve öneriler yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Arazi örtüsü arazi kullanımı, CORINE, Güneş enerjisi, İklim değişikliği, Van, Yenilenebilir enerji.

ABSTRACT

THE EFFECT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON RENEWABLE ENERGY POTENTIAL SPECIFIC IN SOLAR ENERGY AND ITS RELATIONSHIP WITH LAND COVER: VAN CASE

AYDIN, Emel

MSc. Thesis, Department of Landscape Architecture

Dissertation Advisor: Assoc. Prof. Dr. Serkan Kemeç

September 2020, 68 pages

The climate change caused by global warming has brought about many problems related to the environment and livelihood. Many projects have been developed in the international arena on global warming, which speeded up due to human factors and fossil fuels. Additionally, many solutions have been developed to prevent climate change and to adapt to the effects of climate change. Increasing the usage of renewable energy is one of these solutions. Renewable energy is not only a tool to prevent and adapt to climate change but also a fact directly affected by the climate parameters of climate change. The aim of this study is to research the possible effects of climate change on solar energy potential and its relationship with the land cover and multiple landscapes in the city of Van. In this study, solar energy will be analyzed by comparing four different approaches to mapping solar energy. Van Yüzüncü Yıl University Solar Power Plant's data on power generation is used to find which method of mapping is more accurate to predict solar energy potential in the province of Van. Another main data set for this research is the climate parameters of the city of Van provided by the Van Regional meteorological station. These climate parameters and NDVI data are analyzed with Mann Kendall Trend Test. As a result of the analyzed climate parameters, they are interpreted for the effects of climate change and solar energy potential. Additionally, CORINE land cover change maps have been discussed and compared with the solar energy potential approach for the province of Van, the solar energy potential of land cover classes have been presented and an assessment and propositions have been made accordingly.

Keywords: Climate change, CORINE, Land cover Land usage (LCLU), Renewable energy, Solar energy, Van.



ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, desteklerini esirgemeyen, sonsuz sabırla beni çalışmaya teşvik eden sevgili danışmanım Sayın Doç. Dr. Serkan KEMEÇ'e, teşekkür ederim.

Tez sürecinde değerli bilgi ve yardımlarını eksik etmeyen sayın hocalarım; Prof. Dr. Naci GENÇ'e, Dr. Öğr. Ü. Pınar BOSTAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her alanında olduğu gibi bu çalışmam boyunca da yanımda olan, güven veren, destek ve sabırlarını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili annem Raciye TANSU'ya, sonsuz teşekkür ederim.

2020

Emel AYDIN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Tanımı	1
1.2. Tezin Amacı.....	2
1.3. Tezin Araştırma Soruları.....	4
1.4. Kapsam	4
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	5
2.1. İklim.....	5
2.1.1. İklim parametreleri.....	5
2.1.2. İklim değişikliği	6
2.1.2.1. Dünya iklim değişikliği	6
2.1.2.2. Türkiye’de iklim değişikliği	8
2.2. Yenilenebilir Enerji.....	9
2.2.1. Uluslararası ve ulusal ölçekte yenilenebilir enerji yaklaşımları ve politikaları	9
2.2.2. Yenilenebilir enerji türleri.....	15
2.3. Güneş Enerjisi.....	17
2.3.1. Dünyada güneş enerjisi	19
2.3.2. Türkiye’de güneş enerjisi.....	20
2.3.3. Van’da güneş enerjisi.....	22
2.3.4. Güneş enerjisi santralleri için yer seçimi	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal ve Veri Seti	25
3.1.1. Meteoroloji istasyon iklim parametreleri verileri	25
3.1.2. Van YYÜ güneş enerjisi santral üretim verileri.....	26

	Sayfa
3.1.3. Güneş haritaları	27
3.1.3.1. HELIOSAT model global güneş radyasyonu tahmin haritası (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)	27
3.1.3.2. Güneş enerjisi potansiyeli atlası (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü).....	29
3.1.3.3. DNI (Doğrudan normal ışınlama) haritası (Dünya Bankası Grubu).....	30
3.1.3.4. ArcGIS solar radyasyon analizi çıktısı	32
3.1.4. NDVI (Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi)	33
3.1.5. CORINE (Çevresel bilginin koordinasyonu projesi).....	33
3.1.6. Van ili topografik haritası	35
3.1.7. Çalışma alanı.....	36
3.2. Yöntem.....	37
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	39
4.1. Küresel İklim Değişikliğinin Güneş Enerjisi Özelinde Yenilenebilir Enerji Potansiyeline Etkisi ve Arazi Örtüsüyle İlişkisi: Van Örneği	39
4.1.1. İklim parametlerinin analizi (Mann Kendal)	39
4.1.2. İklim parametrelerinin değerlendirilmesi ve güneş enerjisi projeksiyonu	45
4.1.3. Uygun güneş enerjisi potansiyeli yaklaşımının belirlenmesi.....	47
4.1.4. CORINE arazi örtüsü analizi ve değerlendirmesi.....	49
4.1.5. CORINE 2018 ve ArcGIS solar radyasyon analizi çıktısına göre elde edilen alanlardaki güneş enerjisi potansiyelinin incelenmesi	57
5. SONUÇLAR.....	61
KAYNAKLAR.....	65
ÖZ GEÇMİŞ.....	69

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Türkiye'nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli.....	20
Çizelge 4.1. Mann Kendal Trend test sonuçları	45
Çizelge 4.2. CORINE arazi örtüsü sınıfları ve alanları	55
Çizelge 4.3. CORINE 2018- ArcGIS solar radyasyon analizi çıktısı karşılaştırma sonucu.....	59



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1.	WMO iklim riskleri, aşırı olaylar ve ilgili etkiler 7
Şekil 2.2.	Birleşmiş Milletler milenyum kalkınma hedefleri 10
Şekil 2.3.	Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınma hedefleri 11
Şekil 2.4.	Çevresel başlıklar 11
Şekil 2.5.	Uluslararası anlaşma ve çevre eylem programlarının kronolojik sıralaması 12
Şekil 2.6.	Ülkelerin elektrik üretim miktarları 13
Şekil 2.7.	Ülkelerinin Kişi Başı Elektrik Tüketim Miktarları (MWh) 14
Şekil 2.8.	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Enerji Üretimi 14
Şekil 2.9.	Elektrik, ısı ve ulaşımda yenilenebilir enerji payları 15
Şekil 2.10.	Türkiye’de toplam yenilenebilir enerji üretimi 16
Şekil 2.11.	Türkiye’de toplam enerji üretiminde yenilenebilir enerjinin payı 17
Şekil 2.12.	Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesislerin kurulu güç gelişimi 17
Şekil 2.13.	Dünyada kurulu güneş enerjisi kapasitesi 2018 (GW) 19
Şekil 2.14.	Solar enerji üretimi 2018 (TWh) 20
Şekil 2.15.	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü 21
Şekil 2.16.	Türkiye’de kurulu güneş enerjisi kapasitesi (GW) 1997-2018 22
Şekil 2.17.	(a) Van Global radyasyon değerleri (KWh/m ² , -gün), (b) Van Güneşlenme Süreleri (Saat) 23
Şekil 3.1.	Van il merkezine yakın meteoroloji istasyonları 26
Şekil 3.2.	YYÜ GES PV panel örneği, 27
Şekil 3.3.	HELIOSTAT model global güneş radyasyonu Van tahmin haritası 28

Şekil		Sayfa
Şekil 3.4.	Van güneş enerjisi potansiyeli atlası	30
Şekil 3.5.	DNI (Doğrudan normal ışınlanma) haritası	31
Şekil 3.6.	ArcGIS solar radyasyon analizi çıktısı	32
Şekil 3.7.	CORINE 2012'ye göre projenin dâhil olduğu ülkeler	34
Şekil 3.8.	CORINE 2018 ham harita	35
Şekil 3.9.	Çalışma alanı	36
Şekil 3.10.	Yöntem adımları ve ilişkileri.....	37
Şekil 4.1.	Günlük ortalama sıcaklık MK analiz örneği.	39
Şekil 4.2.	Aylık global güneş radyasyonu toplamı grafiği.	41
Şekil 4.3.	Günlük ortalama nispi nem grafiği.....	41
Şekil 4.4.	Günlük toplam global güneşlenme şiddeti grafiği.	42
Şekil 4.5.	Aylık ortalama bulut kapallığı grafiği.....	42
Şekil 4.6.	Günlük güneşlenme süresi grafiği.....	43
Şekil 4.7.	Günlük ortalama sıcaklık grafiği.....	44
Şekil 4.8.	NDVI grafiği.	44
Şekil 4.9.	1990 yılı genelleştirilmiş CORINE haritası.	50
Şekil 4.10.	2000 yılı genelleştirilmiş CORINE haritası.	51
Şekil 4.11.	2006 yılı genelleştirilmiş CORINE haritası.	52
Şekil 4.12.	2012 yılı genelleştirilmiş CORINE haritası.	53
Şekil 4.13.	2018 yılı genelleştirilmiş CORINE haritası.	54
Şekil 4.14.	Yıllara göre yapay bölgelerdeki değişim.	55
Şekil 4.15.	Yıllara göre tarımsal alanlardaki değişim.	55
Şekil 4.16.	Yıllara göre orman ve yapay alanlardaki değişim.....	56

Şekil	Sayfa
Şekil 4.17. Yıllara göre sulak alanlardaki değişim.....	56
Şekil 4.18. Yıllara göre su yapılarındaki değişim.	56
Şekil 4.19. CORINE arazi örtüsü sınıfları ve alanları grafiği.	57
Şekil 4.20. (a) ArcGIS solar radyasyon analizi çıktıısı, (b) CORINE 2018.....	58





SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

GW

Gigawatt

ha

Hektar

kW

Kilowatt

kWh/m²

Kilowatt saat/metrekare

MW

Megawatt

MWh

Megawatt saat

TWh

Terawatt saat

Kısaltmalar

Açıklama

AÇA

Avrupa Çevre Ajansı

CBS

Coğrafi Bilgi Sistemleri

CORINE

Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi

Cos

Kosinüs

CRED

Afet Epidemiyolojileri Araştırma Merkezi

DEM

Sayısal Yükseklik Modeli

DNI

Doğrudan Normal Işınlama

FAO

Gıda ve Tarım Örgütü

GEPA

Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası

GES

Güneş Enerjisi Santrali

IOC

Uluslararası Olimpiyat Komitesi

IOM

Uluslararası Göç Örgütü

Kısaltmalar**Açıklama**

JPEG	Birleşmiş Fotoğraf Uzmanları Grubu
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MK	Mann Kendall
MSG	Meteosat İkinci Nesil
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
NDVI	Normalize Edilmiş Frak Bitki Örtüsü İndeksi
NRDC	Doğal Kaynaklar Savunma Konseyi
PV	Fotovoltatik
UCDAVIS	Kaliforniya Davis Üniversitesi
UN	Birleşmiş Milletler
UNCHR	Birleşmiş Milletler Mülteciler Yüksek Komiserliği.
UNESCO	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
UNISDR	Birleşmiş Milletler Afet Risk Azaltımı Ofisi
UTM	Evrensel Enine Merkatör
WBG	Dünya Bankası Grubu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YYÜ	Yüzüncü Yıl Üniversitesi

1. GİRİŞ

1.1. Problem Tanımı

Küresel ısınmanın bir sonucu olan iklim değişikliği Birleşmiş Milletler, Avrupa birliği, birçok ülke ve uluslararası örgütün hafifletmeye ve uyum sağlamaya çalıştığı, eylem programları geliştirdiği bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. İklim değişikliğiyle mücadele yöntemlerinden en önemlisi de fosil yakıt kullanımını azaltmak, enerji verimliliğini sağlamak ve yenilenebilir enerji kullanımını arttırmaktır. Bu noktada fosil yakıtların hızla tükenmesi ve yenilenebilir enerjinin tükenmeyen ve temiz bir enerji kaynağı olması yeni adımlar atılmasını gerekli kılmıştır. Zira enerji tüketimi ve üretiminin iklim üzerinde olumlu ve olumsuz önemli birçok etkisi bulunmaktadır. İklim değişikliğinin enerjiye olan ihtiyacımızı etkilediği ve iklim ve enerji ikileminin önemli bir konu olduğu bilinmektedir. Bu çalışma iklim ve yenilenebilir enerji ikilemini iklim parametreleri ve güneş enerjisi örneğinde ele almakta ve bu konuda ön açıcı bir rol oynamaktadır (Varınca, K. B., Gönüllü, M. T. 2006). Enerji kaynakları hızla tükenmekte ve bu durum çevresel ve ekonomik pek çok sorunu beraberinde getirmektedir. Bu sorunların çözümü için pek çok senaryo üretilmekte, projeler hazırlanmakta ve yazınsal alanda pek çok çalışma yapılmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenmeye başlaması, enerji tüketiminin artması ve bu tüketimin küresel çapta iklim değişikliklerine yol açması yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını gündeme getirmiştir. Tüm yenilenebilir enerji kaynaklarına katkısı olan güneş enerjisi bunlar arasında öne çıkmaktadır. İklim değişikliği ve yenilenebilir enerji alanında ulusal ve uluslararası birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışma alanları arasında güneş enerjisi önemli bir yer oluşturmaktadır. Yapılan çalışma Birleşmiş Milletler Milenyum Kalkınma Hedefleri (hedef 7) ve Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (hedef 7,13) ile doğrudan ilişkilidir. Çalışmada küresel ölçekte etkili olan ve dünyanın en önemli sorunlarından biri olan iklim değişikliği kavramı ve uluslararası bir konu olan yenilenebilir enerji kavramları ele alınmıştır. Fosil yakıt tüketiminin bir sonucu olan küresel ısınma, iklim değişikliği gibi kavramlar yenilenebilir enerji kullanımını öncelikli kılmaktadır. Her şehrin, bölgenin

ve ülkenin farklı yenilenebilir enerji kaynak ve potansiyellerine sahip olduğu, yenilenebilir enerjinin pek çok türü olduğu ve her bir enerji biçiminin farklı üretim ve kullanım yöntemleri olduğu bilinmektedir. Yenilenebilir enerji kullanımının arttırılmasını sağlamanın ilk adımı bulunulan bölgenin hangi yenilenebilir enerji kaynağına sahip olduğunu bilmek ve bu kaynağın potansiyelini belirlemektir. Yenilenebilir enerjinin bir türü olan güneş enerjisinin de potansiyelini belirlemenin birden fazla yöntemi vardır. Potansiyel güneş enerjisi haritalarının hazırlanması bu yöntemlerden biridir ve birçok haritalama tekniği bulunmaktadır.

1.2. Tezin Amacı

Çalışmada ilk aşama literatür taramasının yapılması, ilgili konularda uluslararası ölçekte yapılan çalışmaların incelenmesidir. Sonraki aşama ilgili kurum ve kuruluşlarla iletişim kurularak çalışma konusu ile ilgili verilerin temin edilmesi, amacın ortaya konması için temin edilen verilerin uygun mekânsal korelasyon ve regresyon yöntemi kullanılarak değerlendirme ve analizlerinin yapılmasıdır. Yapılan analizlere göre daha sonra Van güneş enerjisi potansiyelinin güncel değerlendirmesinin ve uygun haritalama yönteminin Van Yüzücü Yıl Üniversitesi Güneş Enerjisi Santrali üretim verilerin kullanılarak ortaya konulmasıdır. Uygun haritalama yönteminin belirlenmesinin ardından yöntemde kullanılan parametreler incelenerek iklimsel kaynaklı parametreler ile eldeki iklim parametreleri verileri kullanılarak geleceğe yönelik tahminler geliştirilmesi öngörülmüştür. Ortaya konan güncel değerlendirmeyle CORINE arazi örtüsünün ve NDVI verilerinin ilişkilendirilmesi ve yorumlanması farklı niteliklere sahip peyzaj alanlarına olası etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Uluslararası literatürde yeni ve sıcak bir çalışma alanı olarak ele alınan konunun, ulusal literatürde yeterince çalışılmamış olması çalışmaya ön açıcı bir nitelik kazandırmaktadır. Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji ve iklim değişikliği konusu daha çok yenilenebilir enerjinin iklim değişikliğine etkisi olarak kaydedilmişken (Güner ve Turan, 2017) bu çalışmada iklim değişikliğinin yenilenebilir enerji potansiyeline etkisi çalışılarak konu farklı bir yaklaşımla ele alınmıştır. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin avantaja dönüştürülme durumu araştırılmıştır.

Yapılacak çalışmada güneş enerjisinin ulusal ve yerel ölçekte değerlendirilmesi, uygun potansiyel tespit yönteminin iklim parametreleri doğrultusunda daha sağlıklı yapılmasının sağlanması amaçlanmaktadır. Tez kapsamında, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Dünya Bankası, ArcGIS Solar Radyasyon Analiz yöntemlerine ait haritalar kullanılmıştır. Farklı güneş enerjisi potansiyeli haritalama yöntemlerini karşılaştırarak hangi yöntemin daha sağlıklı sonuç verdiğini Van ili, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Güneş Enerjisi Santrali üretim verileri ile karşılaştırılarak bulmak amaçlanmıştır. İlgili haritaların karşılaştırılmasından sonra, iklim parametreleri incelenip analiz edilerek iklim değişikliği ve güneş enerjisi için yorumsal bir projeksiyon yapılması hedeflenmektedir. Çalışma için Van Meteoroloji Genel Müdürlüğünden Van Bölge istasyonuna ait ‘günlük ortalama sıcaklık’, ‘günlük ortalama radyasyon’, ‘günlük ortalama güneşlenme süresi’, ‘günlük ortalama nem’, ‘bulutluluk’, ‘güneşlenme şiddeti’, ‘radyasyon’ verileri kullanılmıştır. Bu verilerin kendi içinde ve örneklem alandan alınan somut ve güncel verilerle analiz edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan analizlere ek olarak Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından çalışılan ‘Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planı’nın iklim parametreleri tahminleri ve NDVI verileri kullanılarak ve yeni potansiyel tahminin yapılması hedeflenmiştir. Yapılan çalışma ile literatürde de yer alan güneş enerjisi üretiminde iklim parametrelerinin belirleyici bir rol oynadığı konusunun ortaya konması, son dönemde uluslararası yazında önemli bir yeri olan iklim değişikliğinin yenilenebilir enerji potansiyeliyle ilişkisinin ulusal ve yerel ölçekte uygulama ve çalışma sayısının artırılması hedeflenmektedir. İklim parametreleriyle NDVI arasında var olan dolaylı etkileşim sebebiyle NDVI verileri çalışmada kullanılmıştır. NDVI verileri ve CORINE verileri arasında da analiz ve karşılaştırmalar yapılmış ve bu kapsamda geçmişten günümüze tüm CORINE haritaları da çalışmaya dâhil edilmiştir. Yapılan tüm çalışmalar sonucunda belirlenen güneş enerjisi potansiyel haritası ile güncel CORINE haritası karşılaştırılarak güneş enerjisi ve arazi örtüsü arasındaki ilişki incelenmiştir.

1.3. Tezin Araştırma Soruları

Ana sorular: İklim parametreleri ile Van için güneş enerjisi ve iklim değişikliği projeksiyonu yapılabilir mi? Van'da güneş enerjisi potansiyel alanlarının arazi örtüsüyle ilişkisi ne şekildedir?

Alt sorular;

- İklim ve yenilebilir enerjinin dünyadaki ve Türkiye'deki durumu nedir?
- Dünyada, Türkiye'de ve Van'da güneş enerjisinin durumu ve önemi?
- Güneş enerjisi potansiyeli haritalama yaklaşımları nelerdir?
- Güneş enerjisi santrallerinde üretim verisi kayıtlarının sağlıklı bir şekilde tutulmasının önemi nedir?
- Güneş enerjisi santrallerinde üretim verileri ile uygun haritalama yaklaşımı nasıl belirlenir?
- Güneş enerjisi projeksiyonu yapmada hangi iklim parametreleri önemlidir?
- CORINE ve güneş enerjisi potansiyel haritasının kıyaslanmasının yararları nelerdir?
- Van ilinde farklı arazi sınıfları üzerindeki güneş enerjisi potansiyeli dağılımı ne şekildedir?

1.4. Kapsam

Yapılan çalışma Van ilini kapsamakta ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Güneş Enerjisini örneklem alan olarak ele almaktadır. Tarihten bugüne Güneş kenti olarak bilinen Van ili sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeliyle çalışma için iyi bir örnek olacaktır. Yapılan çalışmada kapsam güneş enerjisi olarak belirlenmiştir. Güneş enerjisinin, ulusal ve yerel ölçekte yüksek potansiyele sahip olması, Türkiye'de güneşin en önemli yenilebilir enerji kaynaklarından biri olması, Van'ın tarihte 'güneş şehri' anlamına gelen Tuşba olarak adlandırılması ve yılda ortalama 300 güneşli güne sahip olması çalışma kapsamının güneş enerjisi olmasında etkili olmuştur (Genç ve ark., 2017). Çalışmanın zamansal kapsamını gerekli verinin zamansal boyuttaki uygunluğu belirlemiştir. Mekânsal kapsam ise yüksek enerji potansiyeline sahip olması sebebiyle Van ili belirlenmiştir.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1. İklim

İklim, belirli bir bölgede uzun süre etkili olan ortalama hava koşullarıdır. Dünya meteoroloji örgütüne göre bir yerin iklimini tanımlamak için 30 yıla ihtiyaç vardır. (Anonim, 2019a).

2.1.1. İklim parametreleri

En az otuz yıllık ortalamalar üzerinden hesaplanmış ortalama yıllık hava sıcaklığı, basınç, yağış, ortalama yıllık buharlaşma ve terleme, rüzgârların yön ve hızları, güneş ışınım miktarı gibi değerler.

Türkiye’de kaydı tutulan meteorolojik parametreler (Anonim, 2019b);

- Türkiye Ortalama Sıcaklık
- Türkiye Maksimum Sıcaklık Ortalaması
- Türkiye Minimum Sıcaklık Ortalaması
- Türkiye Yağış
- Türkiye Ortalama Nem
- Türkiye Buharlaşma
- Türkiye Ortalama Rüzgâr
- Türkiye Ortalama Kar Örtülü Günler Sayısı
- Türkiye Günlük Güneşlenme Süreleri
- Türkiye Günlük Güneşlenme Şiddeti
- Türkiye Yıllık Güneş Radyasyonu
- Türkiye 5 cm Toprak Sıcaklıkları
- Türkiye 10 cm Toprak Sıcaklıkları
- Türkiye 20 cm Toprak Sıcaklıkları
- Türkiye 50 cm Toprak Sıcaklıkları
- Türkiye 100 cm Toprak Sıcaklıkları

Çalışmada kullanılan meteorolojik parametreler;

- Aylık Global Güneş Radyasyonu Toplamı (kwsaat÷m²)
- Günlük Güneşlenme Süresi (saat)
- Türkiye Ortalama Sıcaklık (°C)
- Günlük Toplam Global Güneşlenme Şiddeti (cal÷cm²)
- Aylık Ortalama Bulut Kapalılığı (8 Okta)
- Aylık Ortalama Güneşlenme Şiddeti (Cal/cm².dak)
- Günlük Ortalama Nispi Nem (%)

2.1.2. İklim değişikliği

İklim değişikliğinin kavramsal olarak pek çok tanımının yapılması mümkündür. Bunlardan birkaçı aşağıda belirtilmiştir:

Genel olarak iklim sistemleri ve parametrelerinin zamansal değişiminin beraberinde getirdiği bir durumdur (Anonim, 2015).

Fosil yakıt kullanımının atmosfer üzerindeki etkisinin gezegende ısınmaya sebep olduğu konusunda dünyada (% 97 oranında) fikir birliği bulunmaktadır. Bu ısınma iklim örüntülerinin sıcaklık, yağış, radyasyon gibi iklim parametrelerinde değişkenliğe ve aşırı hava durumlarının ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu değişim küresel iklim değişikliği olarak adlandırılır (Anonim, 2019c).

Hava koşullarının küresel ölçekte zamansal olarak gösterdiği değişiklik ve yarattığı değişimler iklim değişikliği olarak tanımlanmaktadır (May, 2017).

Küresel ısınmanın bir sonucu olarak uluslararası yazında ele alınan iklim değişikliği belli bir yerde ya da küresel ölçekte uzun süreli iklim farklılıklarına yol açan iklim düzenindeki değişimdir (Anonim, 2019d).

İklim değişikliği, asıl sebebi insan faaliyetleri olan ve küresel ölçekte değişimlere yol açan kavramdır (Anonim, 2019e).

2.1.2.1. Dünya iklim değişikliği

Uluslararası alanda yapılan ilk iklim çalışması 12-13 Şubat 1979 tarihinde Cenevre'de Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından yapılan iklim toplantısıdır.

Bu toplantı ile birlikte önemli ilk adımlar atılmış ve İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) de temelleri atılmıştır (Akçakaya ve ark., 2015).

Temelinde insan etkinlikleri bulunan atmosferin bileşiminde ortaya çıkan önemli değişiklikler sonucunda, yüzey sıcaklıklarında 19. yüzyılın sonlarında başlayan ısınma, 1980'lerin başında daha da belirginleşerek, hemen her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak olmak üzere, küresel sıcaklık rekorları ortaya çıkmaktadır (IPCC, 2001, 2007). İklim değişikliği birçok hayati problemi beraberinde getirmektedir. Bu problemlerin artması çözüm arayışlarını beraberinde getirmiştir. İklim değişikliği ile uyum ve mücadele kapsamında geliştirilen çözümlerden biri de yenilenebilir enerji üretim ve kullanımının artırılmasıdır. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün, 2018 yılına ait verilerine göre; iklim değişikliği riskleri görselde yer almaktadır.



Şekil 2.1. WMO iklim riskleri, aşırı olaylar ve ilgili etkiler (World Meteorological Organization, 2018).

2.1.2.2. Türkiye’de iklim değişikliği

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemiz de iklim değişikliğinin yarattığı ve yaratacağı olumsuz etkilerle karşı karşıyadır. Türkes’e göre Türkiye’de önemli iklim değişiklikleri gözlenmektedir ve Akdeniz havzasında bulunan diğer ülkelerle birlikte Türkiye de iklim değişikliği sorunundan önemli ölçüde etkilenecektir. Türkiye’de su kaynakları, tarım, doğal alanlar ve insan sağlığı iklim değişikliğiyle beraber olumlu ya da olumsuz şekilde etkilenecektir. Çölleşme riski de Türkiye’nin karşı karşıya bulunduğu iklim değişikliği sonuçlarından biridir (Türkes, 2012). Buna göre Türkiye’de sıcaklık ve yağış klimatolojilerinde değişim, sıcaklık ve yağış değişkenliklerinde değişim gözlenmektedir. Bu kapsamda iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması ve dünya çapındaki çabalara katkı sunulması amacıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından “Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2013)” hazırlanmıştır. Bu doğrultuda iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması ve bunlarla mücadele edilmesi kapsamında hedefler belirlenmiş ve stratejiler oluşturulmuştur. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğüne bağlı Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığına göre; Türkiye’de iklim değişikliğinin çevresel ve sosyoekonomik olası etkileri aşığıdaki gibidir:

- Sıcak ve kurak zaman dilimlerinde meydana gelen artış kuraklık ve çölleşmeyi beraberinde getireceğinden erozyon tuzlanma olaylarını arttırıp hızlandıracaktır.
- İklim değişikliğinin etkisiyle var olan iklim kuşaklarının kuzeye kaymasıyla Türkiye olduğundan daha sıcak ve kurak bir iklimin etkisinde kalacaktır.
- Su kaynaklarıyla ilgili yaşanan problemlere yenileri eklenecek ve içme ve kullanma suyunda problemler artacaktır.
- Mevcut tarımsal üretimde değişimler yaşanacak ve tarım ürünlerinde türlere göre artış veya azalış yaşanacaktır.
- Zararlıların ve hastalıkların artmasıyla kara ekosistemleri ve tarımsal üretim sistemleri ekonomik ve yaşamsal olarak zarar görecektir.
- Sıcaklıklarda yaşanan artış insan ve hayvan sağlığını olumsuz etkileyecek, hastalık ve ölümleri arttıracaktır.
- Yükselen deniz seviyesinin etkisiyle Türkiye’de yer alan alçak alanlar su altında kalacaktır.

- Artan sıcaklıkların etkisiyle meydana gelecek erimelerin etkisiyle kalıcı karbuz örtüsü ve mevsimlik kar alanlarında kar çığları, sel ve taşkın olayları artış gösterecektir.
- Deniz ekosistemleri değişen akıntılardan olumsuz etkilenecek ve deniz canlılarının tür ve sayılarında azalma yaşanacaktır (Anonim, 2010).

Buna ek olarak Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı iklim değişikliği önleme kapsamında sera gazı azaltımı için (Anonim, 2019f);

- Yenilenebilir enerjinin elektrik üretiminde daha büyük paya sahip olması,
- Enerjinin verimli kullanılması,
- Karbon depolama ve yakalama konusunda teknolojik gelişmelerin artması,
- Karbon yutaklarının oluşturulması ve sayılarının artırılması amacıyla ağaçlandırmanın artması gerektiğini açıklamıştır.

2.2. Yenilenebilir Enerji

Günümüzde önemli bir gündem başlığı olan yenilenebilir enerji için farklı tanımlar yapmak mümkündür. Bunların bir kısmı aşağıda belirtildiği gibidir.

- Sürekli bir döngüyle yenilenen kaynaklardır (Anonim, 2019g).
- Doğal kaynaklardan elde edilen temiz enerjidir (Shinn, 2018).
- Çoğunlukla düşük ya da sıfır emisyonlu enerjidir (Frewin, 2019).
- Tükenmemesi, çevresel ve ekonomik katkılar sağlaması sebebiyle son zamanların en önemli konularından biridir (Anonim, 2019h).
- Kaynak tüketmeyen, kirlilik oluşturmayan ve genellikle nötr karbon salınımına sahip, sürekli yararlanılabilen ve yeşil enerji olarak da adlandırılan enerjidir (Anonim, 2019i).
- Kaynağı bol, sürdürülebilir ve çevre dostu enerjidir (Anonim, 2018a).

2.2.1. Uluslararası ve ulusal ölçekte yenilenebilir enerji yaklaşımları ve politikaları

Günümüzde enerji üretiminin yaklaşık % 81i yenilenemeyen fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Mevcut durumda üretimde % 19luk paya sahip olan yenilenebilir enerjinin üretim oranının artması, küresel ısınma konusunda olumlu etkiler yaratacağı

bilinmektedir (World Meteorological Organization, 2018). Küresel ısınmanın azalması iklim değişikliğini doğrudan etkileyecek aşırı hava durumları ve iklim değişikliklerinin yaşanması azaltılacaktır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji iklim değişikliğine bir çözüm ve uyum biçimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji türlerinin çoğunun güneş enerjisi sayesinde oluşması güneş enerjisini önemli kılmaktadır.

Hazırlanan tez çalışması Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulan 8 Milenyum Kalkınma Hedefi içinde 7.hedef olan *çevresel sürdürülebilirliği sağlamak* ve 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi içinde 7. *erişilebilir ve temiz enerji* ve 13. *iklim eylemi* hedefleri dahilindedir. Çalışma, aynı zamanda Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen Çevresel Başlıkların (hava ve iklim, doğa, sürdürülebilirlik ve refah, ekonomik sektörler) hava ve iklim başlığı altındaki *iklim değişikliği adaptasyonu ve iklim değişikliği hafifletme* ve Ekonomik sektörler başlığı altındaki *enerji* konuları kapsamına dâhildir. İlgili görseller aşağıda verilmiştir.



Şekil 2.2. Birleşmiş Milletler milenyum kalkınma hedefleri (AI, 2018).

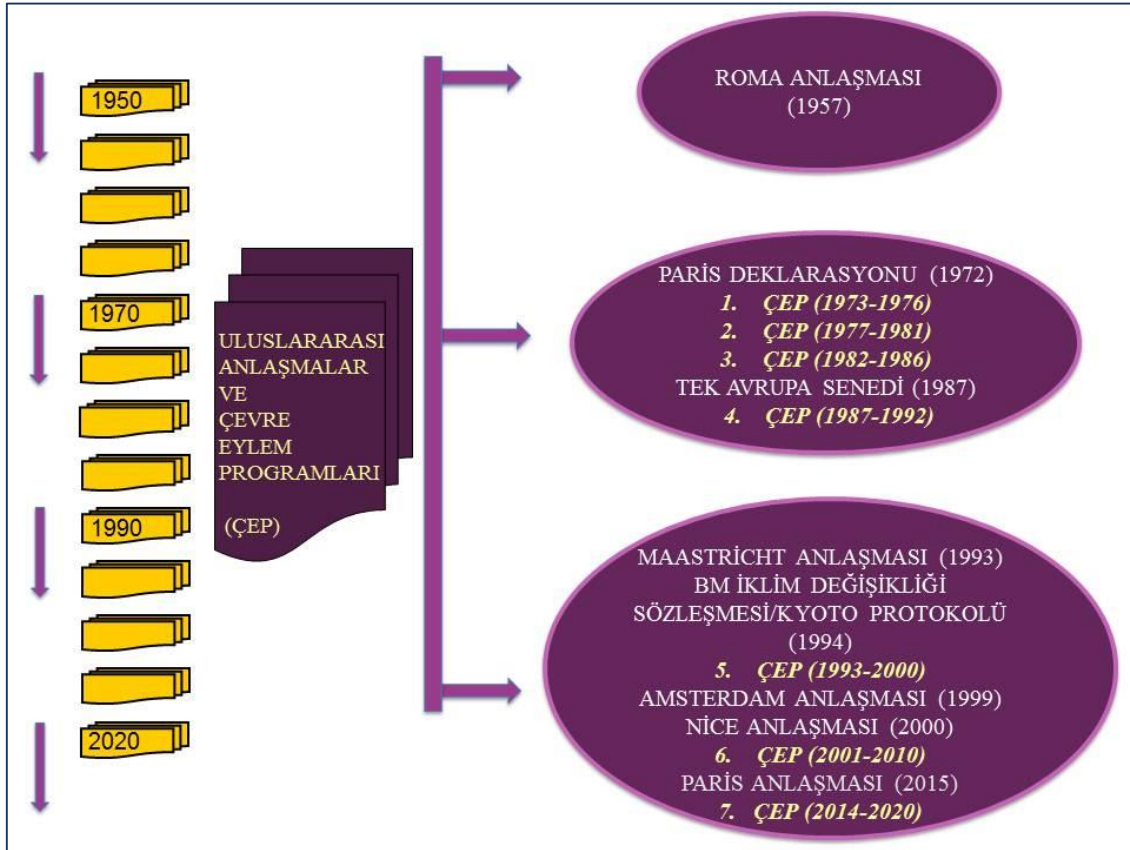


Şekil 2.3. Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınma hedefleri (Anonim, 2020a).



Şekil 2.4. Çevresel başlıklar (Anonim, 2019j).

İklim değişikliği ve enerji konularının önemini vurgulamak amacıyla bu konulara doğrudan veya dolaylı bir şekilde yer veren uluslararası anlaşma ve çevre eylem programlarının kronolojik sıralaması oluşturulmuştur ve aşağıdaki görselde verilmiştir.



Şekil 2.5. Uluslararası anlaşma ve çevre eylem programlarının kronolojik sıralaması.

Roma Anlaşmasında, çevre ile ilgili hükümler dolaylı olarak yer almış ve çevrenin korunması gerektiği belirtilmiştir.

Paris Deklarasyonunda, çevre koruma konusu özellikle dikkate alınmış ve *çevresel eylem planı* fikri ilk kez burada ortaya atılmıştır.

Tek Avrupa Senedi, Roma Anlaşmasının düzenlemiş hali olarak karşımıza çıkmakta ve bu senetle 'sürdürülebilir kalkınma' kavramı literatüre girmektedir. Bunun yanı sıra çevre kavramı burada ayrıntılı bir şekilde tanımlanmıştır.

Maastricht Anlaşmasında, çevre politikası geliştirilmiş ve sürdürülebilirlik ilkesi ortaya konmuştur. Çevre koruma bir hedef olarak tanımlanmıştır.

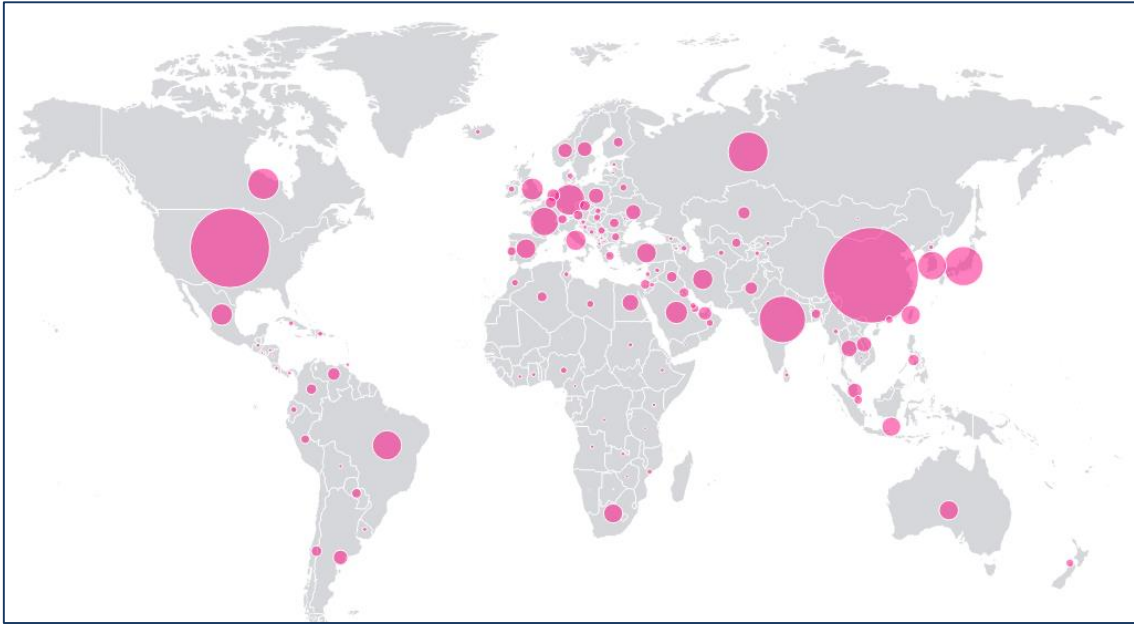
Kyoto Protokolü, Küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleye yönelik tek uluslararası çerçevedir. İklim değişikliği sözleşmesidir.

Amsterdam Anlaşması, *sürdürülebilir kalkınma* kavramı anlaşmanın giriş bölümüne ve hedeflerinin arasına eklenmiştir. *Çevre koruma* kavramının, Avrupa Birliği politikaları ile bütünleştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

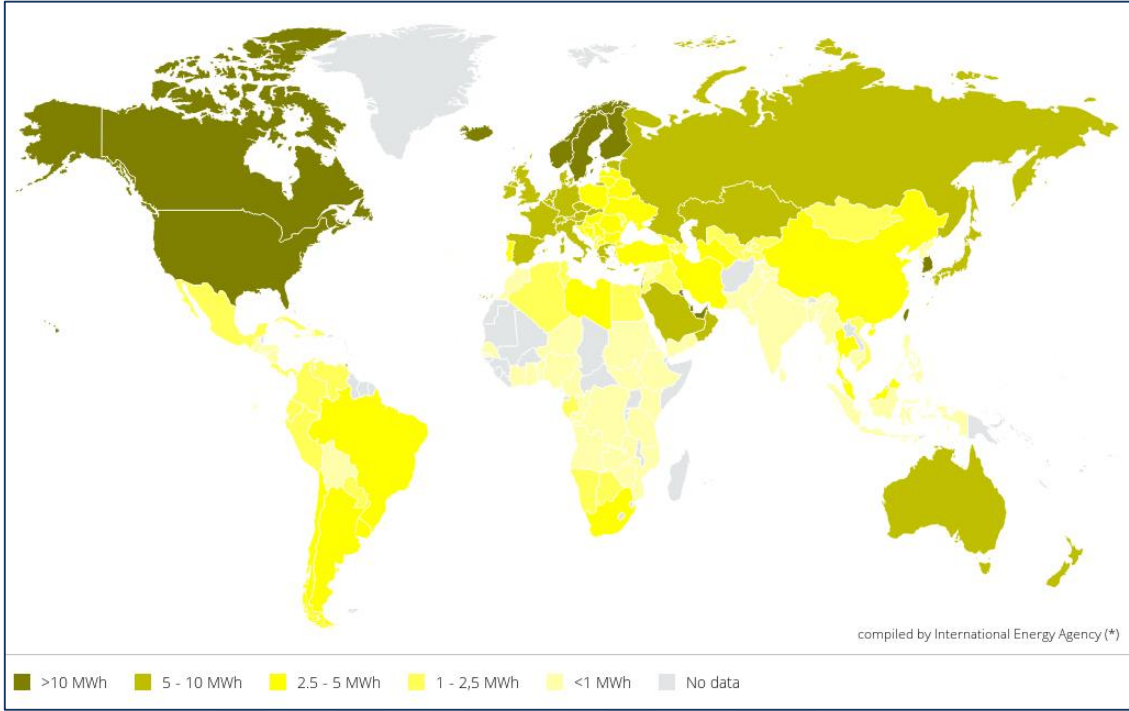
Nice Anlaşması, *sürdürülebilir kalkınmanın* geliştirilmesini amaçlayan teşvikler ve piyasa türü araçlar da dâhil olmak üzere, Anlaşma tarafından önerilen tüm olanaklar tam olarak kullanılacağı belirtilmiştir. Enerji arzı güvenliği ve iklim değişikliği konuları da yer almıştır.

Paris Anlaşmasında, iklim değişikliğinin önemli bir küresel sorun olduğu ve bunun için politikalar ve fonlar hazırlanması ve yenilenebilir enerji alanında üretimin ivme kazanması gerektiği ayrıntılı şekilde ele alınmıştır.

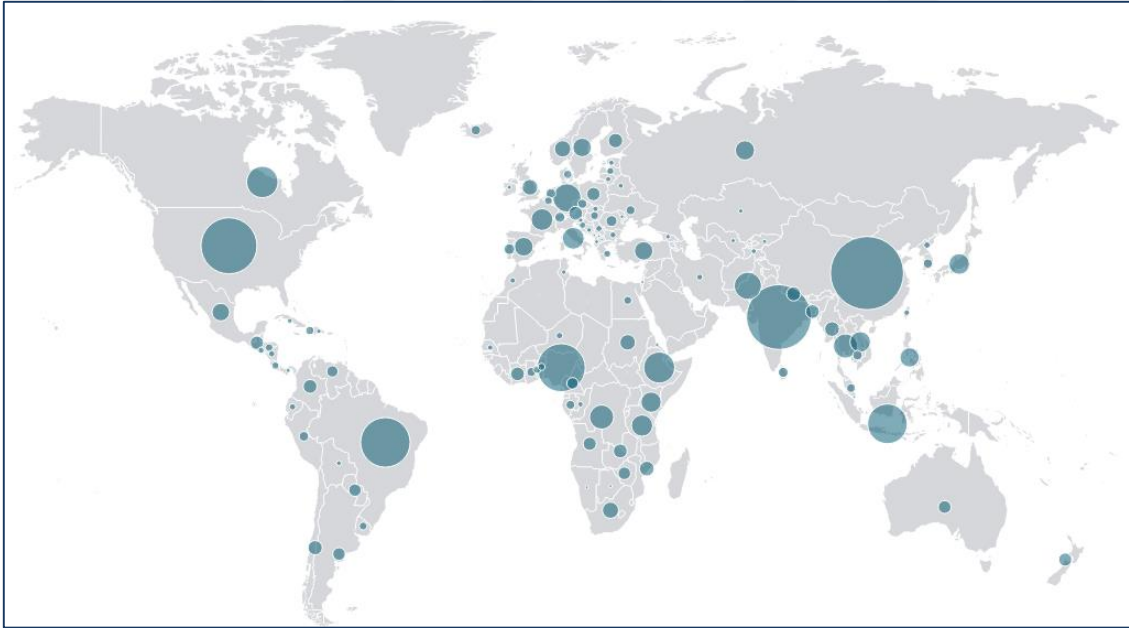
Uluslararası Enerji Ajansı (2016) verilerine göre; yenilenebilir enerji dünya elektrik enerjisi üretimine katkı sağlayan ikinci enerji türüdür. 1990 yılından bu yana, dünya genelinde yenilenebilir elektrik üretimi yılda ortalama % 3.7 oranında büyümüştür. Böylece 1990 yılında küresel elektriğin % 19,4'ü yenilenebilir kaynaklardan üretilirken, bu pay 2016 yılında % 23,8'e yükselmiştir.



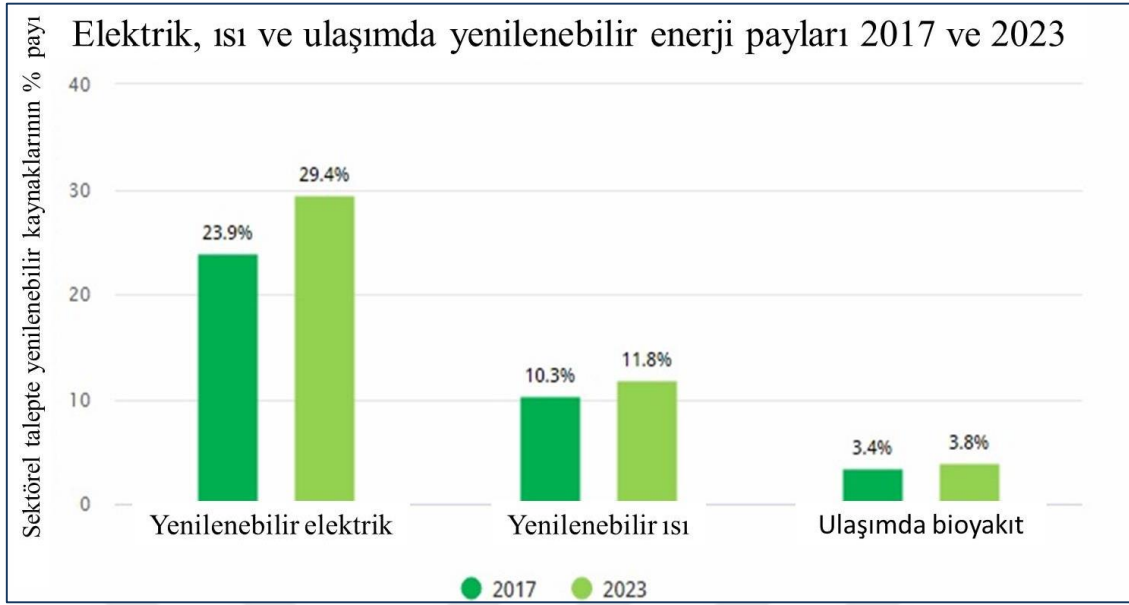
Şekil 2.6. Ülkelerin elektrik üretim miktarları (Anonim, 2016).



Şekil 2.7. Ülkelerin Kişi Başı Elektrik Tüketim Miktarları (MWh) (Anonim, 2016).



Şekil 2.8. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Enerji Üretimi (Anonim, 2016).



Şekil 2.9. Elektrik, ısı ve ulaşımda yenilenebilir enerji payları (Anonim, 2018b).

2.2.2. Yenilenebilir enerji türleri

Yenilenebilir enerjinin dünyada birçok türü vardır. Bunların bir kısmı aşağıda belirtildiği gibidir (Anonim, 2019k):

- Güneş Enerjisi
- Rüzgâr Enerjisi
- Hidroelektrik Enerji
- Jeotermal Enerji
- Biyokütle Enerjisi
 - Ahşap ve Odun Atıkları
 - Çöp Gazı ve Biyogaz
 - Katı Atık
 - Biyodizel
 - Etanol
- Gelgit Enerjisi

Türkiye’de yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji türleri:

- Güneş Enerjisi
- Rüzgâr Enerjisi
- Hidroelektrik Enerji

- Jeotermal Enerji
- Katı Atık Enerjisi

Güneş Enerjisi: Güneş ışığının fotovoltaik cihazlar, güneş pilleri ve aynalarla yakalanmasından elde edilen enerjidir.

Rüzgâr Enerjisi: Yüzeylerin güneş ısını farklı oranda emmesi sonucunda oluşan rüzgâr döngüsünün rüzgâr tribünleriyle yakalanmasından elde edilen enerjidir.

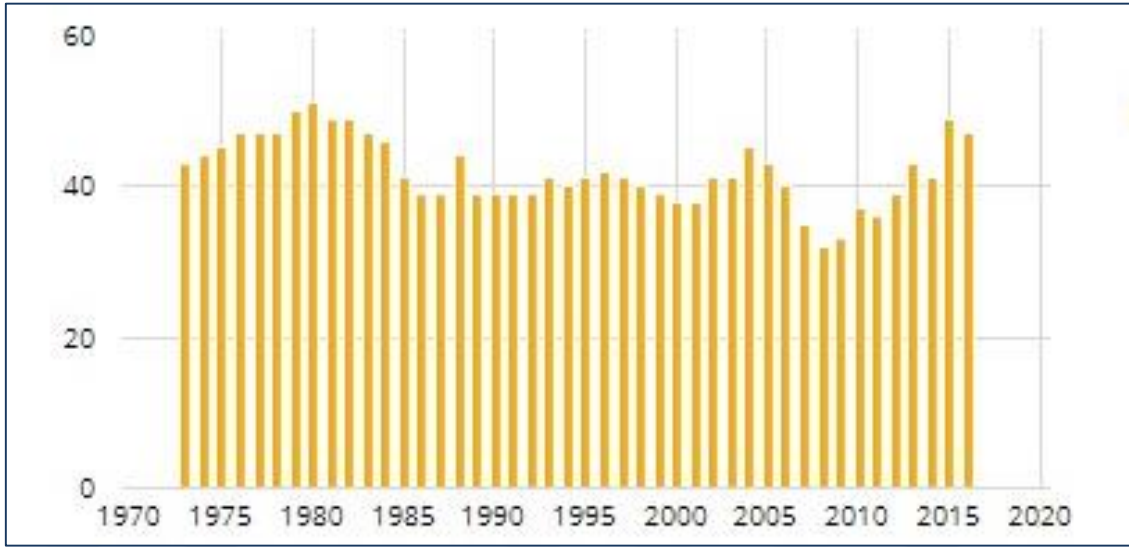
Hidroelektrik Enerji: Akarsularda ve nehirlerde akan suyun gücünün, mekanik enerji üretmek için kullanılmasıdır.

Jeotermal Enerji: Dünyanın merkezinden kaynaklı olarak dünya yüzeyindeki ısı depolanmasıyla elde edilen enerjidir.

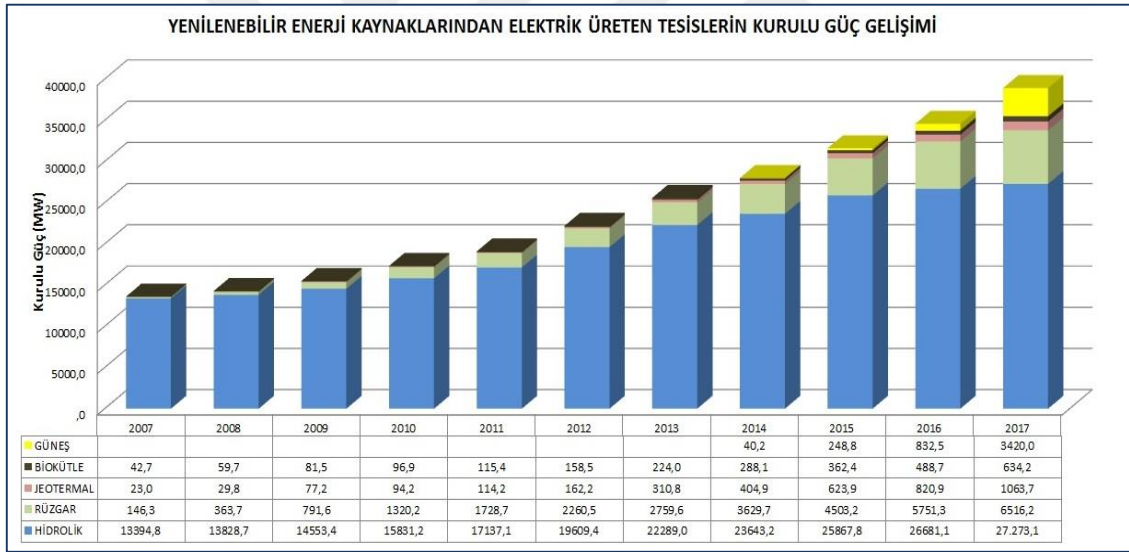
Katı Atık Enerjisi: Çöp olarak adlandırılan katı atıkların enerji tesislerinde yakma, depolanma gibi türlü yollarla enerjiye dönüştürülmesidir.



Şekil 2.10. Türkiye’de toplam yenilenebilir enerji üretimi (Anonim, 2016).



Şekil 2.11. Türkiye’de toplam enerji üretiminde yenilenebilir enerjinin payı (Anonim, 2016).



Şekil 2.12. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesislerin kurulu güç gelişimi (Anonim, 2018d).

2.3. Güneş Enerjisi

Ortalama bir yıldız olan güneş, 4 milyar yıldan fazla yanan bir füzyon reaktörüdür. Güneş enerjisi ise güneşin çekirdeğinden gelen nükleer füzyon gücüne dayanır. Bu enerji dünyanın enerji ihtiyacını karşılamak için bir dakikada yeterli enerjiyi sağlayabilecek güçtedir (Davinson, 2019). Güneş enerjisinden “aktif” veya “pasif”

olarak faydalanmak mümkündür. Aktif güneş enerjisi, güneş ışınlarını yakalamak için özel teknolojiyi kullanımına ihtiyaç duyar. Bu teknolojiyi sağlayan iki ana ekipman vardır. Bunlar; fotovoltaik hücreler (PV hücreleri veya güneş hücreleri) ve güneş ışığını belirli bir noktada odaklayan aynalardır. Bu aktif güneş teknolojileri, pek çok yaşamsal ihtiyacı karşılamak amacıyla kullanılan elektrik enerjisi üretmek için kullanılır. Pasif güneş enerjisinde ise özel teknoloji ekipmanı kullanımı gerekli değildir. Bunun yerine, güneş ışığının gün boyunca doğal olarak değişimi ve hareketinden enerji alır. Yapılar inşa edilirken pencerelerin güneş yoluna ve hareketine göre konumlandırılması bu duruma örnek olarak verilebilir. Bu durumda güneşten maksimum ölçüde yararlanan yapı ısınmak için diğer enerji türlerine daha az gereksinim duyacaktır. Pasif güneş enerjisi örneklerini arttırmak mümkündür. Yeşil çatılar, serin çatılar ve ışıma engelleri pasif güneş enerjisine örnektir. Yeşil çatılardaki bitki kullanımı yağmur suyunu ve havadaki kirleticileri tutacağından çevrenin temiz olmasına katkıda bulunabilirler. Serin çatılar açık renkle boyanır. Bu gelen güneş ışığının daha az tutulmasını sağlayarak yapının soğutulması için farklı bir enerji kullanım ihtiyacını azaltır. Işıma engelleri ya da radyant bariyerler, alüminyum gibi yansıtıcı özelliğe sahip malzemeler kullanılarak yapılır ve kullanılan malzemeler güneş sıcaklığını yansıtır, ısı emilimini azaltır. Bu durum soğutma konusunda enerji ihtiyacının azalmasına katkı sunar (Anonim, 2019k). Güneş enerjisi kullanımı bazı avantaj ve dezavantajları beraberinde getirir. Güneş enerjisi kullanımının birçok avantajından söz edilebilir. Bunlardan birkaçı aşağıda belirtildiği gibidir:

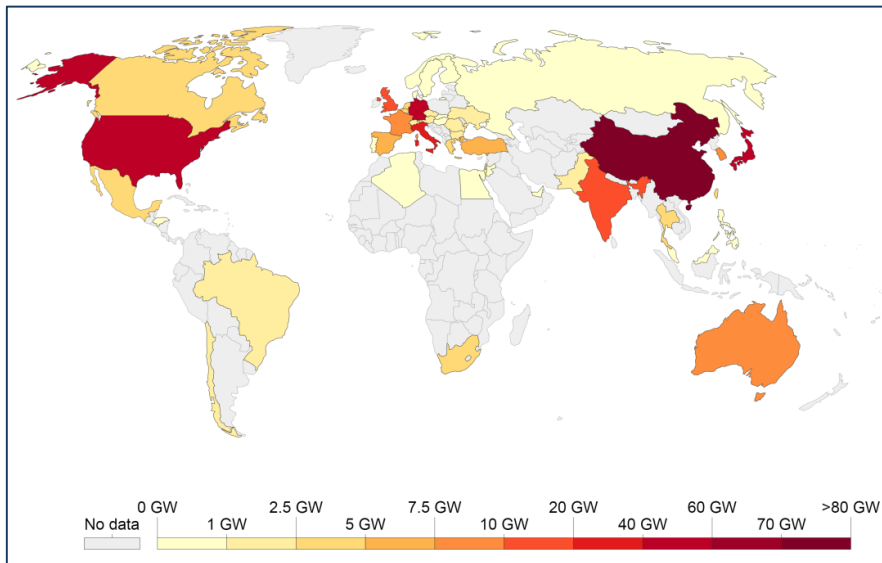
- Güneş enerjisi sisteminde kullanılan PV hücreler 20-25 yıl kadar uzun süre dayanabilmektedir.
- Güneş enerjisi çevre zararı en az olan enerjidir.
- 1.5 kW gücündeki bir PV sistemi, 25 yıl boyunca kullanmak mümkündür ve bu sistem aynı zamanda 60.000 kilo kömürün yakılmasını engelleyecek kadar enerji üretebilmektedir.
- Güneş enerjisi kullanımı asit yağmurlarına sebep olmaz, duman yaratmaz ve dolayısıyla fosil yakıtlar gibi kirlilik oluşturmaz.

Ancak, güneş enerjisinin tek enerji gücü olarak kullanılmasının önünde de bir takım engeller ya da dezavantajlar vardır. Bu dezavantajlar aşağıda belirtildiği gibidir.

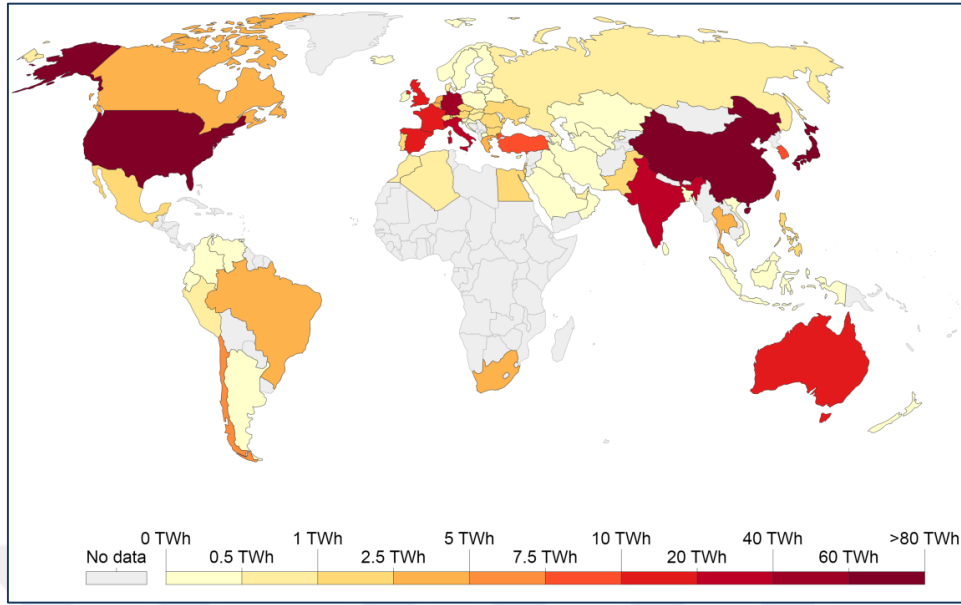
- Aktif güneş enerjisi kullanımı için PV hücreleri kullanılarak bir sistemin kurulması maliyetlidir.
- Pasif güneş teknolojisini kullanan yapıların inşa edilmesi maliyetlidir.
- Güneş ışığı bulutlar tarafından engellenebilir ve bu durum enerji üretiminde aksamalar yaratabilir.
- Güneş ışığının gece kullanmak mümkün olmadığından enerji üretiminde sürekliliği sağlamak zor olabilir.
- Güneş ışıkları dünyanın her bölgesine aynı oranda düşmez. Yere, mevsime ve günün saatlerine göre değişim halinde olan bir enerji türüdür (Anonim, 2019k).

2.3.1. Dünyada güneş enerjisi

Yaşamın olmazsa olmaz bir parçası olan enerji üretimi, yönünü sürdürülebilir ve yenilenebilir enerjiye çevirmiştir. Güneş enerjisi de sağladığı çevresel avantaj ve ekonomik getirisi sebebiyle en çok tercih edilen enerji kaynaklarından biri haline gelmiştir. Günümüz itibarıyla dünyanın birçok ülkesinde güneş enerjisi üretimi yapılmaktadır. Güneş enerjisinin enerji tüketim miktarı içindeki payı ülkeden ülkeye değişmektedir.



Şekil 2.13. Dünyada kurulu güneş enerjisi kapasitesi 2018 (GW) (Anonim, 2019l).



Şekil 2.14. Solar enerji üretimi 2018 (TWh) (Anonim, 2019).

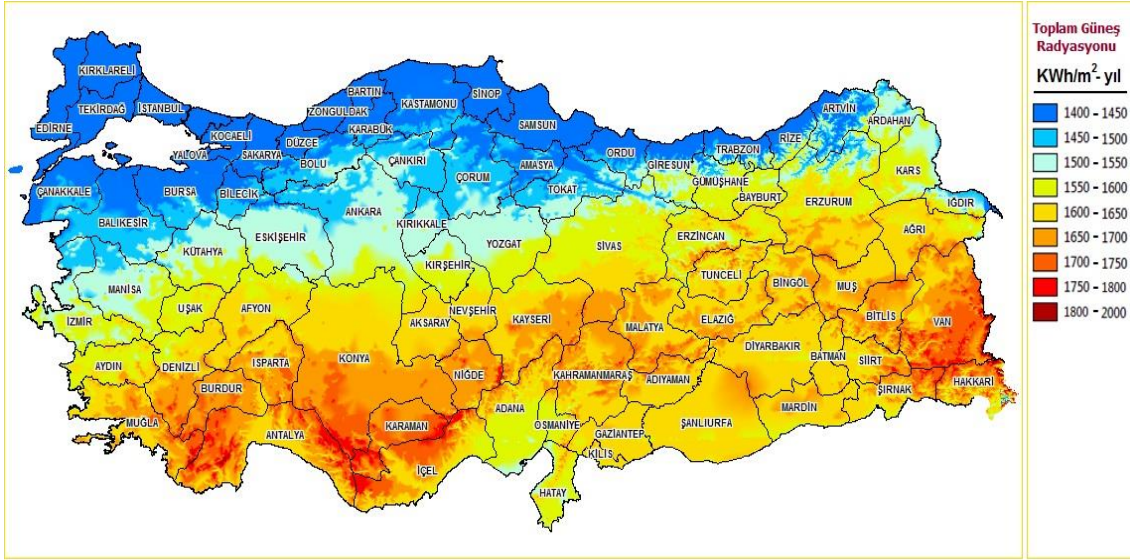
2.3.2. Türkiye’de güneş enerjisi

Türkiye güneş enerjisi potansiyeli, güneş ışınımı açısından güneş enerjisi üretimi konusunda avantaj sahibi bir ülkedir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından yapılan çalışmada görüldüğü üzere; Türkiye'nin ortalama yıllık güneşlenme süresi 2640 saat, günlük toplam 7,2 saattir. Yıllık ortalama toplam ışınım şiddeti ise 1311 kWh/m² -yıl, günlük 3,6 kWh/m² dir (Turan, 2006).

Çizelge 2.1. Türkiye'nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli (Turan, 2006).

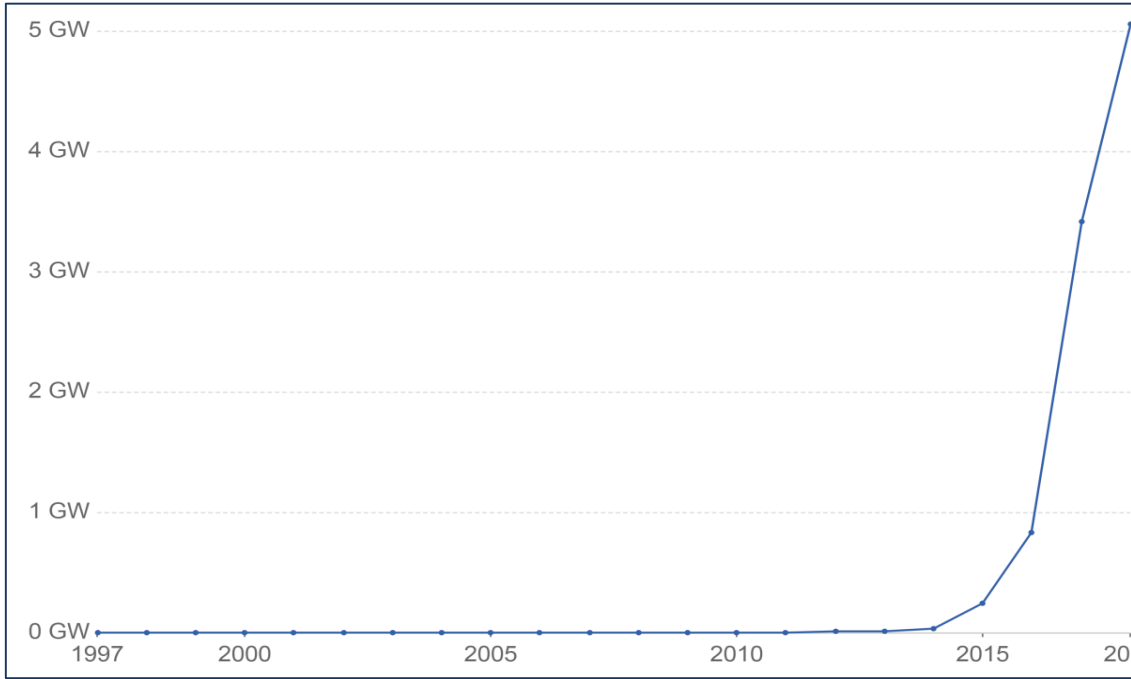
Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (Kcal/Cm ² -Ay) (Kwh/M ² -Ay)		Güneşlenme Süresi (Saat/Ay)
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308.0 cal/cm ² -gün	3.6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün

Çizelge 2.1’de görüldüğü üzere, Türkiye’de aylık ortalama güneş enerjisi potansiyelinin en yüksek olduğu ay temmuz, en düşük olduğu ay ise ocak ve aralık aylarıdır.



Şekil 2.15. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (Anonim, 2010).

Çalışma kapsamında her ne kadar ilerleyen bölümlerde farklı haritalama yaklaşımları değerlendirilmiş olsa da, Türkiye’de en yaygın kullanılan ve en çok bilinen harita olması sebebiyle Türkiye’deki güneş enerjisi potansiyelini göstermek üzere, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası örnek olarak verilmiştir. Haritadan da görüleceği üzere Doğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde güneş enerjisi potansiyeli en yüksek bölgeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunu Güney Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri takip etmektedir.



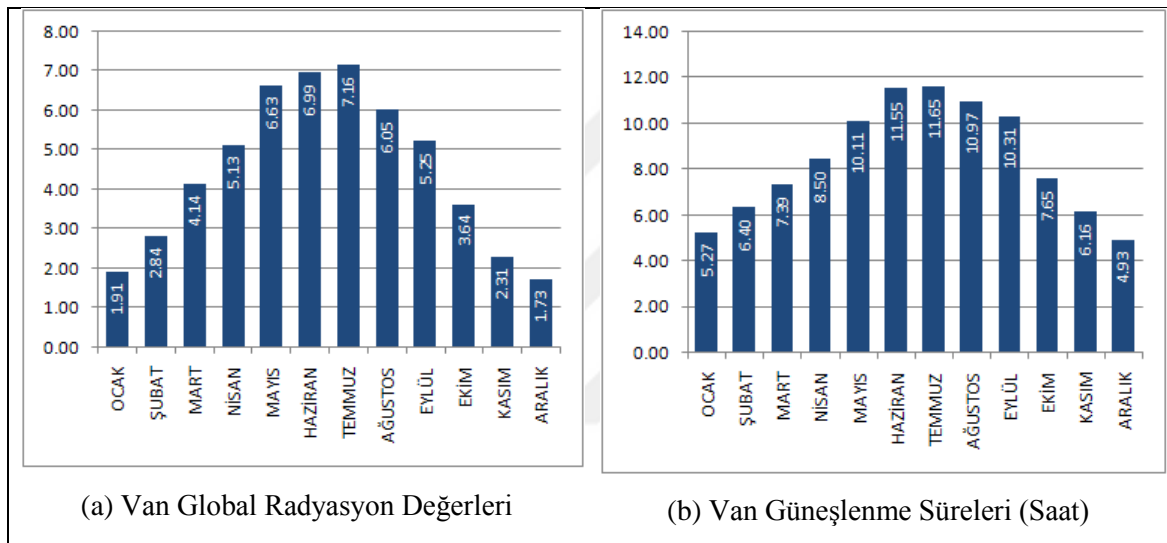
Şekil 2.16. Türkiye’de kurulu güneş enerjisi kapasitesi (GW) 1997-2018 (Anonim, 2019).

Şekil 2.16’da görüldüğü üzere, Türkiye’de güneş enerjisi santralleri 2014 yılından itibaren üretim yapmaya başlanmış ve her yıl artış göstermiştir.

2.3.3. Van’da güneş enerjisi

Van, doğu Anadolu bölgesinde yer alan ve bölgenin en yoğun nüfusuna sahip ildir. Aynı zamanda geçmişte güneşi bol bir şehir olması sebebiyle, ‘Güneş Şehri’ anlamına gelen Tuşba adıyla Urartu krallığının başkentliğini yapan Van, dünyanın en eski ve tarihi öneme sahip şehirlerinden biridir. Van ili bol sulak alanlara, verimli topraklara, doğal güzelliklere, tarihi alanlara ve coğrafi konumu sebebiyle yaşam için ideal iklim koşullarına sahiptir. Çalışma gereği sahip olduğu en önemli iklimsel özelliği güneşli gün sayısının fazla olmasıdır. Buna bağlı olarak da güneşlenme süresi, güneşlenme şiddeti ve güneş radyasyonu konusunda güneş enerjisi üretiminde hatırı sayılır bir yere sahiptir. Van ili, Doğu Anadolu bölgesinin ve Türkiye’nin en fazla güneş alan illerindedir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi ve Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası verileri Türkiye’nin yıllık ortalama toplam güneşlenme süresi 2.736,89 saat olup Van ilinde bu değer 3.068,74 saat olduğunu ve bu durumun ortalamanın çok üzerinde

olduğunu göstermektedir (Yaman ve ark., 2019). Yıllık toplam güneşlenme süresi Türkiye ortalamasının 331,85 saat üzerinde olan Van ili güneş enerjisi üretimi konusunda Türkiye'nin en avantajlı şehirlerinin başında gelmektedir. Bunun yanı sıra ilin rakımsal olarak yüksek olması güneş ışınlarını ve dolayısıyla radyasyonu daha yüksek bir enerjiyle almasını sağlamaktadır. Bununla beraber arazi yapısının hafif eğimli oluşu, orman, tarım, sanayi ve turizm için kullanılmayan fazlaca alana sahip oluşu burayı enerji üretimi açısından daha az maliyetli ve GES yatırımı için uygun hale getirmektedir.



Şekil 2.17. (a) Van Global radyasyon değerleri (KWh/m², -gün), (b) Van Güneşlenme Süreleri (Saat) (Anonim, 2010).

2.3.4. Güneş enerjisi santralleri için yer seçimi

Ülkelerin ekonomik, sosyal ve siyasal refahının gelişimi kalkınma ile mümkündür. Kalkınma kapsamında pek çok alanda yatırımlar yapılmaktadır. Enerji üretimi de kalkınma adımları arasında önemli bir yere sahiptir. Değişen ve gelişen dünya koşullarında artan nüfus ve enerji tüketimi, fosil yakıt kaynaklarının sınırlılığı ve fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar yenilebilir enerjiyi gerekli ve önemli kılmıştır. Böylece günümüzde güneş enerjisi yatırım yapma yollarından biri haline gelmiştir. Tüm enerji yatırımlarında olduğu gibi güneş enerjisinde de yer seçimi titizlikle belirlenmelidir. Yasal gereklilikler, verim, çevresel etkiler göz önünde

bulundurulmalıdır. Güneş enerjisi santrali kurulacak bölgenin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli en temel koşullardandır. Güneş enerjisi santrali kurulacak ya da kurulması planlanan bir bölgede günlük ışınım değerinin en az 4.5kWh/m² olması gerekmektedir. Üretimi arttırmak ve verimli kılmak adına bu önemli bir eşik değeridir (Şenlik, 2017). Bunun yanında yer seçiminde coğrafya ve konum ile ilgili önemli birçok kistas vardır. Bölgenin iklim durumu (iklim parametrelerinin enerji üretimine olan etkisi sebebiyle), arazi yapısı (eğim, bakı...), arazinin kullanım durumu (ağaç örtüsünün az olması gerekir gölgeleme yapmaması için), jeolojik yapısı (fay hatlarının uzağında kurulması gerekir) önemli coğrafik kistaslardır. Şebeke bağlantısı, enerji tüketim bölgelerine yakınlığı, erişilebilirliği, su kaynaklarına olan yakınlığı (temizlik ve soğutma işlemleri konusunda kolaylık sağlaması amacıyla), mülkiyet durumu ve arazi fiyatları (kurulum maliyetini etkilediği için) gibi konumsal kistaslar da yer seçiminde büyük önem arz etmektedir (Şenlik, 2017).

GES'ler için çok büyük arazilere ihtiyaç duyulması, GES'lerde kullanılan fotovoltaik güneş panellerinin fiyatının çok yüksek olması, kullanılan akülerin çabuk bozulabilmesi, GES'lerin tarıma elverişli topraklara kurulması gibi dezavantajları sayılabilir. Günümüzdeki güneş paneli teknolojisi ile güneş ışınlarının en fazla %12-20'si elektriğe dönüştürülebilmektedir. GES'lerin fizibilitesi yapılmış, teknik ve ekonomik olabilmesi için global radyasyon yıllık 1.650 kWh/m² daha düşük olmamalıdır (Yaman ve ark., 2019).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal ve Veri Seti

Tez kapsamında belirlenen amacın gerçekleştirilmesi için kullanılacak yöntemin belirlenmesi, bu yöntemin gerektirdiği çalışma alanı sınırlarının belirlenerek yöntemin gerektirdiği verilerin temin edilmesi ve tez kapsamın da önerilen hipotezin testi için gerekli veri sağlanması ve analize hazır hale getirilmesi amacıyla bir örneklem alan belirlenmesi hedeflenmiştir. Dünyada iklim değişikliği ve yenilenebilir enerji konularının ele alınması ve daha sonra aynı başlıklarda Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Güneş Enerjisi Santrali şeklinde farklı ölçeklerde çalışmalar yapılması hedeflenmiştir.

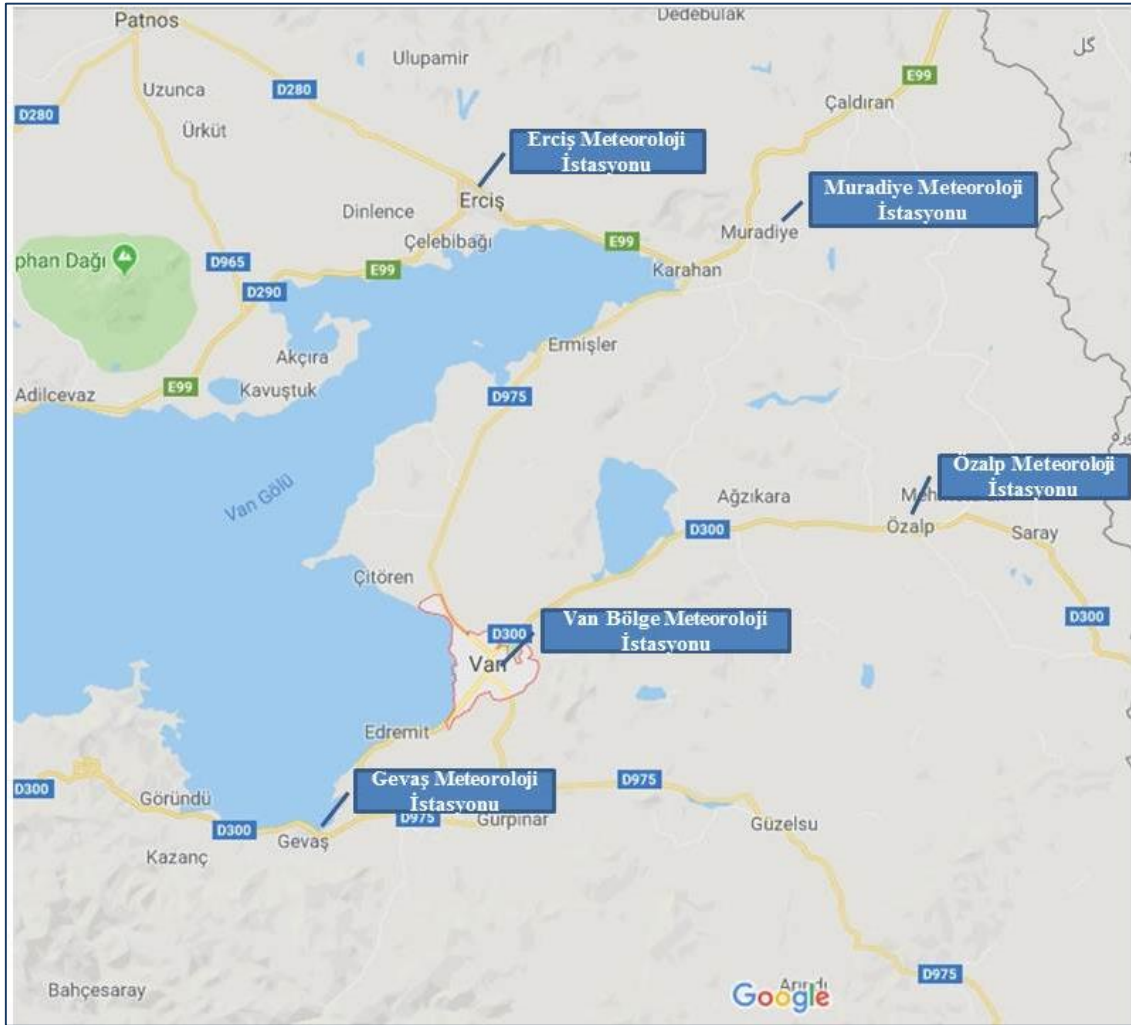
3.1.1. Meteoroloji istasyon iklim parametreleri verileri

Çalışma kapsamında, Van’da bulunan Meteoroloji 14. Genel Müdürlüğüne bağlı Van Bölge Meteoroloji İstasyonu (38°28'09.5"N 43°20'45.6"E) ‘undan Van ilinin;

- Günlük Ortalama Sıcaklık (°C) (1988 – 2018)
- Günlük Ortalama Nispi Nem (%) (1970 – 2018)
- Günlük Toplam Global Güneş Radyasyonu (kwsaat÷m²) (2010 – 2018)
- Günlük Toplam Güneşlenme Şiddeti (cal÷cm²) (2010 – 2014)
- Günlük Güneşlenme Süresi (saat) (2014 – 2018)
- Bulutluluk (%) (1960- 2010)

verileri belirtilen tarih aralıklarında temin edilmiştir. Veriler mümkün olan en eski kayıt tarihlerinden itibaren alınmıştır. Bu parametreler incelenerek güneş enerjisi potansiyeline etkisi yüksek olanlar setinin belirlenmesi ve söz konusu verilerin uygun mekânsal korelasyon ve regresyon yöntemleri kullanılarak analiz ve değerlendirmelerinin yapılması amaçlanmaktadır.

Van’da bulunan her istasyonda çalışma kapsamında kullanılan verilere ait kayıt tutulmaması sebebiyle, veri temini yalnızca Van Bölge Meteoroloji İstasyonundan yapılmıştır. Van il merkezine yakın meteoroloji istasyonlarına ait Şekil 3.1 aşağıda verilmiştir.

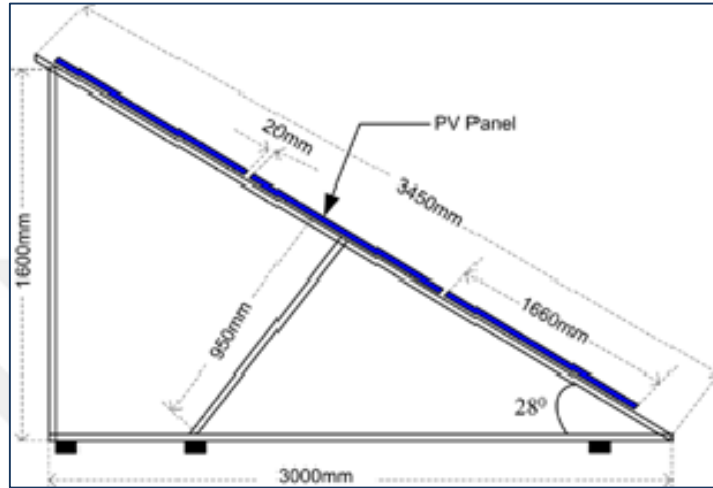


Şekil 3.1. Van il merkezine yakın meteoroloji istasyonları.

3.1.2. Van YYÜ güneş enerjisi santral üretim verileri

İklim parametrelerinin güneş enerji sistemlerinin üretmiş olduğu enerji miktarına önemli oranda etki ettiği literatürde aktarılmıştır (Dumas ve ark., 2015). Bu bağlamda Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi yerleşkesinde 2013 yılında kurulan 400 KW-p güç değerindeki, yaklaşık 700 MW elektrik enerjisi üreten yapan güneş enerjisi santralinden alınacak enerji ve güç verileriyle ilgili lokasyona ait radyasyon, sıcaklık, nispi nem gibi veriler sentezlenerek üretilen enerji ve bu parametreler arasında bir ilişki kurulacaktır. Güneş enerjisi santrallerinde üretime dair veri kayıtlarının sağlıklı bir şekilde tutuluyor olması, enerji çalışmaları için olduğu gibi araştırmacıların daha sağlıklı çalışmalar yapmasına da katkı sağlamaktadır. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi güneş enerjisi

santralinde de üretim verilerinin anlık olarak kaydı tutulmaktadır. Kayıt altındaki verilerin 2016 yılına ait aylık ve yıllık ortalama radyasyon sonuçları Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Elektrik Elektronik Bölümü eski bölüm başkanı Prof. Dr. Naci Genç'ten temin edilmiştir.



Şekil 3.2. YYÜ GES PV panel örneği (Genç ve ark, 2017).

3.1.3. Güneş haritaları

Çalışma kapsamında 4 farklı güneş enerjisi potansiyeli haritalama yaklaşımı değerlendirildi. Bu yaklaşımlar;

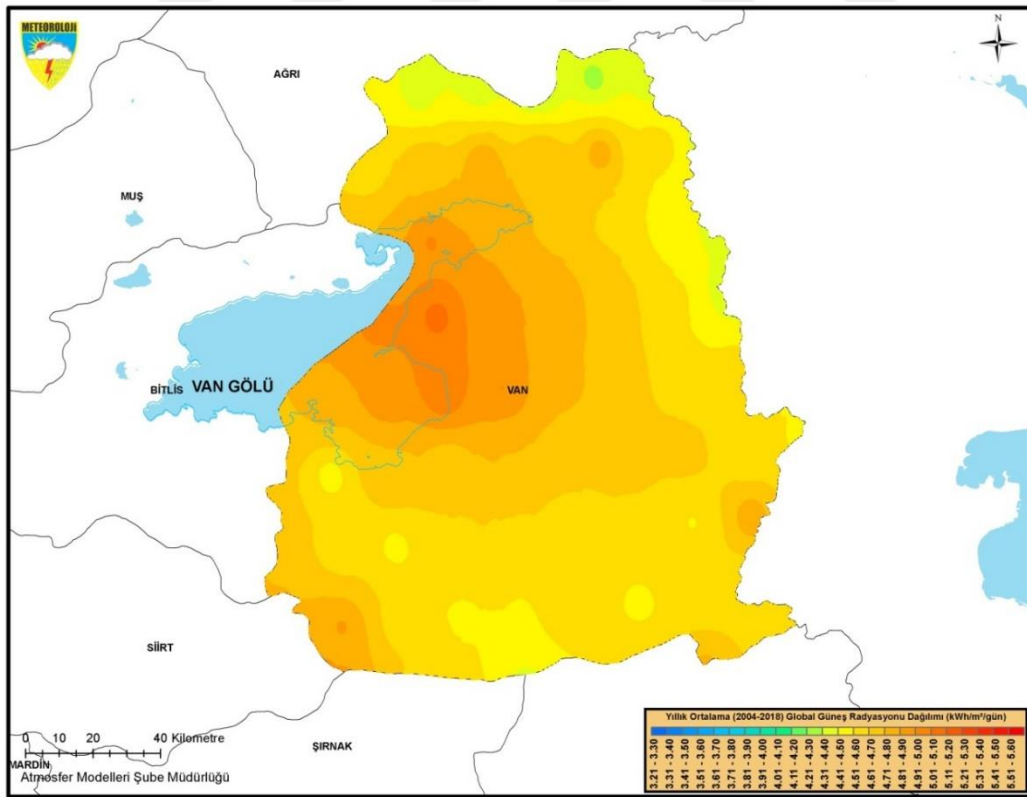
1. HELIOSAT Model Global Güneş Radyasyonu Dağılım Haritası (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)
2. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü)
3. Doğrudan Normal Işınlama (DNI) Haritası (Dünya Bankası Grubu)
4. ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısı'dır.

3.1.3.1. HELIOSAT model global güneş radyasyonu tahmin haritası (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)

Güneş radyasyonunun tahmininde kullanılan HELIOSAT model melez bir modeldir. Bu modelde açık hava için direk ve difuz bileşenlerinin hesaplanmasıyla güneş radyasyonu tespit edilmektedir. Sonrasında METEOSAT MSG uydu verileri

kullanılarak, açık hava için hesaplanan global güneş radyasyon değerleri bulut parametresi ile düzeltilmektedir. Düzeltile verilerle CBS kullanılarak Global güneş radyasyon dağılım haritası oluşturulmaktadır. HELIOSAT model ile 20 km çözünürlükte radyasyon verisi elde edilmiştir. Bu verilerin CBS ile ara değeri hesaplanmış ve radyasyon verileri 1 km çözünürlükte elde edilmiştir. Harita ARCGIS yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan haritada 2004-2016 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmada yapılan verifikasyon çalışmasıyla modelin %2 hata payıyla radyasyon tahmini yaptığı söylenmektedir (Özdemir ve Aksoy, 2016).

Meteoroloji genel müdürlüğü sitesinde kullanıma sunulan harita, JPEG formatında indirilerek çalışmada kullanılmıştır. Haritanın JPEG dışında herhangi bir çıktısının olmaması CBS tabanlı çalışmalarda kullanılmasına imkân vermemiştir. Bu durum haritaların birbiriyle ve üretim verileriyle karşılaştırılmasında noktasal sonuç veremeyeceğinden ilgili haritayı çalışma için dezavantajlı hale getirmiştir.



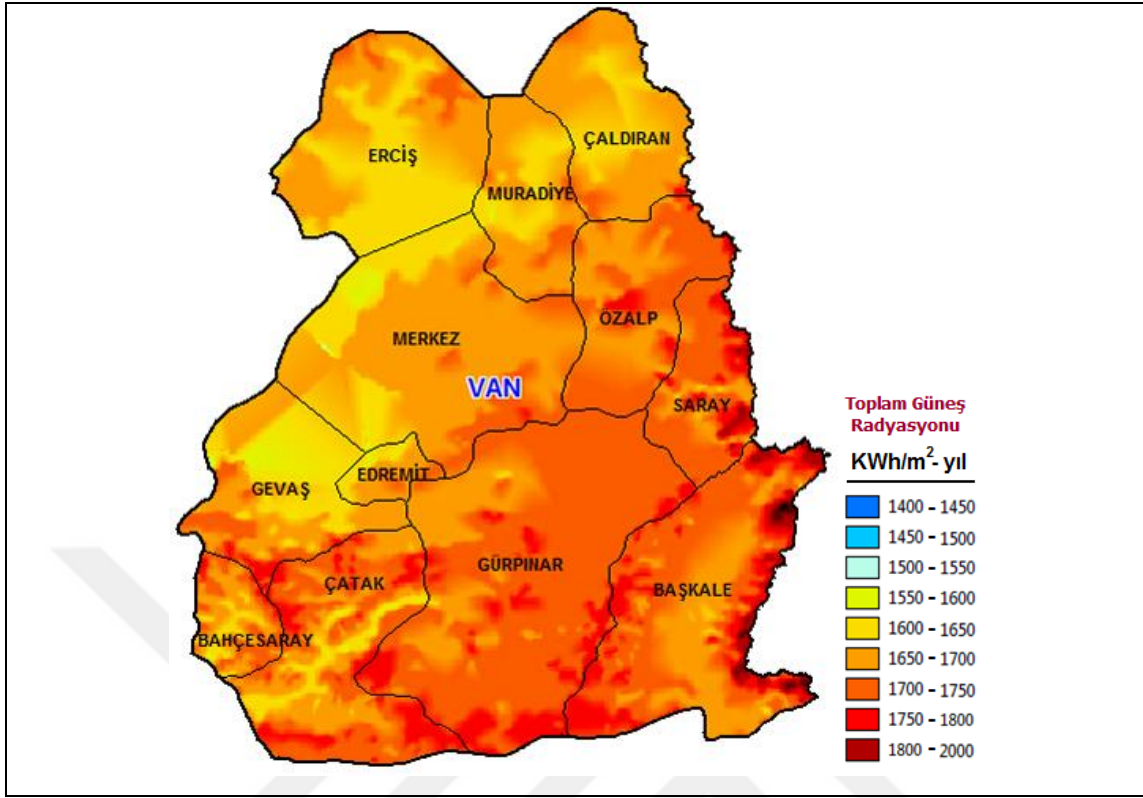
Şekil 3.3. HELIOSAT model global güneş radyasyonu Van tahmin haritası (Özdemir ve Aksoy, 2016).

3.1.3.2. Güneş enerjisi potansiyeli atlası (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü)

Çalışmada kullanılan 2010 yılında yayınlanan Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, Coğrafi Bilgi Sisteminde kullanılan “ESRI Solar Radiation Model“ ve aşağıdaki temel parametreler kullanılarak 1985-2006 yılları aralığında hazırlanmıştır.

- Eğim-Bakı-Gölgelenme Hesaplamaları için, Türkiye 1/100.000’lik topoğrafik haritadan üretilmiş yatayda 500m x 500m grid boyutlarına sahip Sayısal Yükseklik Modeli (DEM),
- Türkiye 36-42 derece enlem değerlerine ait alanlar,
- Gökyüzü açıklık indeksi,
- 32 yönde zenit ve azimut açıları,
- Açık ve kapalı gökyüzü hesaplama metotları,
- Modelde kullanılacak parametrelerin hesaplanması ve model kalibrasyonunun yapılması için EİE ve DMİ istasyonlarında 1985 - 2006 yıllarına ait ölçüm yapılan 22 yıllık saatlik güneş ölçüm değerleri,
- Gökyüzü ışık iletim katsayısı ve gökyüzü açıklığı,
- Yeryüzü güneş ışını yansıtma değerleri (Anonim, 2010).

GEPA’nın ulusal bir kurum tarafından yerel ve ayrıntılı parametreler kullanılarak hazırlanmış olması ve kullanılan parametre bilgilerin paylaşılıyor olması haritayı oldukça avantajlı hale getirmiştir. Ancak ilgili harita araştırmacılar için yeterli ve kullanılabilir formatlarda çıktı sağlamamaktadır. Çalışmada kullanılan çıktı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü internet sayfasından JPEG formatında temin edilebilmiştir.

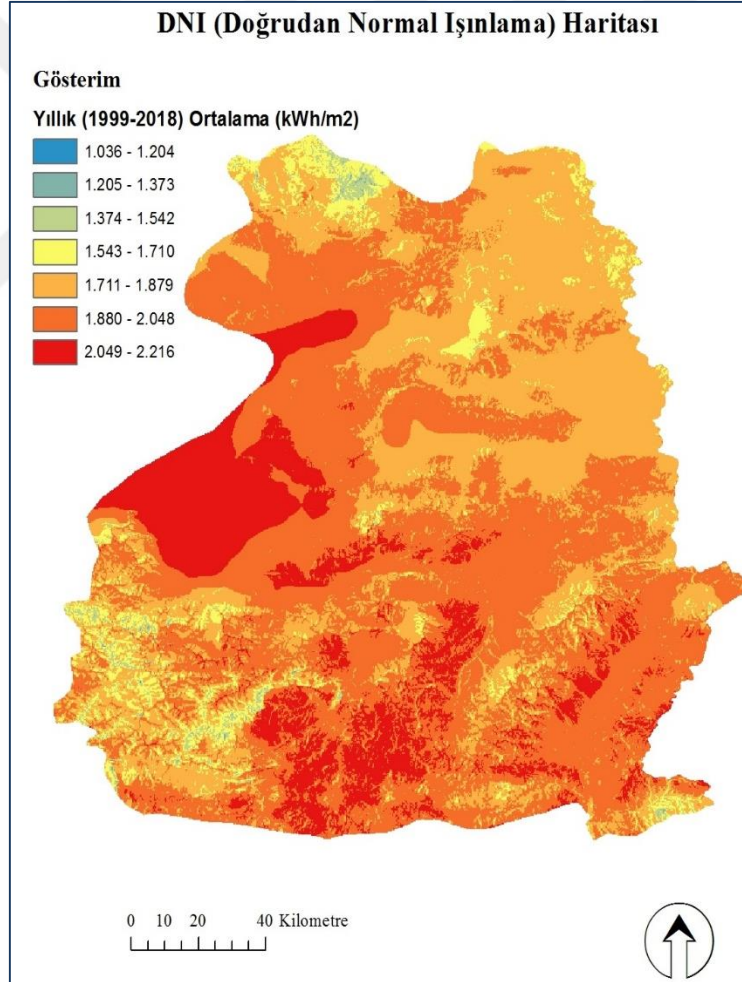


Şekil 3.4. Van güneş enerjisi potansiyeli atlası (Anonim, 2010).

3.1.3.3. DNI (Doğrudan normal ışınlanma) haritası (Dünya Bankası Grubu)

DNI (Doğrudan Normal Işınlanma) Haritası enerji üretimi ve diğer enerji uygulamaları için mevcut tahmini güneş enerjisinin bir özetini sunmaktadır. Haritayı oluşturan veriler Türkiye'nin batısında 1994'ten 2018'e ve doğusunda 1999'dan 2018'e kadar bir dönemi kapsayan ortalama günlük / yıllık doğrudan normal ışınlanma (DNI) toplamını temsil eder. Temeldeki güneş kaynağı veri tabanı, 15 ve 30 dakikalık zaman aralıklarıyla atmosfer ve uydu verilerinden SolarGIS modeli tarafından hesaplanmaktadır. Haritada arazi etkileri 250m nominal uzamsal çözünürlükte dikkate alınır. Yüksek kaliteli zemin ölçüm verilerinin olmaması sebebiyle bölgesel model sonuçlarında yıllık DNI tahmininde, bölgesel olarak yaklaşık % 8 -% 15 hata payı bulunmaktadır. DNI, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi (CSP) ve yoğunlaştırıcı güneş fotovoltaik (CPV) teknolojilerinin enerji verimi hesaplaması ve performans değerlendirmesi için en önemli parametre olmasından ötürü çalışmaya dahil edilmiştir. DNI, eğik veya güneş izleme fotovoltaik modülleri tarafından alınan küresel ışınımın

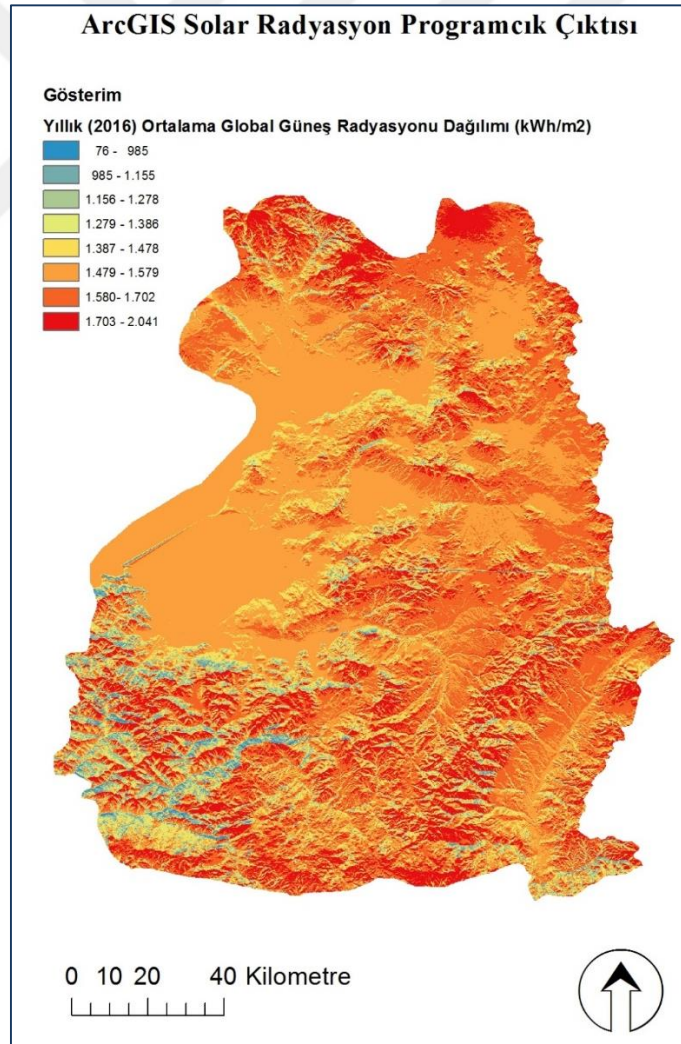
hesaplanması için de önemlidir (Anonim, 2019m). DNI haritasına ait güneş radyasyonu verileri, uydu dijital görüntüleri ve atmosferik veri kümelerinden SolarGIS algoritmaları (v2.1) ile belirtilen kaynaklardan elde edilmiştir. Eumetsat tarafından Meteosat PRIME ve IODC; NOAA tarafından GOES-East ve GOES-West; JMA tarafından MTSAT ve Himawari-8; ECMWF tarafından MACC-II / CAMS atmosferik verileri; NASA'nın MERRA-2 atmosferik verileri; NOAA tarafından GFS verileri elde edilmiştir (Anonim, 2019m). SolarGIS şirketi tarafından geliştirilen uydu tabanlı bir model olan DNI Haritası, CBS ortamında yeniden düzenlenerek çalışmaya dahil edilmiştir. DNI haritası, araştırmacılar için ulaşılabilir, şeffaf ve uygun çıktı sağladığından oldukça avantajlı bir veri kaynağıdır.



Şekil 3.5. DNI (Doğrudan normal ışınlama) haritası (Anonim, 2019m).

3.1.3.4. ArcGIS solar radyasyon analizi çıktısı

ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısı, CBS ortamında ArcGIS programı ile 30m çözünürlüklü 1/25.000 ölçekli Van ili topografik haritası altlığı ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi Güneş Enerjisi Santraline ait 2016 üretim radyasyon verileri kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışmada daha iyi sonuç vereceği düşünülerek ilk aşamada 5m çözünürlüklü topografik harita kullanılmış ancak bu harita solar radyasyon modelinde sonuç vermediği için 30m çözünürlükteki topografik harita sayısal yükseklik modeli olarak tercih edilmiştir. ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısının oluşturulmasında, girdi olarak yerel parametrelerin kullanılmış olması ve çalışma için uygun çıktı veriyor olması bu haritayı avantajlı hale getirmiştir.



Şekil 3.6. ArcGIS solar radyasyon analizi çıktısı.

3.1.4. NDVI (Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi)

NDVI değerleri 17 yıl (2000-2016) için aylık olarak, sayısallaştırılmış değerler halinde Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından çalışılan Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planından elde edilmiştir. Buradaki amaç, çalışma alanının bitki varlık durumunun zaman içinde nasıl değiştiğini görmektir. NDVI değerleri kullanılarak yapılan analiz sonuçları -1 ile +1 arasında değişim göstermektedir. -1 değeri düşük bitkiselik, +1 değeri ise yoğun bitkiselik derecesi anlamına gelmektedir. Bitkilerdeki klorofil pigmentinin yansımaları, yakın kızılötesi dalga boyu bölgesinde yüksek ve görünür kırmızı dalga boyu bölgelerinde düşüktür. Bu durum geçen zaman aralığında karşılaştırma yapılabilmesini sağlamaktadır (Anonim, 2018c). Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planı incelenmiş ve çalışma sonucunda elde edilen iklim parametrelerine ait tahminlerden yararlanılmıştır.

3.1.5. CORINE (Çevresel bilginin koordinasyonu projesi)

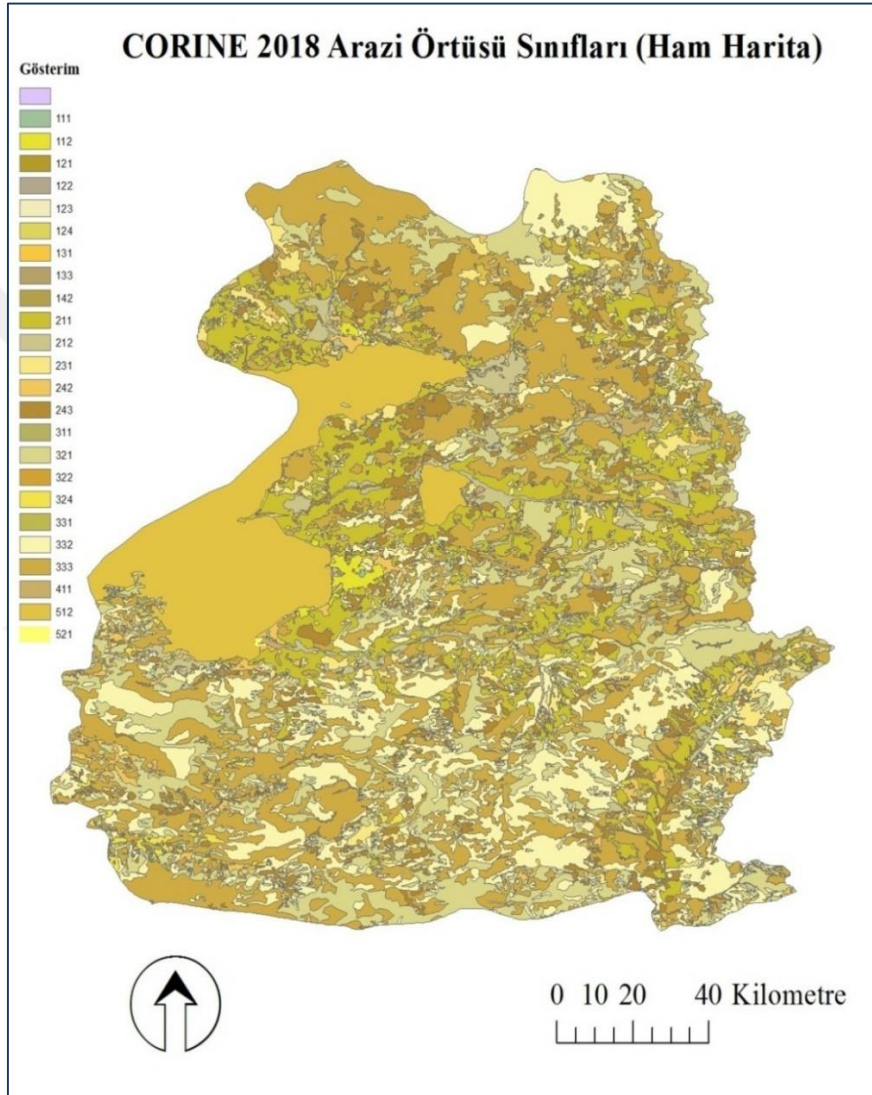
Açılımı ‘Çevresel Bilginin Koordinasyonu Projesi’ olan CORINE, uydu görüntülerinin bilgisayar destekli görsel yorumlama yöntemi ile arazi kullanımı sınıflandırması Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen ve buna göre üretilen arazi örtüsü kullanım verisidir. 1985 yılında başlayan bu program 1994 yılında AÇA bünyesine dahil edilmiştir. Program Türkiye’nin de içinde bulunduğu 39 ülkeye veri sağlamaktadır (Anonim, 2015).



Şekil 3.7. CORINE 2012'ye göre projenin dâhil olduğu ülkeler (Stoimenov ve ark., 2014).

AÇA belirlemiş olduğu kriterler ve sınıflama birimlerine (44 sınıf) göre, uydu görüntüleri üzerinden arazinin izlenmesine yönelik arazi örtüsü ve arazi kullanımında yıllar içinde meydana gelen değişimler uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri aracılığıyla tespit edilmektedir. CORINE programının amacı; AÇA kriter ve sınıflandırmalarına göre üye ülkelerde arazideki değişimlerin belirlenmesi, doğal kaynakların rasyonel biçimde yönetilmesi ve çevre ile ilgili politikaların oluşturularak, bu amaçlara yönelik, aynı temel verilerin yönetilmesi ve standart bir veri tabanının oluşturulmasını sağlamaktır. CORINE, Avrupa Birliği için çevresel konularda bilgi toplamaktır. Program dâhilinde bugüne kadar 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 yıllarına ait arazi örtüsü verisi ile bu yıllar arasındaki değişimleri gösteren veri setleri oluşturulmuştur (Anonim, 2015).

Yapılan çalışmada CORINE verileri önemli veri ögelerinden birini oluşturmaktadır. Program kapsamında üretilen tüm haritalar ham haliyle temin edilmiştir. Elde edilen haritalar CBS ortamında işlenip, yeni genel sınıflandırmalar yapılarak çalışmaya dâhil edilmiştir.



Şekil 3.8. CORINE 2018 ham harita (Anonim, 2015).

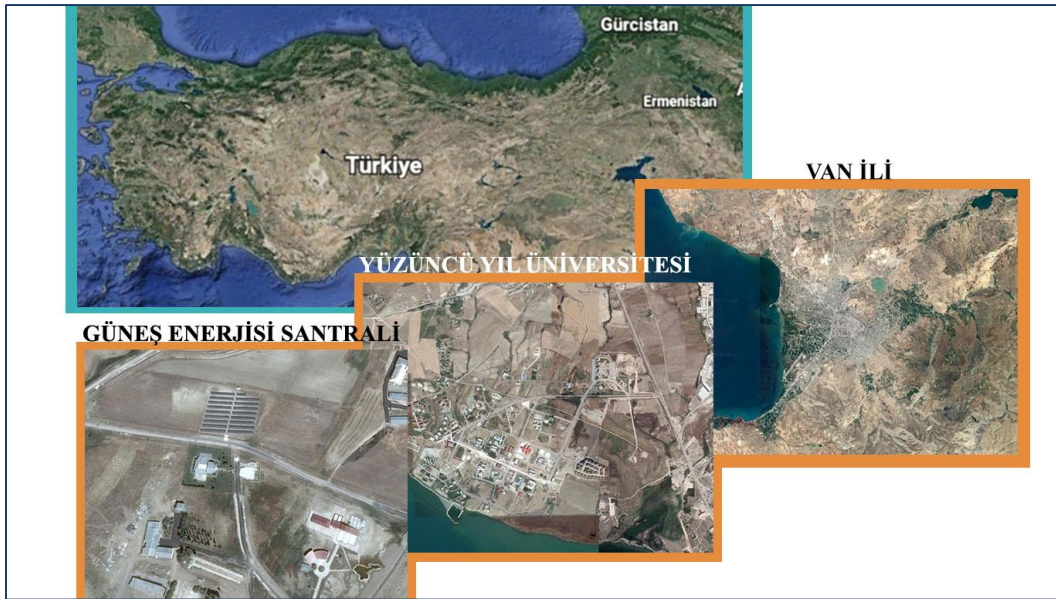
3.1.6. Van ili topografik haritası

Van iline ait, 30m çözünürlüklü, 1/25.000 ölçekli hali hazır harita, çalışmada kıyaslanacak haritalardan biri olan ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısı için sayısal yükseklik model altlığı olarak kullanılmıştır.

3.1.7. Çalışma alanı

19.069 km kare olan yüzölçümü ile Türkiye'nin % 2,5' ini oluşturan Van ili Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Murat-Van Bölümü'ndeki Van Gölü kapalı havzasında yer almaktadır. 42 derece 40 dakika ve 44 derece 30 dakika Doğu boylamları ile 37 derece 43 dakika ve 39 derece 26 dakika Kuzey enlemleri arasındadır. Kara ikliminin hâkim olduğu Van ilinde, yaz mevsimi az yağışlı, çok sıcak ve 20 günü +30 °C'nin üstünde geçerken, kış mevsimi sert, uzun ve 150 güne yakını 0 °C altında geçer. Arazi örtüsünde bozkırın hâkim olduğu ve dağların genel olarak ağaçsız olduğu Van ili, Van gölü çevresinde ve vadilerde zengin bir bitki örtüsüne sahiptir (Anonim, 2020b).

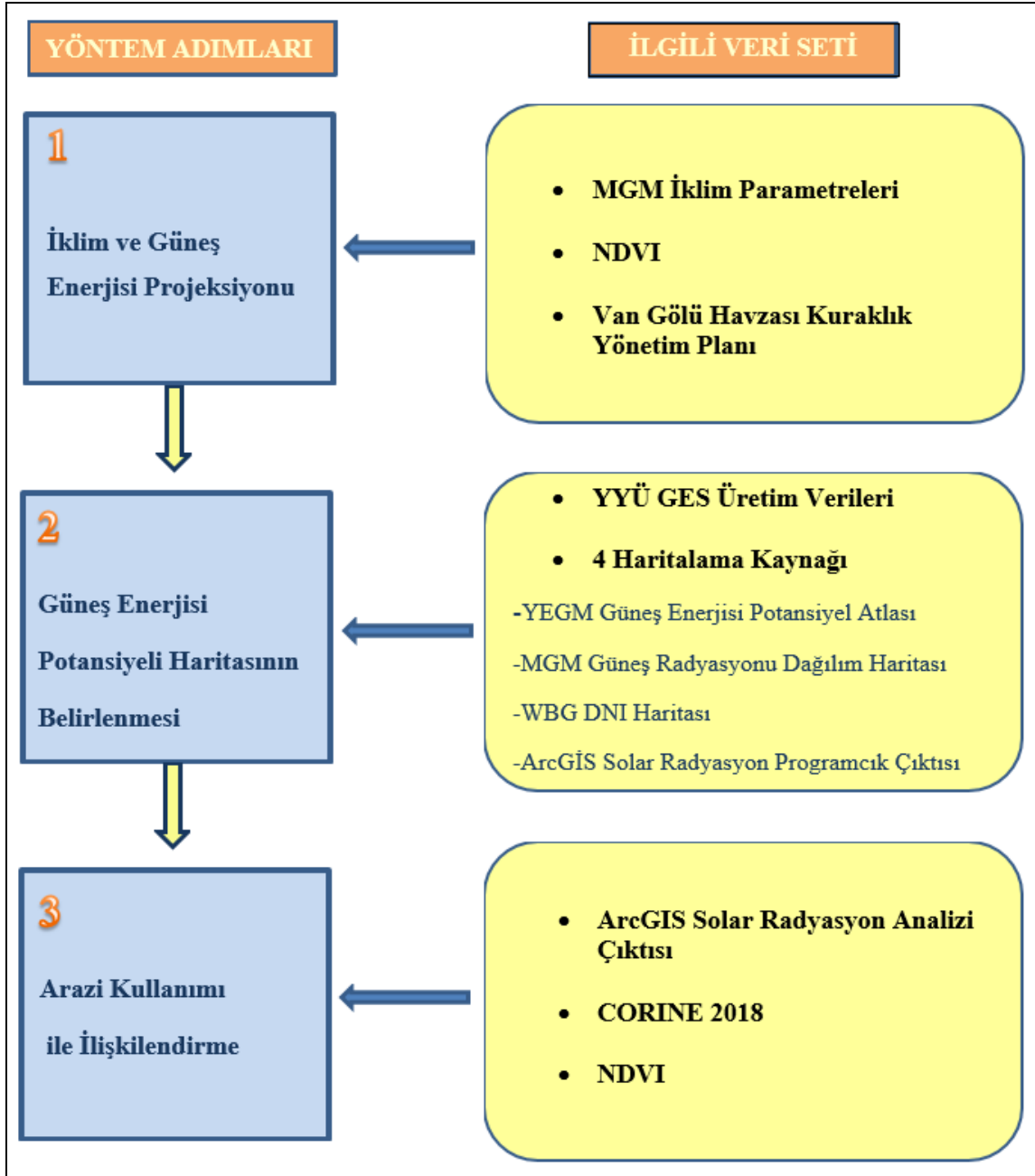
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Güneş Enerjisi Santrali, Van'ın 10. büyük enerji santralidir. Kurulu güç yaklaşık 400 kWp değerindedir ve bu güç yaklaşık olarak 164 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır. (Enerji Atlası) Bu santralin üniversite yerleşkesinde olması ve veri kaydının bulunuyor olması, üretim verileri kullanılarak farklı güneş enerjisi potansiyeli haritalama yaklaşımlarının karşılaştırılabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yönüyle santralin varlığı büyük önem arz etmektedir.



Şekil 3.9. Çalışma alanı.

3.2. Yöntem

Çalışma kapsamında uygulanan yöntem ve adımlar aşağıdaki görselde belirtildiği gibidir.



Şekil 3.10. Yöntem adımları ve ilişkileri.

Çalışmanın ilk adımında Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan iklim parametrelerinin ve NDVI verilerinin R programı aracılığıyla Mann Kendal Trend Test analizi ve değerlendirmesi yapılmıştır. Bu adımda Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planının analiz ve projeksiyonlarından da yararlanılarak bir güneş projeksiyonu yorumsal olarak ortaya konmuştur. İkinci adımda, YYÜ GES 2016 yılına ait üretim verileri incelenmiştir. Sonrasında uygun güneş enerjisi potansiyelinin belirlenmesi için seçilen 4 farklı güneş enerjisi potansiyeli haritalama yaklaşımı karşılaştırılmış ve analiz edilen YYÜ GES üretim verisi ile doğrulması sağlanarak Van ili için uygun güneş enerjisi potansiyeli haritalama yaklaşımı belirlenmiştir. Üçüncü adımda, CORINE haritaları analiz edilmiş ve NDVI verileriyle ilişkilendirilmiştir. Bu adımların son aşaması olarak farklı arazi sınıflarındaki güneş enerjisi potansiyelini belirlemek amacıyla CBS ortamında CORINE 2018 ve ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısı ArcGIS programı ‘zonal histogram’ aracıyla çakıştırılarak her bir CORINE sınıfındaki güneş enerjisi potansiyel dağılımını içeren tablo oluşturulmuş ve yorumlanmıştır. Yapılan çalışmada CBS ortamındaki tüm işlemler ArcGIS programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Küresel İklim Değişikliğinin Güneş Enerjisi Özelinde Yenilenebilir Enerji Potansiyeline Etkisi ve Arazi Örtüsüyle İlişkisi: Van Örneği

4.1.1. İklim parametrelerinin analizi (Mann Kendal)

Çalışmada kullanılan iklim parametreleri, yapılan mülakatlar sonucunda alınan uzman görüşleri ve verinin sürekliliği gibi kısıtlamalar dikkate alınarak seçilmiştir. Parametrelerin güneş enerjisi ve iklim değişikliği hakkında doğrudan yada dolaylı bilgi veriyor ve projeksiyon yapılmasına olanak sağlıyor olmasına dikkat edildi. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden excel formatında alınan iklim parametreleri verileri aylık ve yıllık ortalamalar alınarak metin dosyasına dönüştürülmüştür. Minimum 30 yıl geçmişe sahip olan veriler daha sonra R programı kullanılarak parametrik olmayan Mann Kendal trend test ile analize tabi tutulmuştur. Veri trendinde artma, azalma, + yönde ya da – yönde ilerleme şeklinde sonuç bilgisini veren ‘z’ değerine ulaşılmıştır. Yapılan analizin görsel örneği olarak Günlük Ortalama Sıcaklık MK analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

```
> #read mean temp for Van
> sicvan <-read.table("C:\\Users\\PINAR\\Desktop\\rveri\\sicvan.txt", header=TRUE)
> names(sicvan)
[1] "Year" "Month" "meantmp"
> summary(sicvan)
  Year      Month      meantmp
Min.   :1988   Min.   : 1.00   Min.   : -9.097
1st Qu.:1995   1st Qu.: 3.75   1st Qu.: 1.927
Median :2003   Median : 6.50   Median :10.303
Mean   :2003   Mean   : 6.50   Mean   : 9.978
3rd Qu.:2011   3rd Qu.: 9.25   3rd Qu.:18.444
Max.   :2018   Max.   :12.00   Max.   :25.281
> str(sicvan)
'data.frame':   372 obs. of  3 variables:
 $ Year      : int   1988 1988 1988 1988 1988 1988 1988 1988 1988 1988 ...
 $ Month     : int    1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 ...
 $ meantmp  : num  -3.37 -3.42 1.86 7.03 12.86 ...
>
> sicvan_tseri <- ts(sicvan, start = c(1988,1))
>
> class(sicvan_tseri)
[1] "mts" "ts" "matrix"
> str(sicvan_tseri)
Time-Series [1:372, 1:3] from 1988 to 2359: 1988 1988 1988 1988 1988 ...
- attr(*, "dimnames")=List of 2
 ..$ : NULL
 ..$ : chr [1:3] "Year" "Month" "meantmp"
> plot.ts(sicvan_tseri)
>
> mk.test(sicvan_tseri[, "meantmp"])

Mann-Kendall trend test

data:  sicvan_tseri[, "meantmp"]
z = 1.5444, n = 372, p-value = 0.1225
alternative hypothesis: true S is not equal to 0
sample estimates:
      S      vars      tau
3.702000e+03 5.742819e+06 5.365295e-02
```

Şekil 4.1. Günlük ortalama sıcaklık MK analiz örneği.

Trend, belli bir değişkende zamana bağlı olarak meydana gelen artma ya da azalma hareketiyken, Mann Kendal Trend Test trendin tespit edilebilmesi için farklı programlar aracılığıyla kullanılan yöntemlerden biridir.

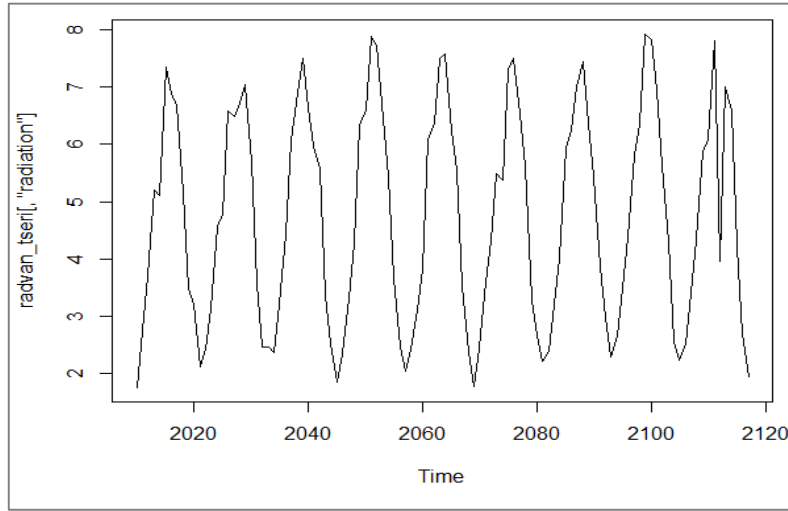
R programında 9 ve 50 yıl arası geçmişe sahip olan radyasyon, nem, güneşlenme şiddeti, bulutluluk, sıcaklık ve güneşlenme süresi iklim parametreleri verilerine ve NDVI verilerine trend test uygulanmıştır. Trend test uygulanan, iklim parametrelerine ait veriler Van ve Ankara Meteoroloji Genel Müdürlüğünün, Van Bölge İstasyonundan temin edilmiştir. NDVI verileri ise Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Van Gölü Havzası Kuraklık Raporundan temin edilmiş ve düzenlenmiştir. Ozon tabakasının incilmesi ve delinmesi sonucu ısınan yerkürenin iklimsel değişimler yaşadığı bilinmekte, bu değişim iklim parametrelerinde meydana gelen dalgalanma ve aşırılıklar ile fark edilebilmektedir. Ayrıca iklim parametrelerinin güneş enerjisi üretimiyle de bağlantısını kurmak mümkündür. Çalışmada kullanılmak üzere seçilen iklim parametreleri, güneş enerjisi üretimini etkilemesi ve bununla ilişkili olması sebebiyle tercih edilmiştir. Radyasyon, güneşlenme süresi ve güneşlenme şiddeti üretilen güneş enerjisi miktarını olumlu yönde etkilemekte, bulutluluk parametresi ise bulutlu havada güneş enerjisi üretimi olamadığından olumsuz yönde etkilemektedir. Sıcaklık ve nem parametreleri, güneş enerjisi üretim miktarı üzerinde dolaylı bir etkiye sahiptir. Sıcaklığın artmasının güneşlenmenin artması anlamına geldiği durumda sıcaklık parametresi güneş enerji üretimi için olumlu, GES sahalarında kullanılan malzemeleri kötü yönde etkilemesi açısından olumsuz bir etkiye sahiptir. Nem artışının hava kapalılığını arttırması durumunda nemin artışının güneş enerjisi için olumsuz bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Verilere % 90 $(-1.645 \leq +1.645)$ güven aralığına göre trend test uygulanmıştır. Analiz sonuçları çıkan 'z' sonuç değerine göre yorumlanmıştır (Sonuç grafiklerinde yer alan 'time' doğrultusu zamanı temsil etmekte ancak sayılar yılları temsil etmemektedir.)

Aylık Global Güneş Radyasyonu Toplamı (kwsaat÷m²) Sonuç

2010-2018 yılları arası toplam 9 yıl için yapılan mann kendal trend teste göre;

$z = 0.38761$ bulunmuş ve trend olmadığı belirlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı olmayan düşük bir artış eğilimi olduğu görülmüştür.



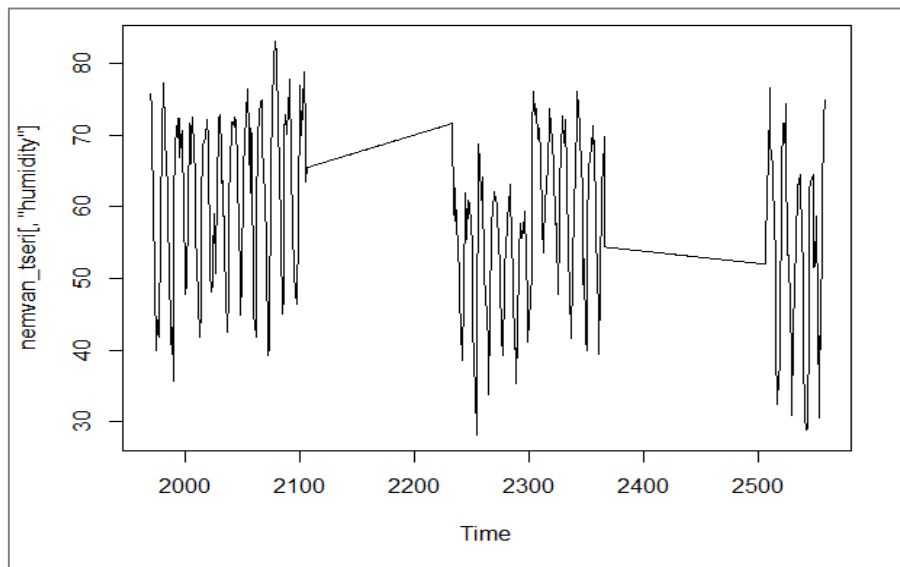
Şekil 4.2. Aylık global güneş radyasyonu toplamı grafiği.

Günlük Ortalama Nispi Nem (%) Sonuç

Günlük Ortalama Nispi Nem, Gün içinde havada ölçülen su buharı miktarının aynı sıcaklık ve basınçtaki havanın taşıyabileceği en yüksek su buharı miktarına oranının ortalamasıdır.

1970-2018 yılları arası toplam 49 yıla ait günlük ortalama şeklinde temin edilen veriler aylık ortalamaya dönüştürülmüştür. Veriye uygulanan mann kendal trend teste göre;

$z = -10.607$ bulunmuş ve anlamlı, azalan bir trend olduğu belirlenmiştir.

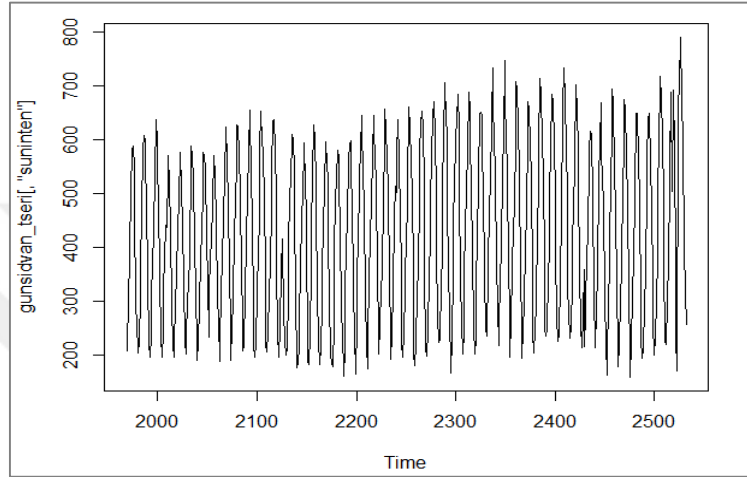


Şekil 4.3. Günlük ortalama nispi nem grafiği.

Günlük Toplam Global Güneşlenme Şiddeti ($\text{cal}\cdot\text{cm}^2$) Sonuç

1969-2019 yılları arası toplam 51 yıla ait günlük ortalama şeklinde temin edilen veriler aylık ortalamaya dönüştürülmüştür. Veriye uygulanan mann kendal trend teste göre;

$z = 2.7799$ bulunmuş ve anlamlı artan bir trend olduğu belirlenmiştir.

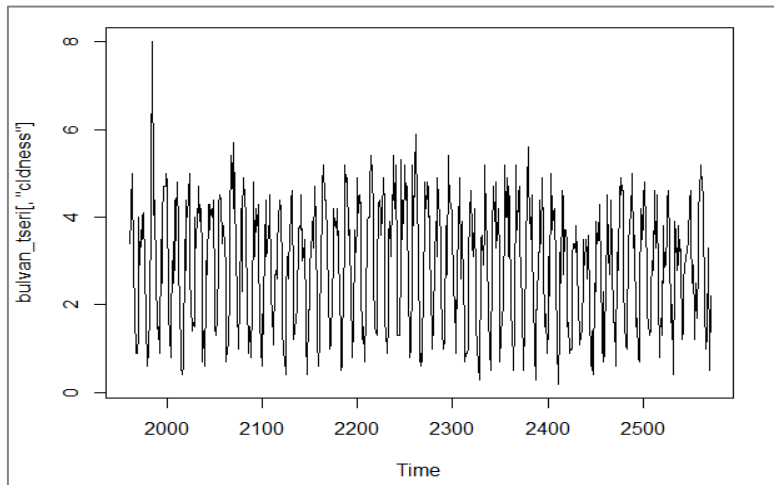


Şekil 4.4. Günlük toplam global güneşlenme şiddeti grafiği.

Aylık Ortalama Bulut Kapalılığı (8 Okta) Sonuç

1960-2010 yılları arası toplam 51 yıl için yapılan mann kendal tren teste göre;

$z = -1.0912$ bulunmuş ve trend olmadığı belirlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma eğilimi olduğu görülmüştür.



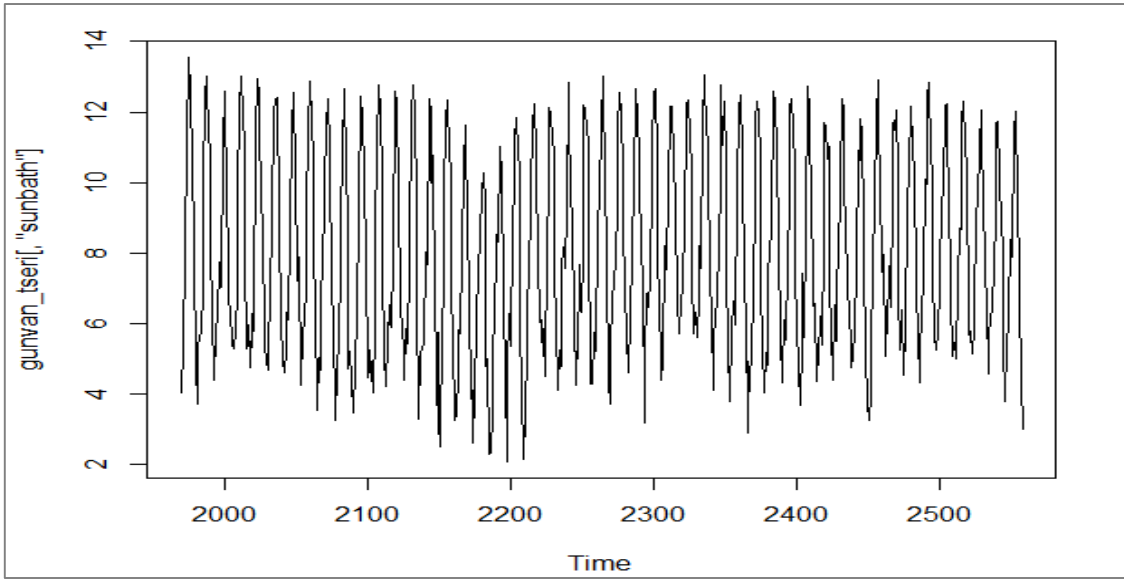
Şekil 4.5. Aylık ortalama bulut kapalılığı grafiği.

Günlük Güneşlenme Süresi (saat) Sonuç

Günlük güneşlenme süresi, günün güneşli olduğu süredir.

1970-2018 yılları arası toplam 49 yıla ait günlük ortalama şeklinde temin edilen veriler aylık ortalamaya dönüştürülmüştür. Veriye uygulanan mann kendal teste göre;

$z = 0.78381$ bulunmuş ve trend olmadığı belirlenmiştir. Ancak düşük yüzdede + yönde bir seyir olduğu belirlenmiştir.



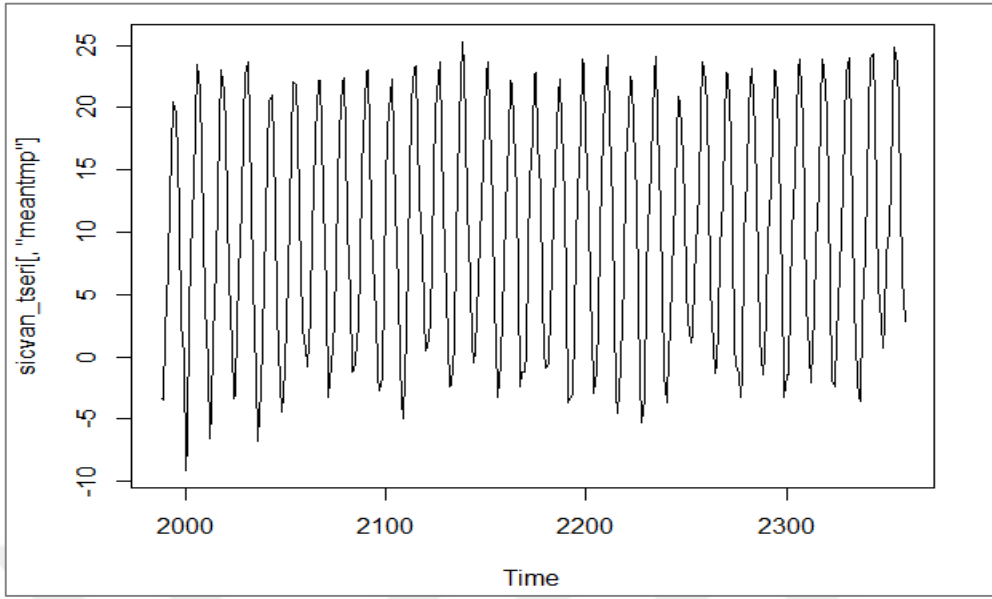
Şekil 4.6. Günlük güneşlenme süresi grafiği.

Günlük Ortalama Sıcaklık (°C) Sonuç

Günlük ortalama sıcaklık, her gün için ölçülen sıcaklık değerleri toplamının o gün ölçülen değerlerin sayısına bölünmesi ile elde edilen değerdir.

1988-2018 yılları arası toplam 31 yıla ait günlük ortalama şeklinde temin edilen veriler aylık ortalamaya dönüştürülmüştür. Veriye uygulanan mann kendal teste göre;

$z = 1.5444$ bulunmuş ve trend olmadığı belirlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış eğilimi olduğu görülmüştür.

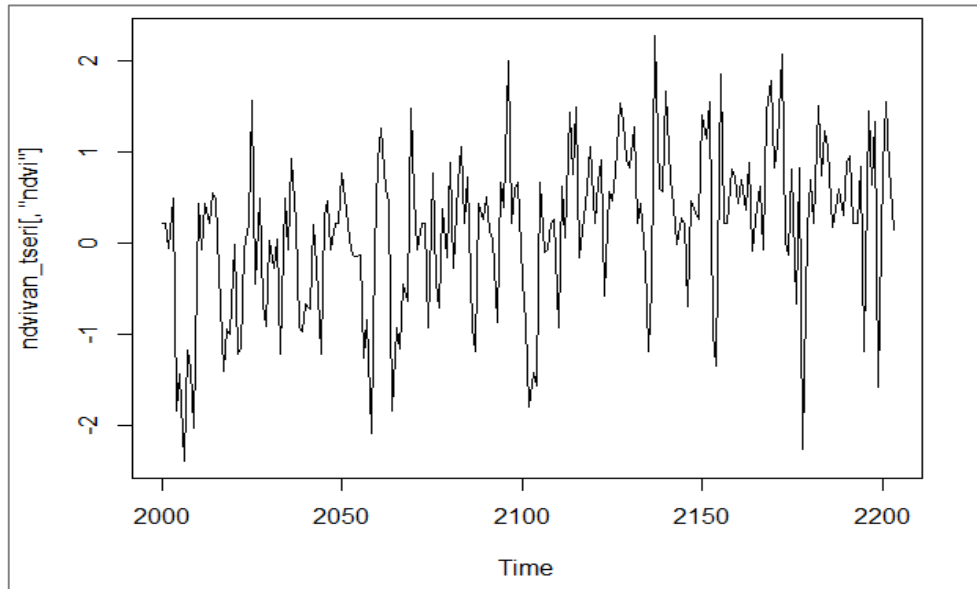


Şekil 4.7. Günlük ortalama sıcaklık grafiği.

NDVI Sonuç

2000-2016 yılları arası toplam 17 yıl için yapılan mann kendal trend teste göre;

$z = 6.0161$ bulunmuş ve anlamlı artan bir trend olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.8. NDVI grafiği.

4.1.2. İklim parametrelerinin değerlendirilmesi ve güneş enerjisi projeksiyonu

Yapılan Mann Kendal trend test sonuçları incelendiğinde iklim parametrelerinde dikkate değer bir değişim olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1. Mann Kendal Trend test sonuçları

Parametre	Radyasyon	Nem	Güneşlenme Şiddeti	Bulutluluk	Sıcaklık	Güneşlenme Süresi	NDVI
Z Değeri	0.38761	-10.607	2.7799	-1.0912	1.5444	0.78381	6.0161

İklim değişikliğinin ipuçlarını veren iklim parametrelerinin değişimleri karşılaştırıldığında; bulutluluk ve nem oranında anlamlı azalan bir trend olduğu görülmektedir. Birbiriyle doğru orantıya sahip bu iki parametrenin aynı seyirde sonuç vermiş olması beklenen bir durumdur. Aynı şekilde güneşlenme süresi, güneşlenme şiddeti, sıcaklık ve radyasyon da aralarında doğru orantı olan iklim parametreleridir. Bu parametrelerin sonuçları değerlendirildiğinde yalnızca güneşlenme şiddetinde anlamlı artan bir trend olduğu görülmektedir ancak radyasyon, sıcaklık ve güneşlenme süresi parametrelerinde de istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış olduğu görülmektedir. Sıcaklığın artma trendine yakın olduğu, trend görülmemesinin sebebinin veri geçmişinin kısa olduğu yorumsal olarak söylenebilir. Van Gölü Havzası Kuraklık Raporuna (2018) göre; 1994 yılından itibaren havzada sıcaklık trendlerinde anlamlı bir artış görülmüş olması da bu yorumu destekleyici niteliktedir. Aynı şekilde veri geçmişi en kısa olan radyasyon parametresi için de benzer yorumlar yapılabilir. Güneşlenme şiddeti arttıkça güneş ışıkları içinde bulunan radyasyonun da miktarı artmaktadır. Bu durum veri geçmişi kısa olan radyasyonda, veri uzunluğu yeterli miktarda olması durumunda bir artış trendi yakalanabileceğini de göstermektedir. Güneşlenme süresine ait hatırı sayılır uzunlukta veri geçmişi bulunmaktadır ancak bir alanın güneşlenme süresinde enlem ve boylam gibi değişmeyen etkenler söz konusu olduğundan bu parametrede trend yakalanmasının mümkün olmadığı yada çok daha uzun yıllar gerektirdiği söylenebilir.

Radyasyon parametresi, güneş enerjisi üretiminin en önemli koşuludur. Radyasyon oranının artması güneş enerjisi üretimini arttırmaktadır. Aynı şekilde

güneşlenme şiddeti ve süresi de güneş enerjisi üretimini olumlu yönde etkileyen parametrelerdir. Yapılan analizler Van ili için güneş enerjisi potansiyelinin artacağı sinyali vermektedir. Yine bulutluluk ve nemin azalma trendi göstermesi de bu durumu desteklemektedir. Bulutluluk miktarının artması yeryüzüne gelen güneş ışığını engellediğinden, güneş enerjisi üretimini olumsuz etkilemektedir. Aynı şekilde nemin artması da güneş ışığının kırılmasına ve gelen ışık dalgasının zayıflamasına neden olduğundan güneş enerjisi üretimini olumsuz etkilemektedir. Güneş enerjisi üretimini olumsuz etkileyen iklim parametrelerinin istatistiksel olarak anlamlı/anlamsız azalma, olumlu etkileyen parametrelerinin istatistiksel olarak anlamlı/anlamsız artma trendi göstermesi güneş enerjisi potansiyelinin arttığı ya da artacağı görüşünü desteklemektedir. Sıcaklık parametresindeki istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış, güneş enerjisi üretiminde verimi düşüren bir faktör olduğundan kısmen olumsuz olarak yorumlanmaktadır (Haji ve Genç, 2018). Sıcaklık artışının güneş etkisinin artması ile olan ilişki açısından ise dolaylı olarak olumlu yorumlanabilir. Tüm bu veriler ışığında güneş enerjisi üretimini olumlu etkileyen iklim parametrelerinin anlamlı/anlamsız bir artış eğilimi, üretimi olumsuz etkileyen parametrelerin ise anlamlı/anlamsız bir azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir. Analiz sonuçlarından yola çıkılarak Van ili güneş enerjisi potansiyelinde zaman içinde artış görüleceği söylenebilir. Van Gölü Havzası Kuraklık Raporu 2018 analiz sonuçlarına göre; normal ve üstü kuraklıkların havza genelinde %85 dolayında yoğunlaştığı, şiddetli kuraklık riskinin ise Van havzasında daha yüksek olduğu sonucu, güneş enerjisi potansiyelinde artış yaşanacağı yorumunu desteklemektedir. Yağış, bulutluluk, nem gibi iklim parametrelerinde görülen düşüş eğilimi ve sıcaklık, güneşlenme şiddeti, radyasyon parametrelerinde görülen anlamlı/anlamsız artış eğilimi kuraklıkta olduğu gibi, Van ilinde güneş etkisinde de artış olacağı sonucunu ortaya koymaktadır. Yapılan analizler aynı zamanda iklim değişikliğinin Van ilinde etkilerini gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Trend test yapılan NDVI verilerinde z değeri 6,0161'dir. Bu değer yoğun bitkisel artış olduğu anlamına gelmektedir. Sonuç değerinin çok yüksek olması beklenmedik bir durumdur. Tezin ilerleyen aşamalarında, çalışma kapsamında yapılan CORINE analizleri sonuçlarından da görüleceği üzere yıldan yıla artan tarım alanlarının çıkan yüksek sonuçta yanıtıcı rol oynamış olması mümkündür. Bu sebeple NDVI verileri çalışmanın üçüncü adımında kullanılmamıştır. Van Gölü Havzası için yapılan

kuraklık raporu çalışmasında da Van ilinin içinde bulunduğu NDVI değerleri ele alınmıştır. Raporda Van istasyonu ve çevresinden alınan NDVI değerlerine göre, 2002 haziran, 2003 mayıs ve haziran, 2004 haziran, 2005 mayıs ve haziran, 2007 mayıs, 2010 mayıs ve haziran ve 2011 haziran tarihlerinde orta ve üstü bitkiselik olduğu görülmektedir. Çalışmanın MGİ istasyonları ve çevresinin bitkiselik sınıflarının oransal dağılımını gösteren analiz sonuçlarında Van Bölge istasyonu ve dolaylarının yoğun ve çok yoğun bitkiselik yaşamadığı görülmektedir (Anonim, 2018c).

4.1.3. Uygun güneş enerjisi potansiyeli yaklaşımının belirlenmesi

Çalışma kapsamında bilimsel çalışmalarda ve sektördeki proje ve üretim aşamalarında kullanılan, farklı kriterlerle hazırlanan 4 haritalama yöntemi incelenecek ve Van ili için uygun ve kıyasla Van YYÜ GES üretim verilerine daha yakın sonuç veren haritalama yöntemi tespit edilecektir. Bu haritalar;

1. HELIOSAT Model Global Güneş Radyasyonu Dağılım Haritası (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)
2. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü)
3. Doğrudan Normal Işınlama Haritası (Dünya Bankası Grubu)
4. ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısı olarak belirlenmiştir.

Uygun güneş enerjisi potansiyel yaklaşımının belirlenmesinde akademik ve sektörel olarak en sık kullanılan ve önemli taraflarca hazırlanan haritalar tercih edilmiştir. Seçilen haritaların Van ili özelinde ayrıntılı bilgi veriyor olmasına, birden çok parametreye göre hazırlanmış olmasına, seçilen parametrelerin olabildiğince kıyaslanacak diğer haritalardakinden farklı olmasına, kıyaslama için uygun çözünürlükte olmasına, çalışma için uygun çıktı veriyor olmasına, yapılaş amaçlarına ve günlük/yıllık ortalama global güneş radyasyonu bilgisini veriyor olmasına önem verilmiştir.

Uygun güneş enerjisi potansiyel haritasının belirlenmesi için kullanılan haritaların hepsi benzer formatta elde edilememiştir. HELIOSAT Model Global Güneş Radyasyonu Dağılım Haritası ve Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Potansiyeli Atlasına ait paylaşılmış sayısal veri bulunmadığından, internet sayfalarında yer alan JPEG formatındaki görüntüler kıyaslamaya dâhil edilmiştir. Kıyaslama bu

haritalar için gözle görselin yorumlanması şeklinde yapılacağından tespit edilen değerde düşük de olsa hata payı olma ihtimali olacaktır. Bu durum bu haritaları çalışma için dezavantajlı kılmıştır. Dünya bankasının hazırlamış olduğu DNI haritasında ve ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısında sayısal verinin noktasal olarak tespit edilebiliyor olması, verilerin ve çalışmaya uygun formattaki çıktıların şeffaf bir şekilde paylaşılıyor olması bu haritaları kolay çalışılabilir ve güvenilir sonuç verebilir hale getirdiğinden çalışma için daha avantajlı kılmıştır.

Haritaların kıyaslanması ve sayısal olarak karşılaştırılması ortalama günlük/yıllık global güneş radyasyonu (kWh/ m²) baz alınarak yapılmıştır. Van YYÜ GES'e ait 2016 yılı üretim verilerindeki radyasyon miktarı ile kıyaslanacak haritaların YYÜ GES alanındaki radyasyon miktarları karşılaştırılmıştır. DNI Haritasına ve ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısına ait sayısal veriler bulunduğu için radyasyon değeri noktasal olarak tespit edilebilmiştir. HELIOSAT Model ile Global Güneş Radyasyonu Dağılım Haritası ve Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası için ise haritalar gözle yorumlanmış ve karşılaştırmaları yapılmıştır. Tüm haritalarda Van YYÜ GES alanındaki değer dikkate alınmıştır.

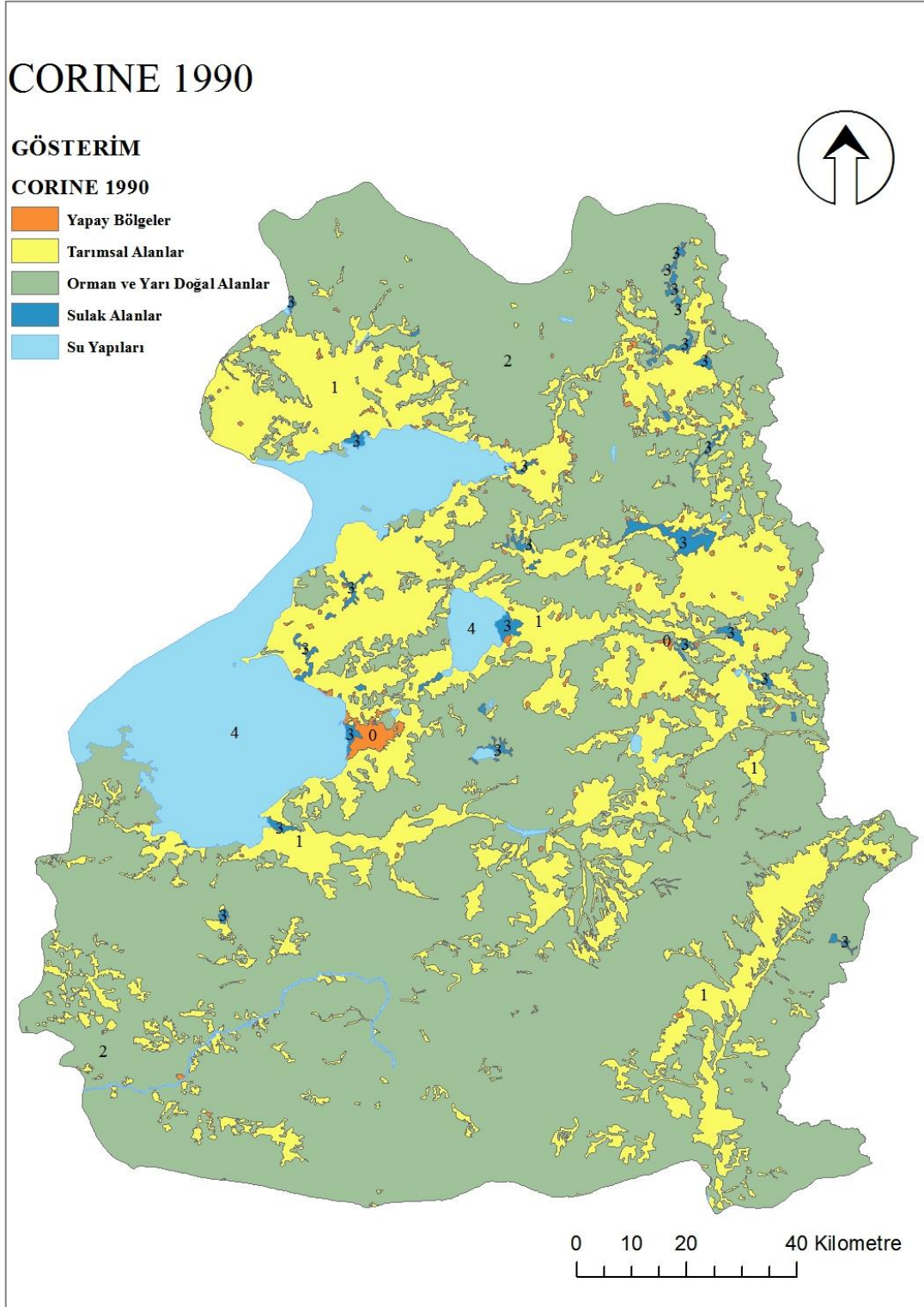
Van YYÜ GES 2016 yılına ait verilerde günlük ortalama global güneş radyasyon miktarının 4.65 kWh/m² olduğu görülmüştür. Haritaların GES günlük ortalama global güneş radyasyon miktarı ile kıyaslanmasının sonucunda elde edilen radyasyon değerleri şu şekildedir; Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan HELIOSAT Model Global Güneş Radyasyonu Dağılım Haritasına ait günlük ortalama global güneş radyasyon miktarı 5.35 kWh/m², Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası günlük ortalama global güneş radyasyon miktarı 4.6 kWh/m², DNI Haritası günlük ortalama global güneş radyasyon miktarı 5.53 kWh/m², ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısı günlük ortalama global güneş radyasyon miktarı 4.14 kWh/m²'dir. Söz konusu günlük ortalama global radyasyon değerleri CBS ortamında noktasal olarak temin edilmiştir ve değeri alınan yüzey düz, eğimsizdir. YYÜ GES santralinden alınan günlük global radyasyon 28 derece açığa sahip eğimli panellere aittir. Kıyaslaması yapılan haritalama yaklaşımlarından çıkan değerlerin YYÜ GES verileri ile doğrulanabilmesi için radyasyon değerinin 28 derece eğimli yüzeye düşen hali hesaplanmalıdır. Bu hesaplama için elde edilen radyasyon değerleri Cos28'e (0.88294759285) bölünerek elde

edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda HELIOSAT Model Global Güneş Radyasyonu Dağılım Haritasına ait günlük ortalama global güneş radyasyon miktarı 6.05 kWh/m², Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası günlük ortalama global güneş radyasyon miktarı 5.20 kWh/m², DNI Haritası günlük ortalama global güneş radyasyon miktarı 6.26 kWh/m², ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısı günlük ortalama global güneş radyasyon miktarı 4.68 kWh/m²'dir. Elde edilen değerlerin yüzdesel olarak doğruluk oranına bakıldığında, HELIOSAT Model Global Güneş Radyasyonu Dağılım Haritasının %69.9, Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasının %88.18, DNI Haritasının %65.38, ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısının ise %99.36 oranında doğruluk payı olduğu görülmüştür.

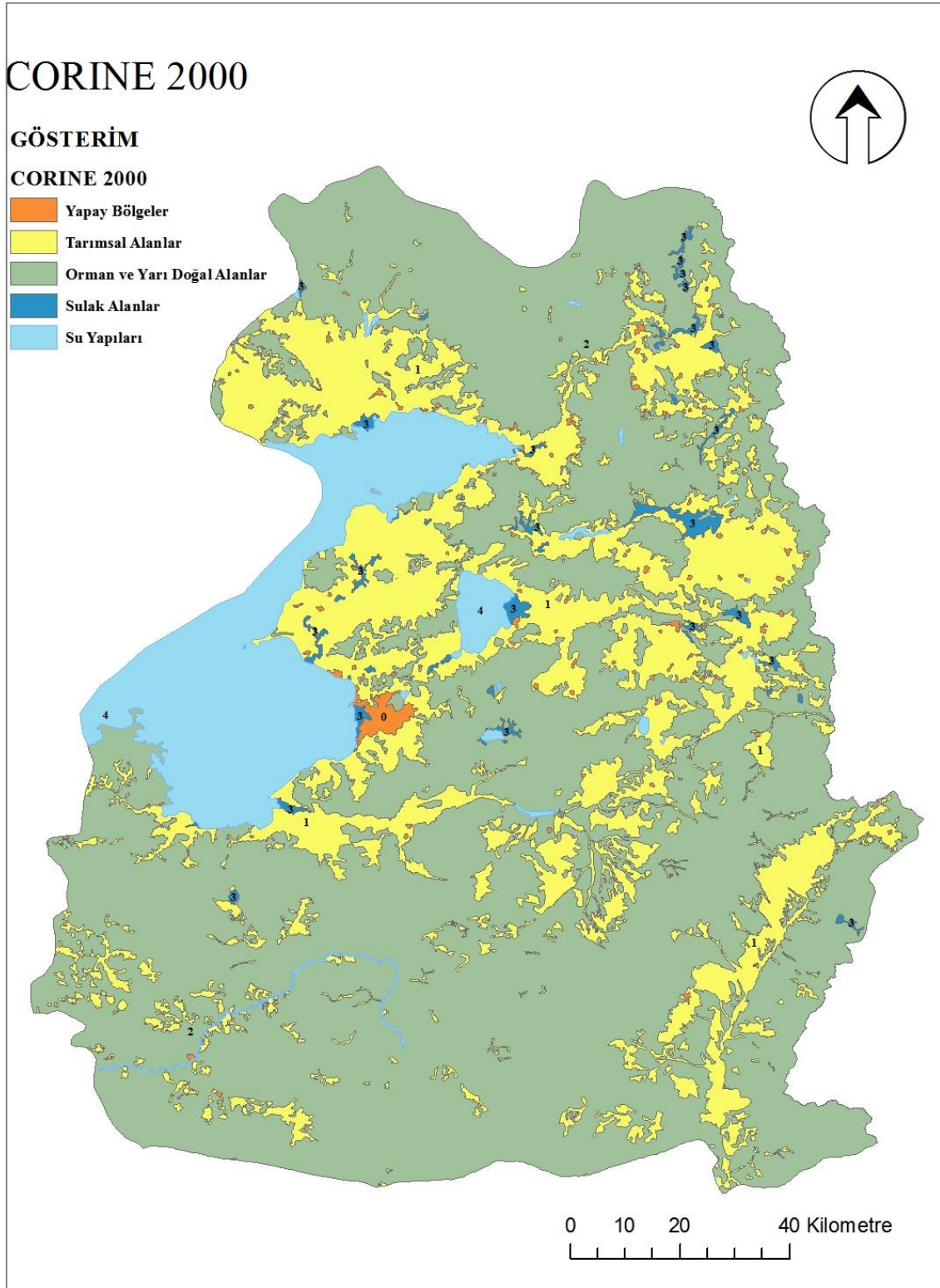
Hesaplamalar sonucunda YYÜ GES üretim verilerindeki günlük ortalama global güneş radyasyon miktarına en yakın değer ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısına ait olduğu tespit edilmiştir. Çıkan sonucun doğruluk payının yüksek olmasında girdi olarak yerel parametrelerin kullanılmış olması ve çıktının topografik haritadan üretilmiş olması etkili olmuştur. En yüksek doğruluk payına sahip sonuç haritasında noktasal değerlerin tespit edilebiliyor olması, bu durumun hata payını düşürecek olması, CBS ortamında çalışmaya uygun çıktılarının elde edilebiliyor olması sonuç çalışmasında kullanılmasını sağlamıştır. Üretim verilerine ikinci en yakın sonucu veren harita Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasıdır. Bu haritada yerel parametrelerin kullanılmış olması, veri geçişinin uzun olması, topografik haritadan üretilmiş olması 3. ve 4. doğruluk payına sahip haritalara nazaran daha doğru sonuç vermesini sağlamıştır.

4.1.4. CORINE arazi örtüsü analizi ve değerlendirilmesi

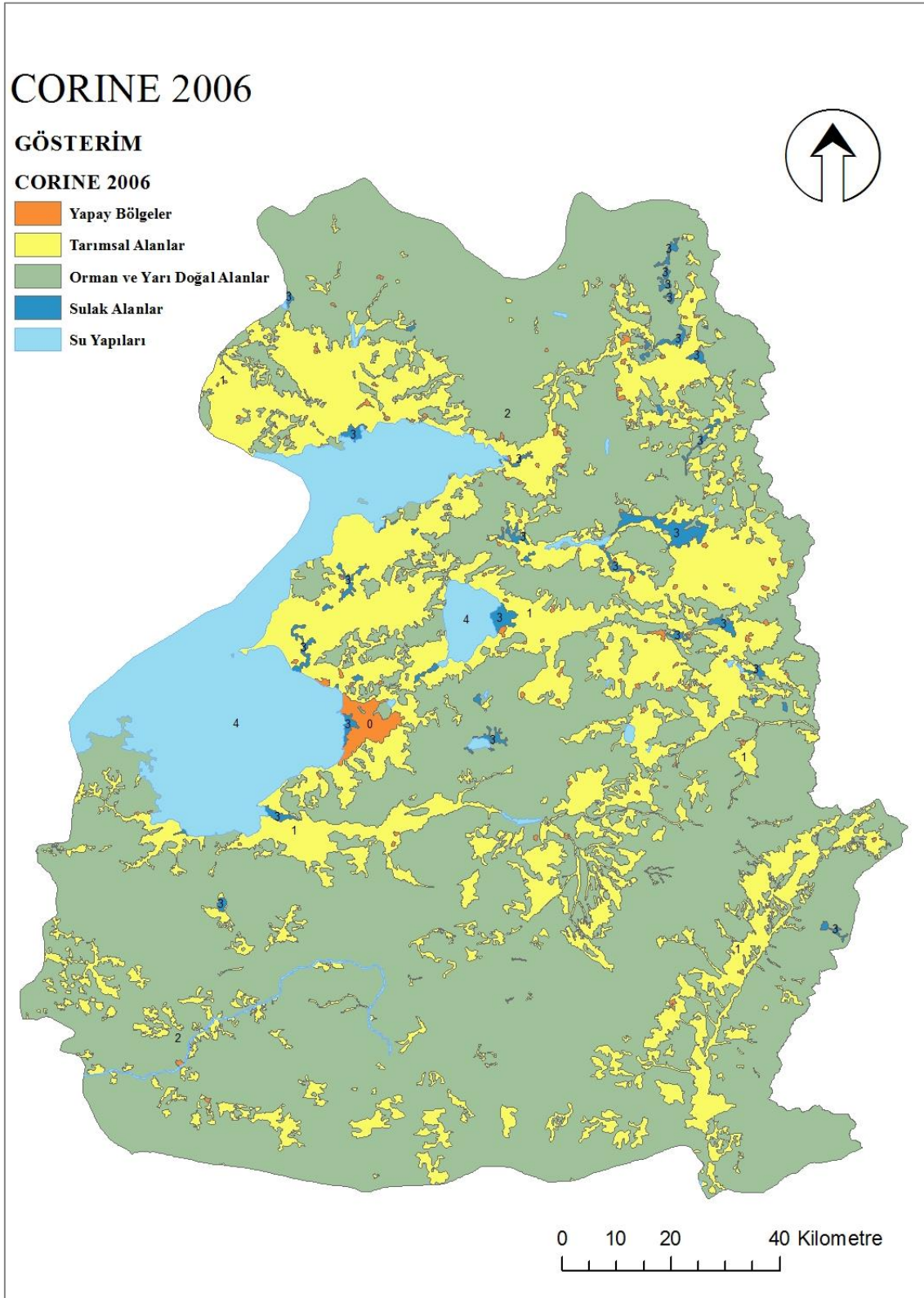
Çalışmada kullanılan CORINE verileri 1. Derece sınıfa göre; yapay bölgeler (1), tarımsal alanlar (2), orman ve yarı doğal alanlar (3), sulak alanlar (4) ve su yapıları (5) olmak üzere 5 temel başlık altında ele alınmış, haritalandırılmış ve analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucu yıllar içinde meydana gelen arazi örtüsü değişimi görsel ve sayısal veriler ile ortaya konmuştur. CORINE verileri 1990 (Şekil 4.9), 2000 (Şekil 4.10), 2006 (Şekil 4.11), 2012 (Şekil 4.12) ve 2018 (Şekil 4.13) yıllarına ait arazi örtüsü sınıflarında ve alansal büyüklüklerinde meydana gelen değişim aşağıdaki harita, çizelge ve grafikler şeklinde derlenmiştir.



Şekil 4.9. 1990 yılı geliştirilmiş CORINE haritası.



Şekil 4.10. 2000 yılı geliştirilmiş CORINE haritası.



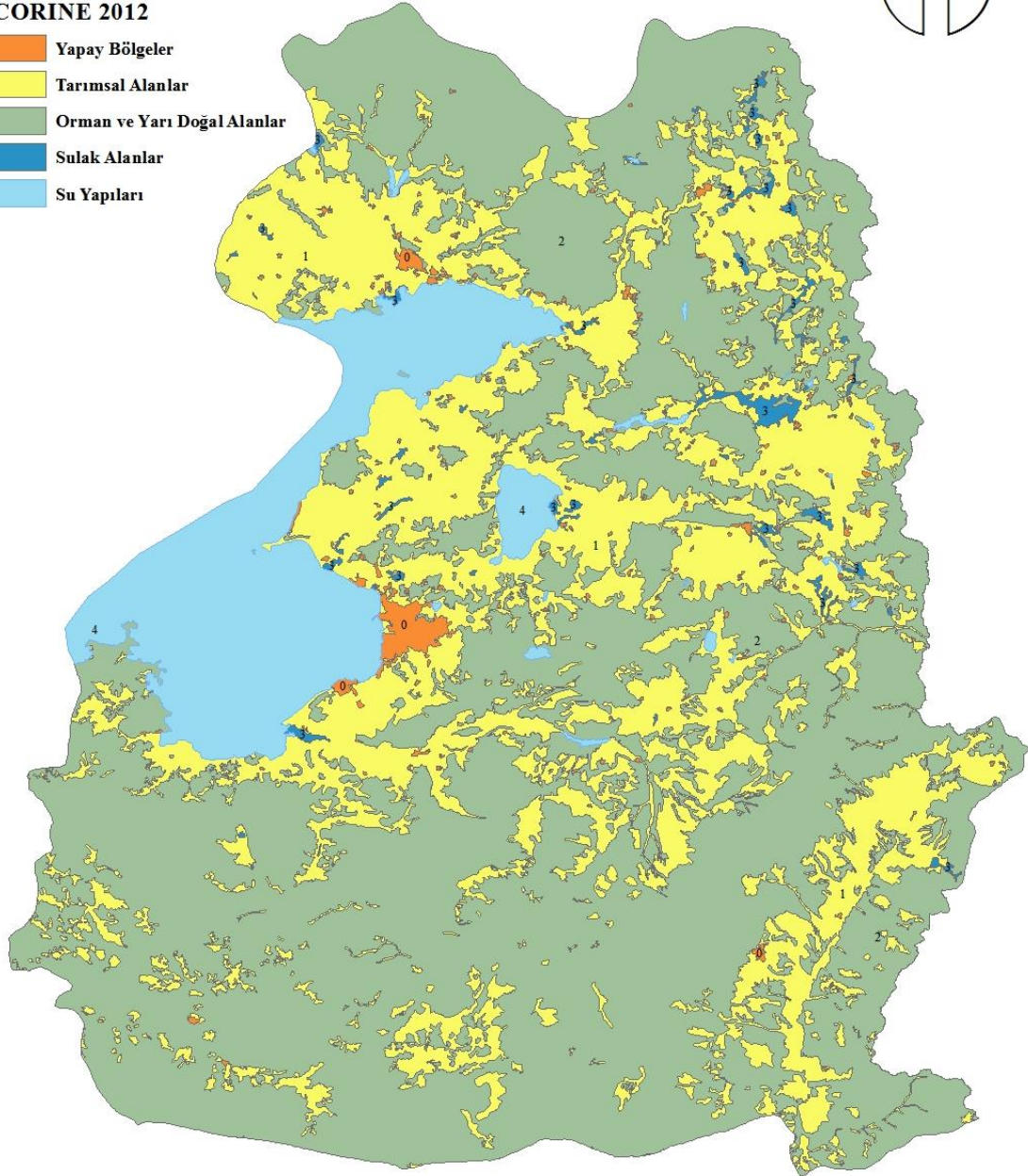
Şekil 4.11. 2006 yılı geliştirilmiş CORINE haritası.

CORINE 2012

GÖSTERİM

CORINE 2012

- Yapay Bölgeler
- Tarımsal Alanlar
- Orman ve Yarı Doğal Alanlar
- Sulak Alanlar
- Su Yapıları



0 10 20 40 Kilometre

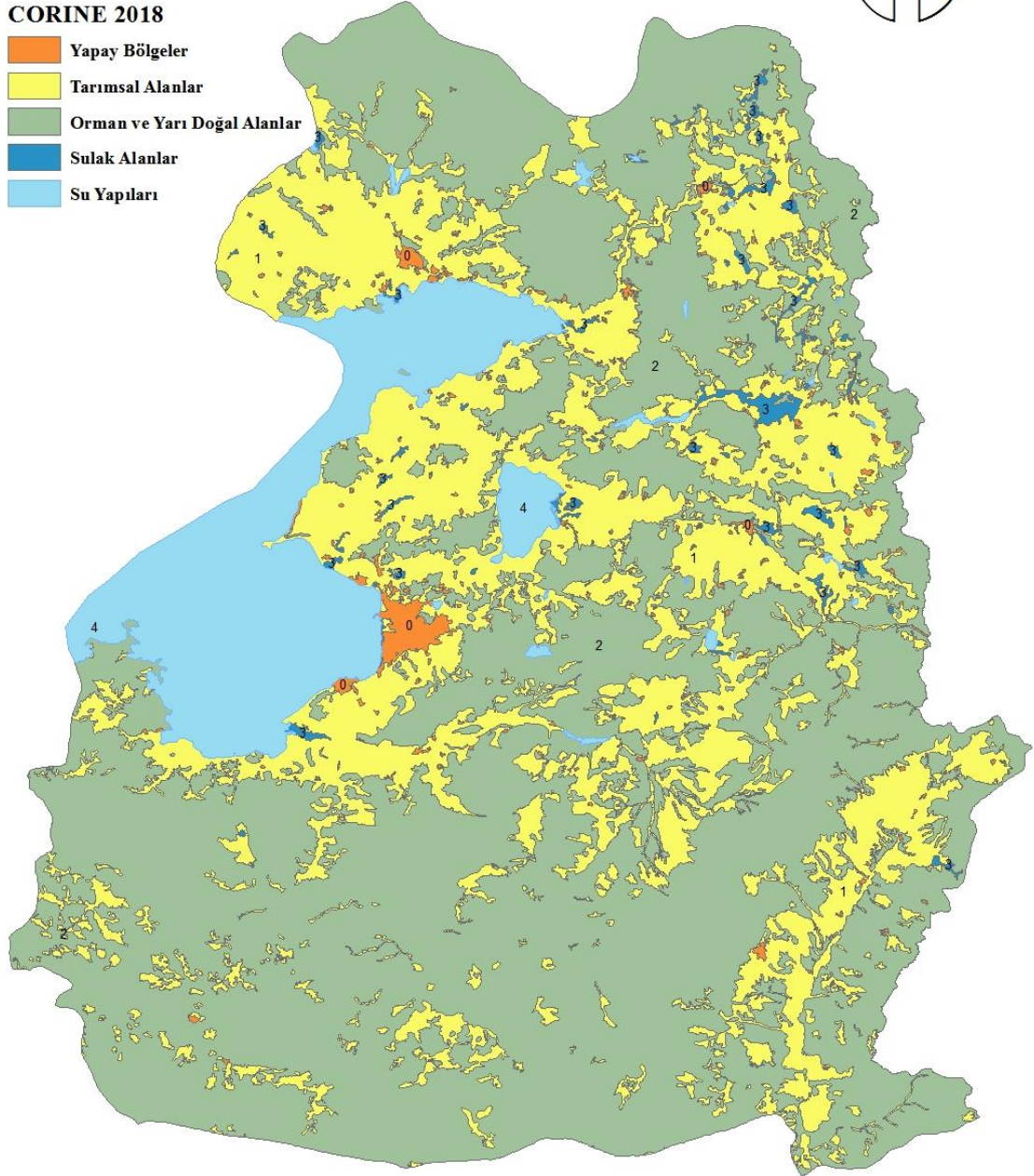
Şekil 4.12. 2012 yılı geliştirilmiş CORINE haritası.

CORINE 2018

GÖSTERİM

CORINE 2018

- Yapay Bölgeler
- Tarımsal Alanlar
- Orman ve Yarı Doğal Alanlar
- Sulak Alanlar
- Su Yapıları



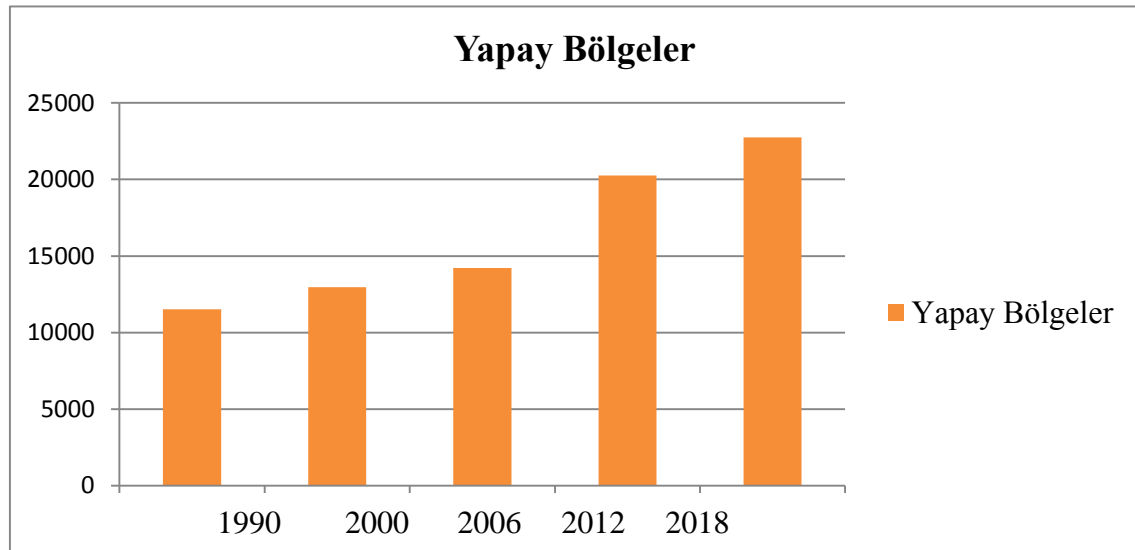
0 10 20 40 Kilometre

Şekil 4.13. 2018 yılı geliştirilmiş CORINE haritası.

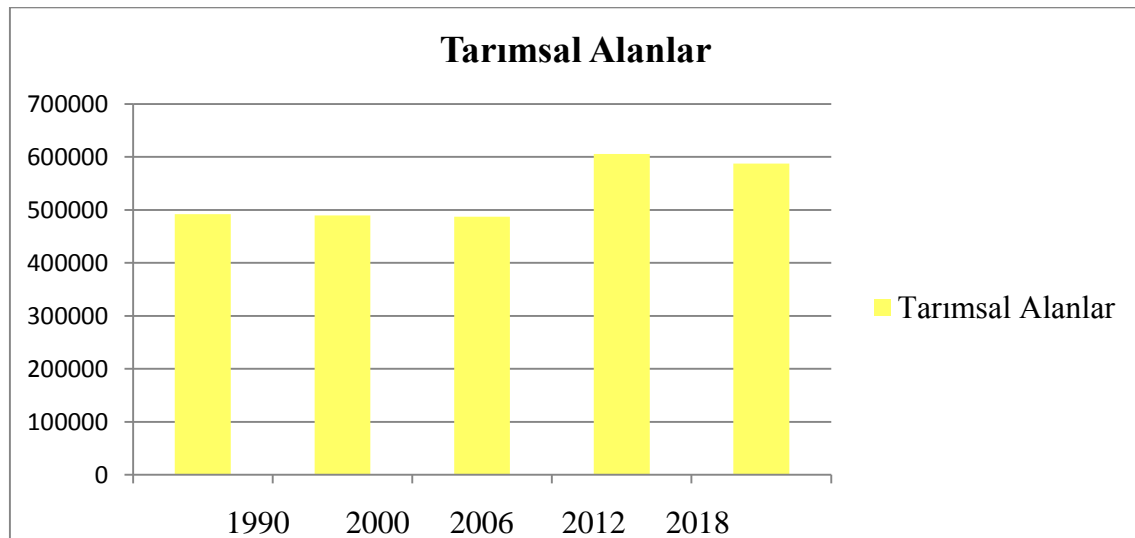
Genelleştirilmiş 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 CORINE Arazi Örtüsü Sınıflarının alan dağılımı Çizelge 4.2'deki gibidir.

Çizelge 4.2. CORINE arazi örtüsü sınıfları ve alanları

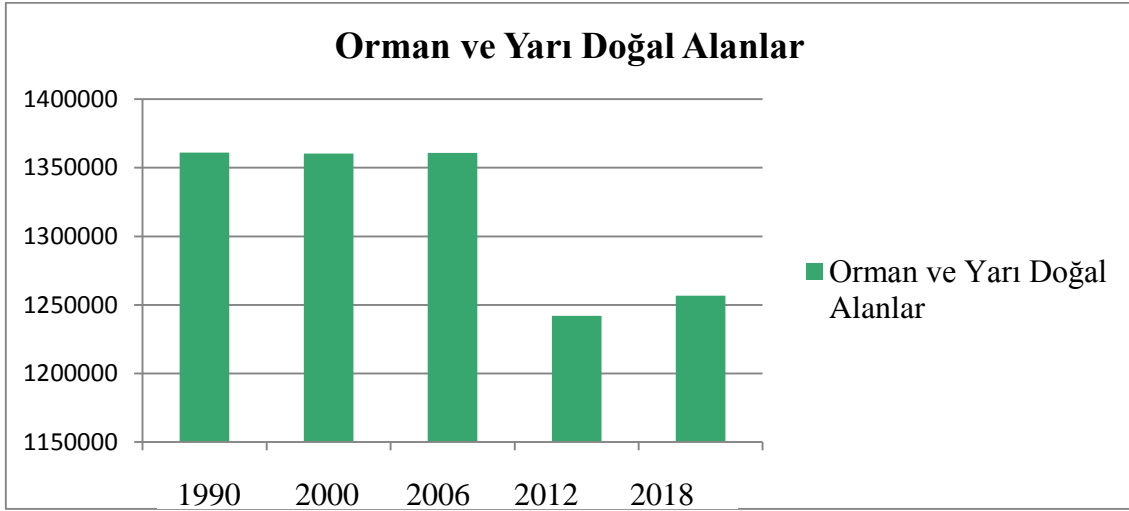
YIL	ARAZİ ÖRTÜSÜ SINIFLARI VE ALANLARI (hektar)				
	1	2	3	4	5
1990	11529,4 ha	491746 ha	1360980 ha	18319,6 ha	199617 ha
2000	12955,9 ha	489736 ha	1360410 ha	18319,6 ha	200774 ha
2006	14215,4 ha	487171 ha	1360950 ha	18826,9 ha	201165 ha
2012	20250,4 ha	605373 ha	1242050 ha	15400,3 ha	199246 ha
2018	22742,9 ha	587510 ha	1256730 ha	16120,3 ha	199644 ha



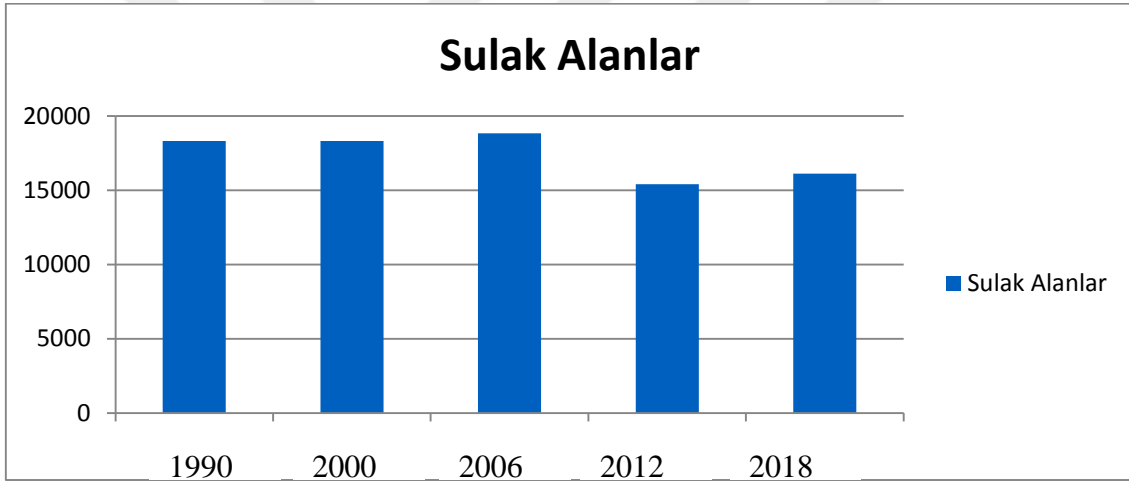
Şekil 4.14. Yıllara göre yapay bölgelerdeki değişim.



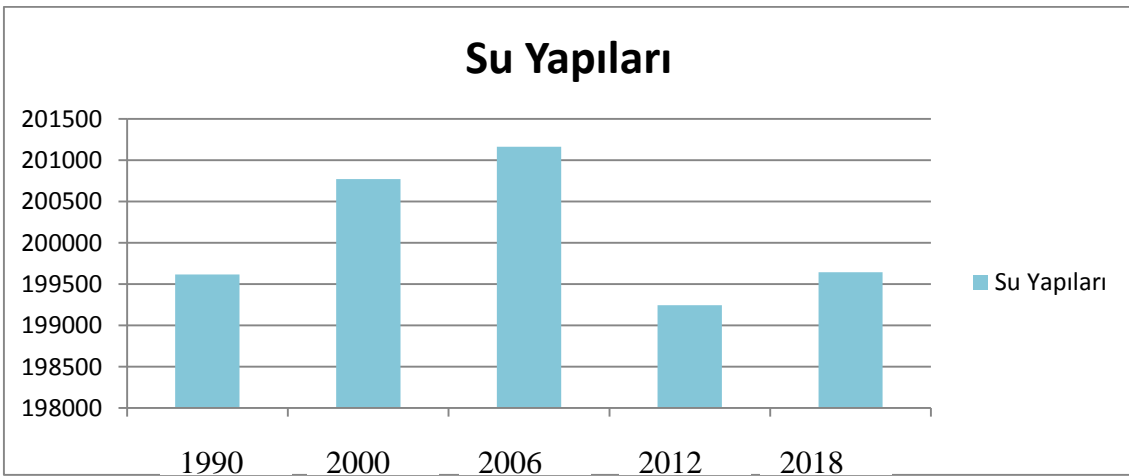
Şekil 4.15. Yıllara göre tarımsal alanlardaki değişim.



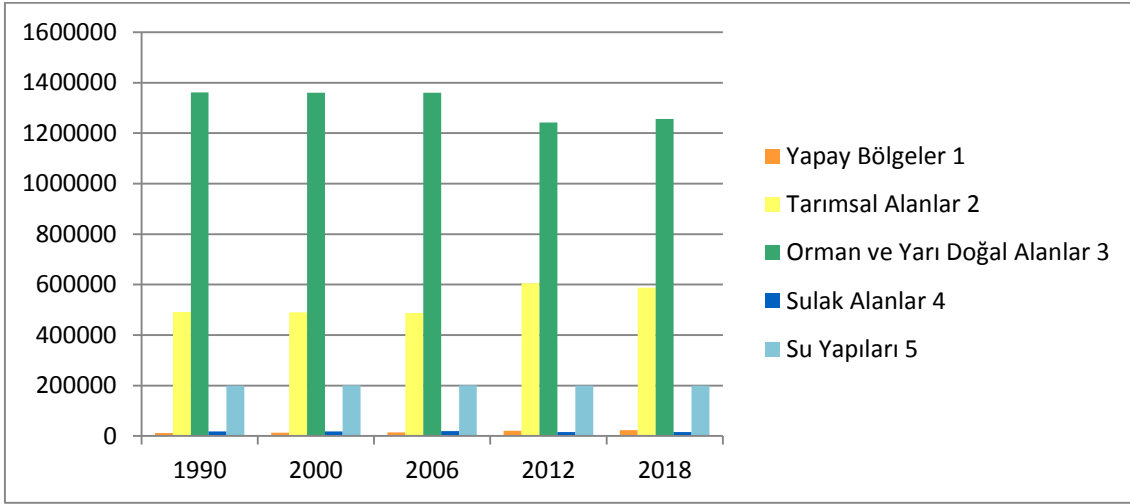
Şekil 4.16. Yıllara göre orman ve yapay alanlardaki değişim.



Şekil 4.17. Yıllara göre sulak alanlardaki değişim.



Şekil 4.18. Yıllara göre su yapılarındaki değişim.



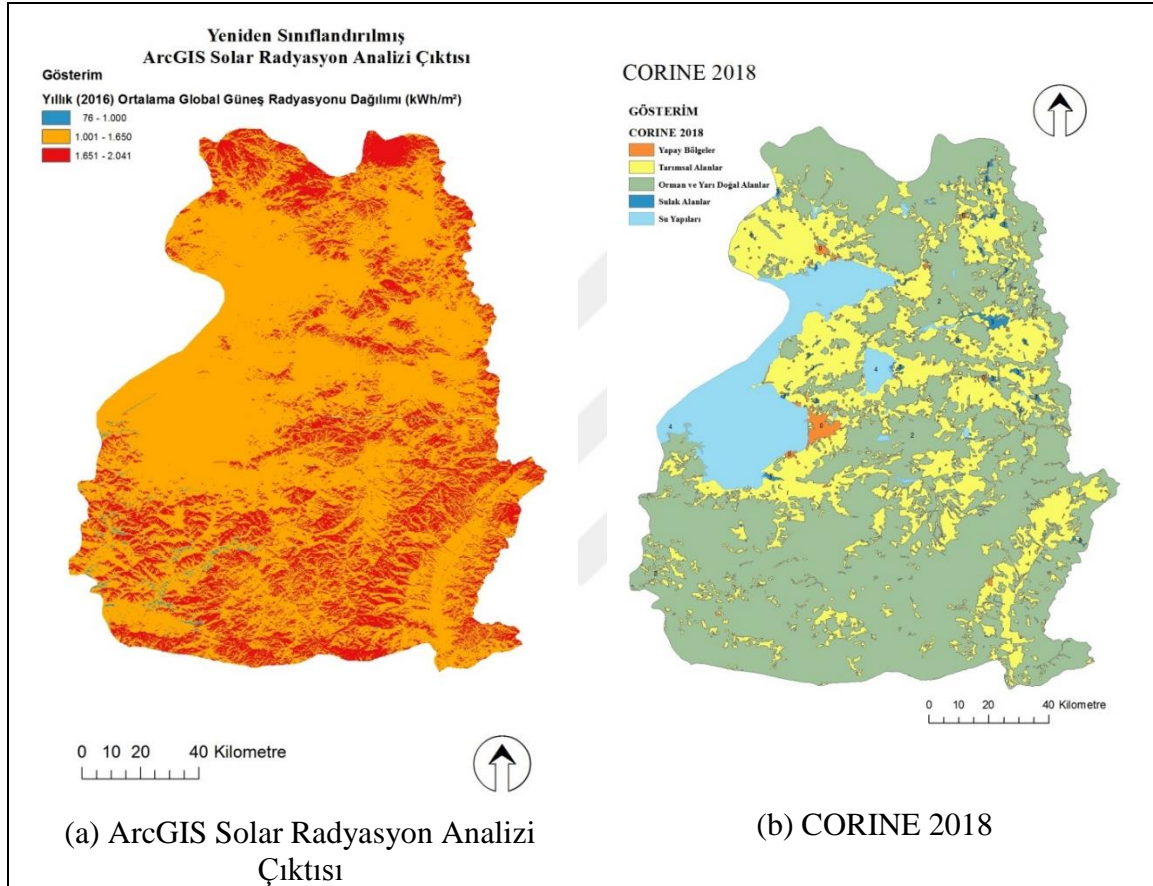
Şekil 4.19. CORINE arazi örtüsü sınıfları ve alanları grafiği.

Haritalar ve çizelgelerde yer alan sayısal verilere incelendiğinde 1990 yılından 2018 yılına kadar geçen zaman diliminde yapay bölgelerde % 97,2 artış, tarımsal alanlarda % 19,4 artış, orman ve yarı doğal alanlarda % 8,2 azalış, sulak alanlarda % 12,1 azalış ve su yapılarında % 0,01 artış olduğu görülmektedir.

4.1.5. CORINE 2018 ve ArcGIS solar radyasyon analizi çıktısına göre elde edilen alanlardaki güneş enerjisi potansiyelinin incelenmesi

Çalışmanın bu aşamasında geliştirilmiş CORINE 2018 arazi örtüsü sınıfları ile çalışma için uygun görülen ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısı karşılaştırılmış, hangi arazi örtüsü sınıfının ne kadar güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu ortaya konmuştur. Harita karşılaştırılmasında ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısı %99.36 ile en doğru sonucu vermesinden ve çalışmaya uygun formatta çıktı veriyor olmasından ötürü çalışmanın sonuç aşamasında kullanılmak için tercih edilmiştir. ArcGIS Solar Radyasyon Analiz aracıyla, YYÜ GES 2016 üretim verilerinin ve veri setinde yer alan Van ili topografik haritasının girdi olarak kullanılmasıyla hazırlanan ArcGIS Solar Radyasyon Analiz Çıktısının araştırmacılar için şeffaf, kullanılabilir formatlarda ve detaylı çıktı vermektedir. Harita CBS ortamında literatürde verilen verimli üretim eşiğine (1650 kwh/m²) göre el ile belirlenen aralıklarla '1 (az)', '2 (orta)' ve '3 (çok)' şeklinde 3 farklı güneş enerjisi potansiyeli sınıfına göre yeniden oluşturulmuştur. Yeniden sınıflandırma, sırasıyla katman özellikleri (layer properties), semboloji

(symbology) ve sınıflandırma (classified) adımları takip edilerek yapılmıştır. Oluşturulan ArcGIS Solar Radyasyon Analiz Çıktısı ve genelleştirilmiş CORINE 2018 haritalarının projeksiyonununun (UTM) aynı olmasına dikkat edilmiştir. Haritalar CBS ortamında ‘zonal histogram’ aracı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan haritalar aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 4.20. (a) ArcGIS solar radyasyon analizi çıktısı, (b) CORINE 2018.

Sonuçlar genelleştirilmiş CORINE sınıflarındaki hücre sayısına göre değerlendirilmiş ve oranlanmıştır. Beş farklı arazi örtüsü sınıfında yer alan ‘az’, ‘orta’ ve ‘çok’ güneş enerjisine sahip hücre sayıları ve bu sayıların oranları ortaya konmuştur. Çıkan sonuçlar Çizelge 4.3’te gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.3. CORINE 2018- ArcGIS solar radyasyon analizi çıktısı çakıştırma sonucu

ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısı	Genelleştirilmiş CORINE Arazi Örtüsü Sınıfları ve Hücre Sayıları				
Güneş Enerjisi Potansiyeli - Değer Aralığı (kwh/m²)	Yapay Bölgeler	Tarımsal Alanlar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	Sulak Alanlar	Su Yapıları
1 (Az) 76 – 1.000	10	2040	20013	0	466
2 (Orta) 1.001 – 1.650	48031	1132119	1607892	35813	444539
3 (Çok) 1.651 – 2.041	1894	102704	900113	247	1405

Çizelgeye göre Van ilindeki Yapay bölgelerin % 3,792'si, tarımsal alanların % 8,279'u, orman ve yarı doğal alanların % 35,605'i, sulak alanların % 0,684'ü ve su yapılarının % 0,314'ü 'çok' güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Yapay bölgelerin % 96,187'si, tarımsal alanlarının % 91,531'i, orman ve yarı doğal alanların % 63,602'si, sulak alanların % 99,315'i ve su yapılarının % 99,580'i 'orta' güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Yapay bölgelerin % 0,049'u, tarımsal alanlarının %0,164'ü, orman ve yarı doğal alanların % 0,791'i, sulak alanların % 0'ı ve su yapılarının % 0,107'si 'az' güneş enerjisi potansiyeline sahiptir.



5. SONUÇLAR

Doğal alanların azalması ve fosil yakıt kullanımının artması beraberinde küresel ısınmayı getirmiş ve bu durum iklim değişikliğinin yaşanmasına sebep olmuştur. Yapılan çalışmada, bugün çağımızın en önemli sorunlarının başında gelen iklim değişikliği konusu Van Bölge istasyonundan temin edilen iklim parametreleri üzerinden ele alınmış ve analizi yapılan iklim parametrelerinde normal olmayan artma ve azalma eğilimleri gözlenmiş ve bu durum yaşanan ve yaşanacak olan iklim değişikliği için destekleyici bir kanıt sunmuştur. Değişen iklim parametreleri güneş enerjisi özelinde de ele alınmış ve Van ilinde önemli bir potansiyele sahip olan güneş enerjisinin zamanla bu potansiyeli arttıracığı görülmüştür. İklim değişikliğinin iklim parametreleri üzerinden okunan olumsuz sonuçlarının yenilenebilir enerji kullanımıyla avantaja dönüştürülmesinin mümkün olabileceği görülmektedir. Bu durum Van ilini güneş enerjisi üretimi için oldukça önemli kılmakta ve iklim değişikliği ile mücadele ve uyum kapsamında Van iline önemli bir rol atfetmektedir. Çalışma kapsamında Van ili için uygun güneş enerjisi potansiyeli haritalama yaklaşımı ArcGIS Solar Radyasyon Analizi Çıktısı olarak belirlenmiştir. Tez kapsamında belirlenen harita Van ilinde güneş enerjisi hakkında sunduğu doğru potansiyel tahmin ile yapılacak ya da yapılması düşünülen çalışma ve yatırımlar için önemli bir kaynak niteliğindedir. CORINE haritalarındaki değişimin incelenmesi sonucunda arazi örtüsü sınıflarında ciddi oranda bir değişim olduğu, orman ve yarı doğal alanlarının yerini günden güne şehir ve tarım alanlarına bıraktığı görülmüştür. Çalışma kapsamında ele alınan haritalardan uygun çıktı ve sonuç veren güneş potansiyel haritası ile CORINE 2018 Arazi Örtüsü Haritasının karşılaştırılması sonucunda önemli bulgular elde edilmiştir. Karşımıza çıkan sonuçlardan yola çıkarak Van ilinin büyük bir güneş enerjisi potansiyeli taşıdığı ve arazi örtüsü sınıflarındaki güneş enerjisi potansiyelinin durumuna göre bu potansiyele uygun kararlar alınması gerektiği görülmüştür. Büyük oranda kıraç alanlardan oluşan ve zamanla tarım ya da yerleşim alanına dönüştürülen doğal peyzajların, yüksek bir güneş enerjisi potansiyeli taşıdığı ve bundan sonraki arazi kullanım kararlarında güneş enerjisi potansiyelinin hesaba katılmasının önemli bir katkı sunacağı görülmüştür. 'Çok' güneş enerjisi potansiyeli sınıfında yer alan alanların yüzde %73.14'ünün, miktarı günden

güne azalan orman ve yarı doğal alanlar sınıfına ait olduğu görülmüştür. Doğal ve yarı doğal alanların ekolojik dengesinin mümkün olduğunca korunması, ihtiyaç dâhilinde tarımsal alana dönüştürülecek alanlarda tarımsal alanlardan elde edilecek kâr ile güneş enerjisi santralinden elde edilecek kârın kıyaslanarak arazi kullanım kararlarının verilmesi gerekmektedir. Arazilerde meydana gelen değişim ve iklim değişikliğinin bitki örtüsü üzerindeki artan olumsuz etkilerini sınırlandırmak ve gıda güvenliğinin sağlamak adına tarımsal alanların kontrollü kullanılması gerekmektedir. Tarıma elverişsiz kıraç alanların güneş enerjisi sahası olarak kullanılması gerekmektedir. Aynı şekilde mevcut her gün büyüyen Yapay Bölgelerde (şehir alanı) de güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu görülmüştür. Mevcut yerleşim alanlarında bu potansiyeli kullanmaya yönelik dönüşüm olanaklarının kullanılması, bu doğrultuda teknolojilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Yeni kurulacak yerleşim alanlarında güneş enerjisinden maksimum verimin sağlanabilmesi için güneş enerjisi kullanımının imar planlarına dâhil edilmesi gerekmektedir. Kent planlaması ve mimaride güneş enerjisinden azami düzeyde yararlanılması hedeflenmeli ve buna kaynak ayrılmalıdır. Çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınmaya katkı sağlamak amacıyla toplam enerji üretimi miktarında güneş enerjisinin payı arttırılmalı, güneş enerjisinden hem aktif hem de pasif yöntemler kullanılarak yararlanılmalıdır. Kent yakınındaki kırsal peyzaj kaynaklarının akılcı kullanılması gerekmektedir. Su yapıları üzerinde karşımıza çıkan kayda değer orandaki güneş enerjisinin, yeni teknolojilerle geliştirilmiş GES'lerin göl yüzeyinde de kurulabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Doğal peyzajların, habitatların ve türlerin korunmasını kapsayarak, ekosistemde önemli bir zincir oluşturan, koruma statüsüne sahip olan ve hassas bölge kategorisinde yer alan sulak alanların ve yakın çevrelerinin güneş sahaları için kullanılmaması gerekmektedir. Doğal peyzajın korunması ve sürdürülmesi, kentsel ve kırsal peyzajın daha işlevsel ve estetik planlanması gerekmektedir. Bu durum peyzaj kalitesinin artmasını sağlayacaktır. Peyzajın daha etkin planlanması, alanların kullanıma uygunluk ve duyarlılıklarının hesaba katılması gerekmektedir.

Çalışma sürecinde yapılan analiz ve değerlendirmelerden ve veri temininde yaşanan bir takım sorunlardan yola çıkarak; Daha sağlıklı ve güvenli sonuç veren araştırmaların yapılabilmesi için yer gözlem istasyonlarının sayısının arttırılması gerekmektedir. Mevcut ve yeni kurulacak istasyonlarda tüm iklim parametrelerinin

kaydının tutulması ve sürekli güncellenmesi yapılacak çalışmaların güvenirliliğini ve kalitesini arttıracaktır. Yapılacak güneş enerjisi potansiyel haritalarında iklim parametreleri ve topografyanın göz ardı edilmemesi gerekmektedir.





KAYNAKLAR

- Akçakaya, A. ve ark., 2015. *Yeni Senaryolarla Türkiye İçin İklim Projeksiyonları*, Ankara.
- Al, C. R., 2018. Sürdürülebilirlik Yolculuğu. <https://kureselkalkinmahedefleri.com/2018/02/09/surdurulebilirlik-yolculugu/> Erişim tarihi: 03.04.2019.
- Anonim, 2015a. The Science Of Climate Change Questions and Answers. <https://www.science.org.au/>. Canberra. Erişim tarihi: 05.02.2019.
- Anonim, 2010. İl Bazlı Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası. <http://www.yegm.gov.tr/anasayfa.aspx>. Ankara. Erişim tarihi: 20.02.2019.
- Anonim, 2015. Corine Nedir? <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/>. Erişim tarihi: 02.03.2019.
- Anonim, 2016. <https://www.iea.org/topics/world-energy-outlook>. International Energy Agency. Erişim tarihi: 10.10.2019.
- Anonim, 2018a. Solar Energy. <https://www.solarschools.net/>. Barisbane. Erişim tarihi: 10.03.2018.
- Anonim, 2018b. Data and Statistic, [https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=Total%20primary%20energy%20supply%20\(TPES\)%20by%20source](https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=Total%20primary%20energy%20supply%20(TPES)%20by%20source) International Energy Agency. Erişim tarihi: 10.10.2019.
- Anonim, 2018c. Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planı, Cilt-II: Su Bütçesi Çalışmaları, http://www.kurakliyonetimi.ormansu.gov.tr/engine/file.axd?file=/dokuman/VG_25/VG_Cilt2.pdf. Ankara. Erişim tarihi: 03.07.2020.
- Anonim, 2018d. Yenilenebilir Enerji, <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir.aspx>. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. Erişim tarihi: 10.03.2020.
- Anonim, 2019. <https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/Turkiye-Iklim-Degisikligi-Stratejisi.pdf> Erişim tarihi: 02.03.2019.
- Anonim, 2019a. <https://www.climateurope.eu/what-is-climate-and-climate-change/>. Erişim tarihi: 24.09.2019.
- Anonim, 2019b. Meteorolojik Parametrelerin Türkiye Analizi, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=parametrelerinTürkiyeAnalizi> Erişim Tarihi: 03.02.2020.
- Anonim, 2019c. İklim değişikliği. <https://www.wwf.org.tr/ne-yapiyoruz/iklim-degisikligi-ve-enerji/iklim-degisikligi/> WWF, Erişim Tarihi: 10.04.2019.
- Anonim, 2019d. <https://www.nationalgeographic.org/>. National Geographic: Resource Library. Washington. Erişim tarihi: 10.04.2019.
- Anonim, 2019e. Climate Change. <https://www.un.org/en/index.html>. United Nations, New York. Erişim tarihi: 05.03.2019.
- Anonim, 2019f. Azaltım, <http://www.yegm.gov.tr/iklim-deg/azaltim.aspx>. Erişim tarihi: 02.05.2019.
- Anonim, 2019g. Climate Change Terms and Definitions. <https://climatechange.ucdavis.edu/>. UCDAVIS: Science & Climate. California. Erişim tarihi: 05.06.2019.

- Anonim, 2019h. Why is Renewable Energy İmportant?. <https://www.renewableenergyworld.com/index.html>. Erişim tarihi: 02.03.2019.
- Anonim, 2019i. <https://www.nationalgeographic.org/>. National Geographic: Resource Library. Washington. Erişim tarihi: 10.04.2019.
- Anonim, 2019j. Environmental Topics, <https://www.eea.europa.eu/>. European Environment Agency. Copenhagen. Erişim tarihi: 01.07.2019.
- Anonim, 2019k. Renewable Energy Explained, <https://www.eia.gov/>. U.S. Energy Information Administration, Washington. Erişim tarihi: 20.05.2019.
- Anonim, 2019l. BP Statistical Review of Global Energy, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/renewable-energy.html>. Erişim tarihi: 02.05.2019.
- Anonim, 2019m. Direct Normal Irradiation. <https://www.worldbank.org/>. Erişim tarihi: 08.10.2019
- Anonim, 2020a. <http://www.bmdergi.org/tr/tarihi-birlesmis-milletler-zirvesinde-193-uye-ulke-oybirligi-ile-yeni-surdurulebilir-kalkinma-hedeflerini-kabul-etti/>. Erişim tarihi: 03.07.2020.
- Anonim, 2020b. <https://van.ktb.gov.tr/TR-90248/cografi-konumu.html>. Van İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. Erişim tarihi: 03.07.2020.
- Aydıncıoğlu, M., 2019. *Van İli Güneş Enerji Santralleri Raporu*, Güneş Enerji Santralleri Raporu, Van Ticaret ve Sanayi Odası.
- Çokgezen, J., 2007. Avrupa birliği çevre politikası ve Türkiye, *İ.İ.B.F Dergisi*, 2: 91–115.
- Davinson, A., 2019. Solar Energy. <http://www.altenergy.org/renewables/renewables.html>. Alternative Energy. Erişim tarihi: 30.05.2019.
- Dumas, A., Andrisani, a., Bonnici, M., Graditi, G., Leanza, G., Modania, M., Trancossi, T., 2015. A new correlation between global solar energy radiation and daily temperature variations. *Solar Energy*, **116**: 117–124.
- Electricity Information 2018. ISBN: 978-92-64-30120-7. *International Energy Agency*. Paris.
- Frewin, C., 2019. Renewable Energy. <https://www.studentenergy.org/>. Student Energy. Erişim tarihi: 20.06.2019.
- Genç, N., Mert, S. O., Reis, A., 2017. Exergetic performance analysis of a solar power system (sps) in a high plateau. *International Journal of Exergy*. **22** (2): 125–138.
- Görmez, K., 2007. *Çevre Sorunları*, Nobel Yayınları, Ankara.
- Gueymard, C. A., 2004. The Sun's total and spectral irradiance for solar energy applications and solar radiation models. *Solar Energy*, **76**: 423–453.
- Güner, E. D. ve Turan, E. S., 2017. Yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel iklim değişikliği üzerine etkisi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, **3** (1): 48-55.
- Haji, D., Genç, N., 2018. Fuzzy and P&O based MPPT controllers under different conditions, *7th International Conference on Renewable Energy Research and Applications*. Paris, France, Oct. 14-17.
- Hayden, B.P., Loewe, F. P., Davies, R., Lamb, H. H., Pielke, R. A., Bluestein, H. B. Climate. <https://www.britannica.com/science/climate-meteorology>. Encyclopaedia Britannica. Erişim tarihi: 02.04.2019.

- IPCC, 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., et al. (eds.)]. Cambridge University Press: Cambridge and New York.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., et al. (eds.)]. Cambridge University Press: Cambridge and New York.
- Key World Energy Statistics, 2018. *International Energy Agency*. Paris.
- Kıvılcım, İ., 2014. *AB'de 7'ci Çevre Eylem Programı Başladı*. İktisadi Kalkınma Vakfı, İstanbul.
- Malone, K., 2010. *Temperature and Solar Energy*, Submitted as Coursework for Physics 240. Stanford Üniversitesi, Kaliforniya.
- May, S., 2017. What is Climate Change?. <https://www.nasa.gov/>. NASA. Erişim tarihi: 26.01.2019.
- Myers, D. R., 2005. Solar Radiation Modeling and Measurements For Renewable Energy Applications: Data and Model Quality. *Energy*, **30**: 1517–1531.
- Önal, E., Yarbay, R. Z., 2010. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve geleceği. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **18**: 77-96.
- Özdemir, Y., Aksoy, B., 2016. *Heliosat Model Kullanarak Türkiye İçin Global Güneş Radyasyonu Tahmini*, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özür, K. N., Ataol, M., 2018. Türkiye'de corine verilerinin kullanılmasına dair değerlendirme, *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, **9** (2): 110-130.
- Renewable Energy, 2019. <http://www.eschooltoday.com/>. E School Today. Erişim tarihi: 20.05.2019.
- Renewables Information 2018. ISBN: 978-92-64-30116-0. International Energy Agency. Paris.
- Shinn, L., 2018. Renewable Energy: The Clean Facts. <https://www.nrdc.org/>. Natural Resources Defense Council. New York. Erişim tarihi: 10.05.2019.
- Stoimenov, A., Koleva, R., Dimitrov, V., Tepeliev, Y., Lubenov, T. ve Kroumova, J., 2014. Satellite Mapping of Bulgarian Land Cover – Corine 2012 Project. *Forestry Ideas*, **20** (2):48: 189-196.
- Sustainable Development Goals. 2019. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>. United Nations. New York. Erişim tarihi: 10.06.2019.
- Şenlik, İ., 2017. Güneş Enerjisi Santrallerinin Yer Seçimi, *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, **462**: 94-98.
- Turan, S., 2006. Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Konya Ticaret Odası Dergisi, www.kto.org.tr/tr/dergi/dergiyazioku.asp?yno=700&ano=61, Erişim tarihi, 18.04.2020.
- Türkeş, M., 2012. Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, **4** (2): 1-32.
- U.S. Energy Information Administration, 2019. What is renewable energy? <https://www.eia.gov/>. Washington. Erişim tarihi: 05. 01.2019.

- Varınca, K. B., Gönüllü, M. T., 2006. Türkiye’de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma. **Ughek’ 2006: I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi**, 21-23 Haziran, Eskişehir.
- What Are Climate Change and Global Warming?. 2019. <https://www.wwf.org.uk/>. World Wildlife Fund. Gland. Erişim tarihi: 10.07.2019.
- World Meteorological Organization, 2018. **WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018**. ISBN: 978-92-63-11233-0. Geneva.
- Yaman, A., Yakın, A., Behçet, R. 2019. Van ili güneş ve hidroelektrik enerji potansiyelleri ve il ekonomisine katkıları. **BEÜ Fen Bilimleri Dergisi**, 8 (1): 243-250.
- Yılmaz, M. 2012. Türkiye’nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi**, 4 (2): 33-54.



ÖZ GEÇMİŞ

1992 yılında Hakkâri'de doğdu. İlk ve ortaöğretimi Hakkâri Şehit Selahattin İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini Van Atatürk Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde tamamladı. 2017 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Aynı zamanda İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanıdır.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 05/08/2020

Tez Başlığı / Konusu:

“Küresel İklim Değişikliğinin Güneş Enerjisi Özelinde Yenilenebilir Enerji Potansiyeline Etkisi ve Arazi Örtüsü ile İlişkisi: Van Örneği”

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 88 sayfalık kısmına ilişkin, 13/07/2020 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 3 (üç) tür.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Emel AYDIN

Öğrenci No:17910001084

Anabilim Dalı: Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Programı: Tezli Yüksek Lisans

Statüsü: Y. Lisans

Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

(Unvan, Ad Soyad, İmza)