

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AFGANİSTAN'IN ENERJİ POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GHULAM JAFAR LAAME

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. SÜHEYLA YEREL KANDEMİR

BİLECİK, 2021

10422568

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AFGANİSTAN'IN ENERJİ POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GHULAM JAFAR LAAME

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. SÜHEYLA YEREL KANDEMİR

BİLECİK, 2021

10422568

BEYAN

‘Afganistan’ın Enerji Potansiyelinin İncelenmesi’ adlı yüksek lisans/doktora/sanatta yeterlik tezi/dönem projesinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
DESTEK ALINMIŞTIR	☐	DESTEK ALINMAMIŞTIR	☒
Destek alındı ise;			
Destekleyen kurum;			
Desteğin Türü		Proje Numarası	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)			
2- TÜBİTAK			
Diğer;.....			
ETİK KURUL onayı var ise;			
ETİK KURUL karar tarih/sayı:		/.....	

Ghulam Jafar Laame

Tarih

.....

İmza

.....

ÖN SÖZ

Çalışmamda yardımlarını ve hoşgörüsünü benden esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Süheyla YEREL KANDEMİR'e, hayatımın her aşamasında yanımda olan ve dualarını esirgemeyen anneme, amcama ve bu hayattaki en büyük şansım olan aileme sonsuz teşekkürler.

Ayrıca tez döneminde bilgi ve tecrübelerini en zor zamanlarında dahi zaman kısıtlaması yapmadan kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden geleninin fazlasıyla yapan abim, okul hayatım boyunca bana yol gösteren en sıkıntılı zamanlarımda dahi desteklerini esirgemeyen abilerime Ahmad jawed ve Muhammad nabi teşekkürü bir borç bilirim.

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içindeki tüm verileri akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun olarak sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmada kullanılmadığını beyan ederim.

Ghulam Jafar Laame

2021

ÖZET

AFGANİSTAN'IN ENERJİ POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ

Afganistan, nüfus açısından dünyada elektriğe en düşük erişime sahip ülkelerden biri olmasına rağmen, araştırmalar hem yenilenebilir enerji kaynakları hem de geleneksel enerji kaynakları rezervleri açısından zengin olduğunu göstermektedir. Afganistan, geleneksel enerji kaynakları için yeterli potansiyele sahip olsa da, altyapıların çoğu savaş ve istikrarsızlık nedeniyle son on yılda tahrip olmuştur. Bu nedenle, elektriğin çoğu Orta Asya ülkelerinden ve İran'den ithal edilmektedir.

Afganistan uygun doğal ve coğrafi koşullara sahip olduğundan dolayı, hidro, güneş, jeotermal, rüzgar ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından önemli ölçüde yararlanabilme potansiyeline sahiptir. Teorik açıdan bakıldığında, Afganistan'da yenilenebilir enerjinin kullanılması, yalnızca nüfusu için sürdürülebilir enerji sağlamak için değil, aynı zamanda sürdürülebilir ekonomik kalkınmaya katkıda bulunmak için de çok önemli bir rol oynayabilir.

Bu çalışmada, Afganistan'da yer altı zenginliklere konu olan enerji kaynakları ve bununla birlikte yenilenebilir enerjinin çeşitleri ele alınmıştır. Daha sonra da, Afganistan'ın Herat ve Kandahar şehirlerindeki bir seranın güneş enerjisi kullanılarak ısı pompası ile ısıtılması incelenmiştir. Sonuç olarak Afganistan'ın Herat ve Kandahar şehirlerinin de kurulacak seranın güneş enerjisi ile ısıtılabilceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Afganistan, Yenilenebilir Enerji, Güneş Enerjisi, Alternatif Enerji Kaynakları.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF AFGHANISTAN'S ENERGY POTENTIAL

Although Afghanistan is one of the countries with the lowest access to electricity globally in terms of population, research shows that it is rich in reserves of both renewable energy sources and traditional energy sources. While Afghanistan has ample potential for conventional energy sources, most of the infrastructure has been destroyed over the past decade by war and instability. Therefore, most of the electricity is imported from Central Asian countries and Iran.

Because Afghanistan has suitable natural and geographical conditions, it can benefit significantly from renewable energy sources such as hydro, solar, geothermal, wind and biomass. From a theoretical point of view, the use of renewable energy in Afghanistan can play a crucial role in providing sustainable energy for its population and contribute to sustainable economic development.

In this study, the energy resources that are the subject of underground riches in Afghanistan and the types of renewable energy are discussed. Then, heating a greenhouse in Herat and Kandahar cities of Afghanistan with a heat pump using solar energy was investigated. As a result, it has been determined that the greenhouse to be established in the cities of Herat and Kandahar in Afghanistan can be heated with solar energy.

Keywords: Afghanistan, Renewable Energy, Solar energy, Alternative Energy Sources.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI	3
3. AFGANİSTAN.....	4
3.1. Afganistan'ın Coğrafyası ve İklimi	5
3.2. Afganistan'da Enerji Kaynakları ve Kullanım Alanları.....	7
3.3. Afganistan'ın Temel Enerji İstatistikleri	9
3.4. Bakanlıklar Arası Enerji Komisyonu	11
3.5. Bağışçı Programlar ve Projeler.....	12
3.6. Özel Sektörün Rolü.....	12
4. AFGANİSTAN'IN ENERJİ KAYNAKLARI	13
4.1. Afganistan'ın Geleneksel Enerji Kaynakları	13
4.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	13
4.2.1. Afganistan'da Hidrolik Enerji Potansiyeli.....	14
4.2.1.1. Geliştirme Seçenekleri.....	15
4.2.2. Güneş Enerjisi.....	16

4.2.3. Rüzgar Enerjisi	18
4.2.4. Jeotermal Enerjisi	18
4.2.5. Afganistan'ın Biyokütle Enerjisi	19
5. ENERJİ KAYNAKLARININ DÜNYA'DA VE AFGANİSTAN'DAKİ GENEL DURUMU.....	21
5.1. Kömür	21
5.1.1. Dünya'da Kömürün Durumu	22
5.1.2. Afganistan'da Kömürün Durumu	22
5.1.2.1. Kömürün Kullanımı	25
5.1.2.2. Kömür Üretimini Artıracak Önlemler	25
5.2. Doğal Gaz	26
5.2.1. Dünya'da Doğalgazın Durumu.....	26
5.2.2. Afganistan'da Doğalgazın Durumu	28
5.2.2.1. Doğal Gaz Üretim ve Rezervler.....	29
5.3. Petrol	29
5.3.1. Dünya'da Petrolün Durumu.....	30
5.3.2. Afganistan'da Petrolün Durumu	32
5.3.2.1. Petrol Ürünleri.....	33
6. SİMÜLASYON ÇALIŞMASI	35
6.1. TRNSYS (Transient Simulation Program) Programı ve Özellikleri.....	35
6.2. Seranın Özellikleri	35
6.3. Sera Isı kaybının hesaplanması.....	36
6.4. Ekserji Analizi Metodolojisi	37

6.4.1. Isı Pompası	38
6.5. Seranın Ekserji Analizi.....	39
6.5.1. Herat	39
6.5.2. Kandahar	42
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
KAYNAKÇA.....	48



TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Afganistan'ın İklim Türleri.....	5
Tablo 3.2. Yıllara göre Afganistan'ın nüfusu ve yıllara göre değişimi.....	6
Tablo 3.3. Afganistan'ın Toplam Enerji Üretim ve Tüketimi.....	8
Tablo 3.4. Afganistan'ın Toplam Göstergeleri	9
Tablo 3.5. Tarihsel Birincil Enerji Verileri (Quadrillion GV)	10
Tablo 4.1. Potansiyel Hidroelektrik Projeleri	14
Tablo 4.2. Güneş enerji ürünleri ve Afganistan'daki maliyeti.....	17
Tablo 4.3. Afganistan'daki katı atık kullanım yüzdesi.....	19
Tablo 5.1. Kömür Enerji Verileri (milyon kısa ton).....	23
Tablo 5.2. Doğal Gaz Enerji Verisi (Milyar Metreküp).....	28
Tablo 5.3. Ülkelere göre petrol rezervi (milyon varil)	30
Tablo 6.1. Enerji ve ekserjinin farkları.....	37

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1. İllere göre Afgan kabileleri haritası	4
Şekil 3.2. Afganistan'ın arazi ve yükseklik haritası	7
Şekil 3.3. Birincil Enerji Tüketimi, 2021	9
Şekil:4.1.Afganistan'ın Yenilenebilir enerji tüketimi	13
Şekil 4.2. Afganistan'ın Güneş Enerjisinin gösterge haritası	17
Şekil 4.3.Afganistan'daki jeotermal potansiyel alanlar	19
Şekil 5.1. Seçilmiş ekonomiler ve yıllar için kömür üretimi yıllık büyüme oranı	21
Şekil 5.2. Afganistan'ın toplan Kömür tüketimi	24
Şekil 5.3. 2013 yılında dünyada kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin hacmi	27
Şekil 5.4. Afganistan'ın toplan doğal gaztüketimi	29
Şekil 5.5. Petrol kaynaklarının ve rezervlerinin dünya dağılımı (Katrilyon BTU).....	31
Şekil 5.6. Dünyadaki önemli petrol rezervlerinin dağılımı	32
Şekil 5.7. Afganistan'ın toplan Petrol tüketimi	34
Şekil 6.1. Sera ve enerji transferleri	36
Şekil 6.2. Heratın arazi ve yükseklik haritası.....	39
Şekil 6.3. Herat şehrine ait gün- sıcaklık grafiği	40
Şekil 6.4. Herat şehrine ait gün- güneş ışıınımı grafiği.....	40
Şekil 6.5. Herat Şehrine ait ekserji yok oluşu	41
Şekil 6.6. Herat Şehrine ait ekserji verimi	42
Şekil 6.7. Kandaharın arazi ve yükseklik haritası	43
Şekil 6.8. Kardahar şehrine ait gün- sıcaklık grafiği.....	44
Şekil 6.9. Kandahar şehrine ait gün- güneş ışıınımı grafiği	44
Şekil 6.10. Kandahar Şehrine ait ekserji verimi.....	45
Şekil 6.11. Kandahar şehrine ait ekserji yok oluşu	45

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

AK	: Afganistan Kompakt
AKB	: Asya Kalkınma Bankası
AKF	: Afgan Kalkınma Forumu
AYDA	: Afganistan Yatırım Destek Ajansı
AUKS	: Afganistan Ulusal Kalkınma Stratejisi
AİVF	: Afgan İmar Vakfı Fonu
MM	: Milyar metreküp
İİB	: İngiliz Isı Birimleri
GV	: Günlük varil
OAC	: Orta Asya Cumhuriyetleri
OVGA	: Orta ve Güney Asya
TKK	: Toplumsal Kalkınma Konseyleri
KFI	: Kompakt Floresan Işıklar
DABM	: Da Afganistan Breshna Moassessa (Afganistan elektrik kuruluşu)
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirmesi
DIS	: Doğu İletim Sistemi
AB	: Avrupa Birliği
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
KÇT	: Küresel Çevre Tesisi
GW	: Giga-Watt Saati
AH	: Afganistan Hükümeti
OKİK	: Ortak Koordinasyon ve İzleme Kurulu
BAEK	: Bakanlar Arası Enerji Komisyonu

BGÜ	: Bağımsız Güç Üreticileri
AİC	: Afganistan İslam Cumhuriyeti
KW	: Kilowatt (Elektrik kapasitesi birimi)
KWS	: Kilowatt Saat (Elektrik Enerjisi Birimi)
BKH	: Binyıl Kalkınma Hedefleri
EVSB	: Enerji ve Su Bakanlığı
MB	: Maliye Bakanlığı
AB	: Adalet Bakanlığı
MB	: Maden Bakanlığı
KGB	: Kentsel Gelişim Bakanlığı
KRVKB	: Kırsal Rehabilitasyon ve Kalkınma Bakanlığı
MW	: Mega-What (enerji kapasitesinin ölçülmesi)
MWS	: Mega-Watt Saatleri (enerji akış ölçümü)
UÇKA	: Ulusal Çevre Koruma Ajansı
KDGS	: Kuzeydoğu Güç Sistemi
STK	: Sivil Toplum Kuruluşları
YVYEAGM	: Yeni ve Yenilenebilir Enerji Araştırma ve Geliştirme Merkezi
UDP	: Ulusal Dayanışma Programı
KİS	: Kuzey İletim Sistemi
UFDK	: Ulusal Fayda Düzenleme Komisyonu
O&Y	: Operasyonu ve Yönetimi
ESAS	: Enerji Satın Alma Sözleşmesi
KÖO	: Kamu-Özel Ortaklığı
ÜPA	: Üretim Paylaşımı Anlaşması

FV	: Fotoğraf voltaik
RUB	: Reformu Uygulama Birimleri
KGKVEB	: Kırsal Geçim Kaynakları ve Enerji Bölümü
GDGS	: Güneydoğu Güç Sistemi
SES	: Solar Ev Sistemi
DAİ	: Devlete Ait İşletmeler



1. GİRİŞ

Dünyamızda, nüfus artışı, kentsel gelişme ve sanayileşme ile birlikte enerji tüketimi her geçen gün artmaktadır. Dünya nüfusunun 2040 yılında 1,6 milyar artarak 9 milyara ulaşması beklenmektedir. Bu artış daha fazla insana enerji sağlanması anlamına gelmektedir. (Gazbir. 2017: 6). Dünya birincil enerji üretimi 2015 yılında 13.790 milyon TEP (milyon ton eşdeğer petrol) olarak hesaplanmıştır. Bu değer 2014 yılına göre % 0,6 artış göstermiştir. Günümüzde birincil enerji üretiminde en büyük pay petrol, kömür ve doğal gazı aittir (Hussainzada, 2021: 11).

Nükleer enerji, fosil yakıtlardaki payını % 1,4 oranında artırarak 670 milyon ton eşdeğeri petrole ulaştı. Bunun yanında, rüzgar, güneş, hidrolik ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının da önceki yıllara göre kullanımı artmıştır. Enerji kaynakları dikkate alındığında, 2016 yılı sonu itibarıyla küresel enerji kullanım miktarı 13.147 Milyar ton eşdeğeri petrol olarak hesaplanmıştır. 2016 yılı itibarıyla dünyada çeşitli enerji kaynakları kullanılırken, bu kaynaklardan doğal gaz, petrol, kömür vb. kullanım oranı %85,5'dir (Gazbir. 2017: 15).

Enerji talebi her ülkede farklı oranlarda artıyor olmasına rağmen küresel ölçekte artmaktadır. Bu enerji artışına bağlı olarak enerji yatırımlarının yapılması büyük önem arz etmektedir. Çalışmalara göre, önümüzdeki 20-25 yıl içinde dünya çapında 68,2 trilyon dolarlık yatırım yapılması planlanmıştır (zayeva,2017: 8).

Fosil yakıt rezervleri, artan küresel enerji talebi karşısında hızla azalmaktadır. Doğal gaz rezervlerine bakıldığında doğalgaz rezervleri yaklaşık 178 trilyon metreküptür. Bu rezervlerin yaklaşık %40'ı Orta Doğu'da bulunmaktadır. Son yıllarda gaz sektörünün yeni yüzü olarak gösterilen konvansiyonel olmayan (sıkıştırılmış gazlar, kömür yatağı, kaya gazı, ve metan) rezervler ve ortaya çıkarılmamış rezervler 354 trilyon m³ civarındadır (IEA. 2016: 8). Ancak, genel olarak fosil yakıtlar dünya enerji görünümündeki yerlerini yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakmaya başlamışlardır. Yenilenebilir enerji kaynakları 2014 yılında dünyadaki yeni enerji yatırımlarının neredeyse yarısını oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerjinin 2030 yılında kömürü geçerek elektrik üretiminde öncü rol oynayacağı tahmin edilmektedir. (Elliott, 2016: 13).

Afganistan'da enerji üretimi ve arzı, ülkenin hasarlı ve parçalanmış elektrik üretim ve dağıtım altyapısı ve ithal petrol ürünlerine yüksek bağımlılığı nedeniyle çok istikrarsızlıklar göstermektedir. Ticaret ve Sanayi Bakanlığı, Maden Bakanlığı, Kırsal Rehabilitasyon ve Kalkınma

Bakanlığı, Enerji ve Su Bakanlığı; ve Kentsel Gelişim, Maliye ve Ekonomi Bakanlıkları gibi birçok yerel kuruluş ülkenin enerji sektörünün yeniden inşasında yer almaktadır (Elliott, 2016: 13).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş, biyokütle, rüzgar, ve jeotermal enerji yer almaktadır. Afganistan, kullanımı hem ekonomik hem de mali açıdan cazip maliyet seviyelerinde gelecekteki arz boşluklarını hafifletmeye yardımcı olabilecek çok sayıda yenilenebilir enerji kaynağına sahiptir. Hidroelektrik kapasitesinin toplamı (geri kazanılabilir) 23.000 MW olduğu tahmin edilmektedir ve bunun %86'sı kuzeydoğudaki Amu Darya, ve Kokça Nehirlerindedir. %8,01'i Kabil'in doğusunda yarısından fazlası Pakistan sınırına yakın Kunar Nehri üzerinde yer almaktadır. Afganistan'ın rüzgar kaynakları da önemlidir, ancak nispeten yereldir ve güneybatıda İran sınırına yakın maksimum potansiyele sahip alanlardır. Jeotermal ve biyokütlenin de önemli potansiyele sahip olabileceğine dair göstergeler var (Anwarzai, 2017: 23).

Afganistan'ın çoğu, 30 ila 38 derece kuzey ve 60 ila 72 derece doğu enlemleri arasında yer almaktadır. Her yıl 300 gün güneş ışığı ile ortalama güneş enerjisi potansiyelinin (Küresel Yatay Işınım veya KYI) günde m^2 başına 6,5 kWh olduğu tahmin edilmektedir. Kandahar, Helmand, Farah ve Herat illerinin güney bölgelerinde daha yüksek değerler hakimdir, ancak ışıının ortalama günde m^2 başına sadece 4,5 kWh olduğu kuzey illerinde bile elektrik üretimi teknik olarak mümkündür. Güneş radyasyonu ve uygulanabilir alana göre tahmini toplam ulusal kapasite 222.001 MW'dır (Mohmand ve Mohan, 2020: 28).

Bu çalışmada, öncelikle Afganistan'ın fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra ise Afganistan'ın Herat ve Kandahar şehirlerinde kurulacak bir seranın güneş enerjisi kullanılarak ısı pompası ile ısıtılması araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Afganistan'ın enerji kaynaklar ile ilgili yapılmış çalışmalar kısıtlı olmakla birlikte, yapılan çalışmaların bir kısmı aşağıda verilmiştir.

Alamyar 2014 yılında yapılan çalışmada Afganistan'daki güvenli enerji kaynaklarının mevcudiyetinin, son yirmi yıldaki çatışmalar nedeniyle önemli ölçüde bozulduğu belirtilmektedir. Ülkenin önemli ekonomik merkezlerinde elektrik sektörünün genişletilmesi ve rehabilite edilmesine ve kırsal alanlarda temel hizmet sağlanmasına özellikle vurgu yapılmıştır. Doğal gaz arzının iyileştirilmesi, hidroelektrik üretiminin kullanılabilirliğinin artırılması, elektrik ve doğal gaz iletim ve dağıtım sistemlerinin iyileştirilmesi ve yaygınlaştırılması, kırsal ve uzak bölgelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, düşük maliyetli enerji ithalatının artırılması ve enerji sektörünün kapasitesinin artırılması gerektiği belirtilmektedir (Alamyar, 2014: 33).

Ershad 2017 yılında yaptığı çalışmasında Afganistan'ın enerji kaynaklarını iyileştirme ve genişletmeye yönelik devam eden çalışmalarla ilgili bilgi vermiştir. Enerji sektörünün uzun vadeli stratejisi ile ilgili açıklama yapmıştır (Ershad, 2017: 12).

Güdül 2020 yılında yaptığı çalışmaya göre Afganistan'daki enerji üretimi ve arzı, ülkenin zarar görmüş ve parçalanmış elektrik üretimi ve dağıtım altyapısı ve ithal edilen petrol ürünlerine olan yüksek bağımlılık nedeniyle çok dengesiz olduğunu, ancak değişik kuruluşlar tarafından düzeltilmesi için desteklendiğini anlatılıyor (Güdül, 2020: 11).

Slimankhil ve arkadaşları 2020 yılında yaptıkları çalışmada Afganistan'ın muazzam yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip olduğunu açıklamıştır. Bu kaynakların geniş coğrafi alanlara yayılmış olduğunu açıklamıştır. Ancak bu kaynaklardan bugüne kadar sadece bazı hidroelektrik santraller devreye girmiştir (Slimankhil, Anwarzai ve Sabory, 2020: 44).

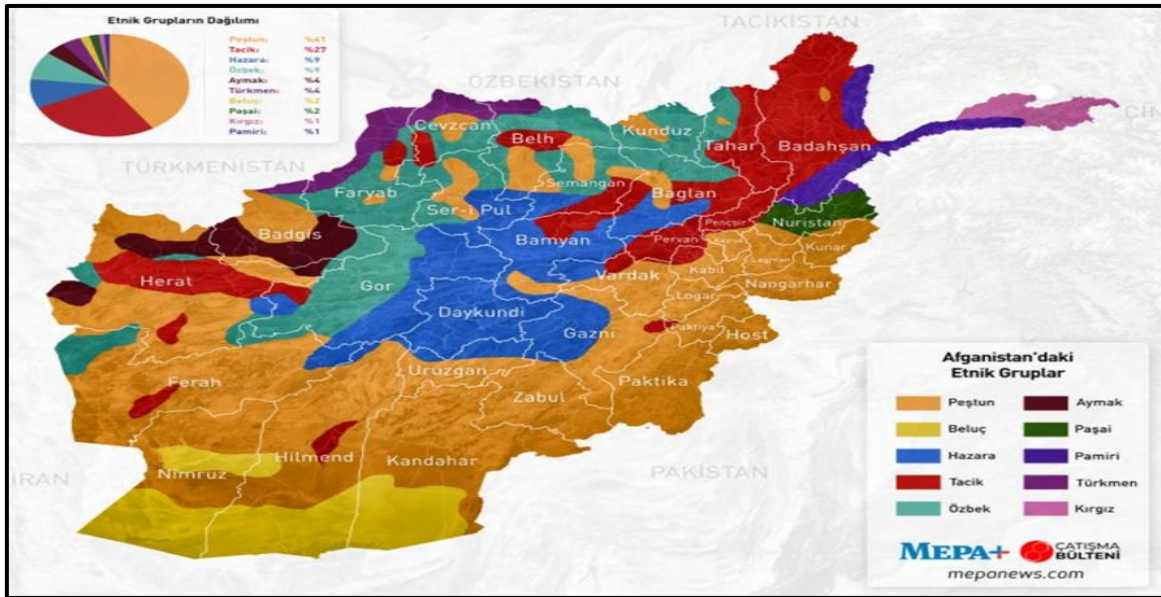
Musleh 2016 yılında yaptığı çalışmada Afganistan yerli petrol ve gaz kullanmasına rağmen, ülkenin uzun süreli siyasi istikrarsızlığı nedeniyle kuzeydeki potansiyel rezervlerden yararlanamadığını belirtmiştir. Afganistan'ın ayrıca çoğu kuzeyde Badakhshan ve Herat illeri arasında bulunan kömürü kullandığını belirtmiştir. Bu enerji kaynakları, kullanılan enerjinin küçük bir bölümünü oluşturmaktadır (Musleh, 2016: 15).

3. AFGANİSTAN

Afganistan İslam Cumhuriyeti, Güney Asya'da denize kıyısı olmayan bir ülkedir. Afganistan Doğu Asya (Orta Doğu), Batı Asya, ve Orta Asya arasında yer almaktadır. Afganistan'ın komşuları güneyde ve doğuda Pakistan, kuzeyde Tacikistan, Özbekistan ve Türkmenistan, batıda İran ve kuzeydoğuda Çin'dir. Afganistan 652,230 kilometrekarelik yüzölçümüyle dünyanın 41'inci büyük ülkesi ve yaklaşık 38,8 milyonluk nüfusu ile dünyanın 37. en büyük başkentidir ve bu büyük şehir Kabil'dir. Ülkenin resmi dilleri Dari ve Peştuca'dır. Yaklaşık kırk yıllık savaş, Afganistan'ı dünyadaki en güvensiz ve yoksul ülkelerden biri haline getirmiştir (Kavaz, 2019: 13).

Afganistan'ın mevcut hükümeti, İslam'ı resmi din olarak tanıyan, merkezi ve başkanlık yapan bir İslam Cumhuriyeti'dir. Afganistan ekonomisi, 2020 için Uluslararası Para Fonu tarafından 19.006 milyar dolarlık gayri safi yurt içi hasıla ile dünyada yüz on ikinci sırada yer almaktadır (Mohmand ve Mohan, 2020: 28).

Geçmişten günümüze birçok farklı ulus için bir kavşak noktası olan Afganistan, coğrafi ve tarihsel olarak birçok farklı etnik unsuru da bünyesinde barındırmaktadır. Ülkedeki birçok farklı etnik grup, genel Afgan kimliği altında tek bir siyasi oluşum oluşturmayı başarmıştır. Ülkedeki etnik unsurların dağılımı Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. İllere göre Afgan kabileleri haritası

Kaynak: (AEGH, 2020)

3.1.Afganistan'ın Coğrafyası ve İklimi

Tarımsal ve orman kaynaklarının verimliliği yeterli güneşe, yağışa ve besin koşullarına bağlıdır. Afganistan'da kuru bir karasal iklime sahip olmasına rağmen, arazi ve yükseklikteki farklılıklardan dolayı farklı iklim tipleri görülmektedir (Jung, Brozena, ve Peters, 2012: 31). Afganistan'ın iklim tipleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Afganistan'ın İklim Türleri

BÖLGE	İKLİM TİPİ
Aşiri kuzey	Karasal çöl iklimi
Güney	Subtropikal çöl iklimi
Kuzey Batı	Karasal yarı kurak iklimi
Alt orta ve güneydoğu	Sıcak yarı kurak
Kuzeydoğu merkez	Karasal yarı kurak iklimi
Orta ve kuzeydoğu	Yüksek tundra

Kaynak: (AİVHD, 2021).

Afganistan'daki nüfusun %71'den fazlası kırsal alanlarda yaşamaktadır, sadece ülke nüfusunun %24'ü şehirlerde yaşıyor. Tablo 3.2.'de Afganistan'ın nüfusu ve yıllara göre değişimi gösterilmiştir. (Shirzad ve Tarhan, 2019: 52).

Tablo 3.2. Yıllara göre Afganistan'ın nüfusu ve yıllara göre değişimi

Yıl	Toplam Nüfus	Artış Yüzdesi
2020	38.928.346	↑ %40,75
2016	27.657.145	↑ %2,05
2015	27.101.365	↑ %2,05
2014	26.556.754	↑ %2,05
2013	26.023.100	↓ %12,75
2012	29.824.536	↑ %2,47

Kaynak: (DNAN, 2021)

Afganistan, Asya'nın kalbinde yer alan dağlık ve karayla çevrili bir ülkedir. Afganistan'ın sınırlarının uzunluğu 5800 km olup, kuzeyde Tacikistan Cumhuriyeti, Özbekistan ve Türkmenistan ile 2384 km, doğu ve güneyde Pakistan ile 2240 km ve Wakhan üzerinden Qiang Sinema Eyaleti ile 73 93 km kuzeydoğuya kadar uzanmaktadır. Afganistan'ın doğudan batıya en uzun mesafesi 1.240 km, kuzeyden güneye 855 km ve dünyanın açık sularından en kısa mesafesi yaklaşık 500 km'dir. Şekil 3.2'de Afganistan'ın arazi ve yükseklik haritası gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Afganistan'ın arazi ve yükseklik haritası

Kaynak: (AH, 2021).

3.2.Afganistan'da Enerji Kaynakları ve Kullanım Alanları

Afganistan’da enerji kaynakları daha çok hidroelektrik kaynaklıdır. Bunun dışındaki kaynaklar fosil yakıtlar ve güneş enerjisi üzerine kuruludur. Aslında bu durum çok güçlü bir enerji portföyü gibi görünse de Afganistan nüfusunun sadece az bir kısmının elektriğe erişimi olduğu düşünüldüğünde çok büyük bir problem olduğu ortaya çıkıyor. (Breshna Sherkat'a (DABS) göre). Çünkü özellikle kırsal bölgelerde neredeyse 24 saat kesintisiz elektrik alan yerlere rastlamak mümkün değildir. (Mohmand ve Mohan, 2020: 6).

Afganistan şu anda çeşitli hidroelektrik santrallerinden ve fosil yakıt ve güneş panellerinden 600 megavat (MW) elektrik üretiyor. Tacikistan, İran, Özbekistan, ve Türkmenistan'dan ise 670 MW'ın üzerinden daha fazlasını ithal edilmektedir. Ancak önümüzdeki yıllarda Afganistan'ın elektriğe olan ihtiyacının artacağı bir gerçektir. (Samadi, 2011: 14).

Afganistan'ı toplam enerji üretimi ve tüketimi Tablo 3.3'de gösterilmiştir ve bu tabloda hangi enerjiden ne kadar üretildiği ve ne kadar tükettiği de gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde kömürden 0,043 üretildiği, 0,046 tüketildiği görülmektedir. Doğalgazdan 0,006 üretim ve 0,006 tüketim, 0,068 petrol ve diğer sıvılardan tüketildiği, Nükleer, yenilenebilir enerjiler ve diğerleri 0,01 üretim ve 0,026 tüketim olduğu görülmektedir.

Tablo 3.3. Afganistan'ın Toplam Enerji Üretim ve Tüketimi (2021)

Toplam Enerji	
Üretim	Tüketim
0,06	0,145
Kömür	
Üretim	Tüketim
0,043	0,046
Doğal gaz	
Üretim	Tüketim
0,006	0,006
Petrol ve diğer sıvılar	
Üretim	Tüketim
0	0,068
Nükleer, yenilenebilir enerjiler ve diğerleri	
Üretim	Tüketim
0,01	0,026

Kaynak: (EİA Afghanistan, 2021)

Afganistan'ın toplam göstergeleri Tablo 3.4'te verilmiştir. Kişi başına enerji tüketiminde Kişi başına 4 milyon Btu olduğu görülmektedir. GSYİH başına enerji tüketimi, Satın alma gücü paritelerinde USD başına 2,04 bin Btu ve Satın alma gücü paritelerinde GSYİH Satın alma gücü paritelerinde 71,8 milyar dolar'dır.

Tablo 3.4. Afganistan'ın Toplam Göstergeleri

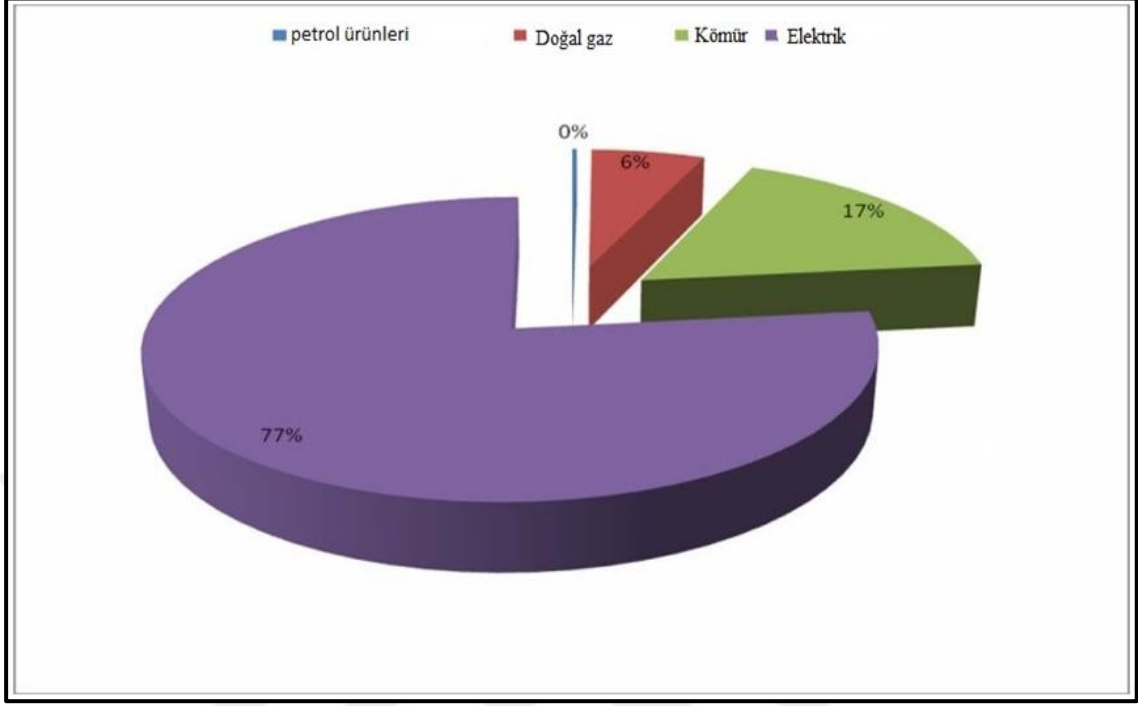
Potansiyel	Ülke bilgisi	Sıralama	Dönem
Kişi başına enerji tüketimi	Kişi başına 4 milyon Btu	176	2017
GSYİH başına enerji tüketimi	Satın alma gücü paritelerinde USD başına 2,04 bin Btu	160	2017
Satın alma gücü paritelerinde GSYİH	Satın alma gücü paritelerinde 71,8 milyar dolar	81	2019
Nüfus	Binde 38051 Kişi	36	2019

Kaynak: (EİA Afghanistan, 2021).

3.3.Afganistan'ın Temel Enerji İstatistikleri

Afganistan, 2017 yılında 144.694.375.000 BTU (0,14 katrilyon BTU) enerji tüketmiştir. Bu, küresel enerji tüketiminin %0,02'sini temsil etmektedir. Afganistan, yıllık enerji tüketimi ihtiyacının %41'ini karşılayan 59.958.915.000 BTU (0,06 katrilyon BTU) enerji üretti. Aşağıdaki Şekil 3.3.'de 2021 yılında ticari enerjinin bileşimini sunmaktadır.

Şekil 3.3 incelendiğinde petrol ürünlerinin, birincil enerji tüketiminin %1'inden azını oluşturduğu görülmektedir. Doğalgazın %6 ve kömürün %17 olduğu izlenmektedir. (Hussainzada, 2021: 17)



Şekil 3.3. Birincil Enerji Tüketimi, 2021

Kaynak: (Hussainzada, 2021)

Tablo 3.5. kömür, petrol ve gaz gibi ticari pazarlarda alınıp satılan enerjiyi göstermektedir. Afganistan gibi ülkelerde birincil enerji büyük önem taşımaktadır. Enerji ihracatçısı olan Afganistan, doğalgazdan önemli miktarda enerji ithal ettiği için Sovyetler Birliği'ne gitti. 2005 yılında ticari enerji tüketiminin yarısından fazlası ithalattan geliyordu. Bunun nedeni tüketimin artması değil, enerji altyapısının bozulmasıdır. Görüldüğü gibi, sınırlı enerji ithalatı nedeniyle tüketim son birkaç yılda nispeten tekdüze olmuştur.

Tablo 3.5. Tarihsel Birincil Enerji Verileri (Quadrillion GV)

Yıl	1980	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018
Üretim	0,073	0,119	0,014	0,007	0,010	0,009	0,009	0,008
Tüketim	0,027	0,109	0,024	0,017	0,020	0,018	0,018	0,008
İthalat	-0,046	-0,010	0,010	0,010	0,010	0,009	0,009	0,011

Kaynak: (EİA Afganistan 2021).

3.4. Bakanlıklar Arası Enerji Komisyonu

Aralık 2006'da imzalanan bir Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile enerji sektörü faaliyetlerinin koordinasyonu ve politika yapıcı organı olarak Hamit Karzay kurulmuştur. Ekonomi Bakanı başkanlığında, Enerji ve Su, Maliye ve Maden Bakanlıklarını çekirdek üye olarak ve Ticaret ve Sanayi Bakanlıkları, Dışişleri, Kentsel Kalkınma ve Kırsal Rehabilitasyon ve Kalkınma Bakanlığı Bakanlıklar arası enerji komisyoncu geçici üyeler olarak içermektedir. (Carrion, Aran, Toro, Zamorano, Rodriguez, Ridao, Estrella, Espin, Dolas ve Aznar, 2008: 57).

Yukarıdaki kurumlara ek olarak, Afganistan'daki enerji sektörünün geliştirilmesinde aşağıdaki danışmanlık işleri ve ulusal programlar yer almaktadır. (Anmar, 2017: 16).

- a. Başkanlık Ofisine Maden ve Enerji Danışmanı.
- b. KRVKB'nin Ulusal Dayanışma Programı.
- c. Öncelikli Reform ve Yeniden Yapılanma Programı.
- d. Afganistan Ulusal Standardizasyon Kurumu.
- e. Afganistan Yatırım Destek Ajansı.
- f. Afganistan Ulusal Kalkınma Stratejisi.

Bakanlıklar içindeki işlevleri kolaylaştırmak ve birleştirmeyi amaçlayan sektör yönetimine dikkat etmek, Afganistan İslam Cumhuriyeti'nin enerji sektörüne doğrudan katılımını artırmak ve özel sektör katılımını artırmak amacıyla doğrudan katılımın azaltılması için Afganistan İslam Cumhuriyeti'nin genel Enerji Sektörü Stratejisinin önemli bir parçası olması gerekmektedir. (Shirzad ve Tarhan, 2019: 28).

3.5. Bağışçı Programlar ve Projeler

Afganistan’da birçok bağışçı enerji üretiminin tüm alanlarında yer alırken, en büyükleri Dünya Bankası, Asya Kalkınma Bankası, Almanya, Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleri'dir.

Dünya Bankası, enerji sektörüne yoğun bir şekilde dahil olmaktadır. Dünya Bankası planının 2020 için şu hedefleri vardı ama bu hedefler gerçekleşmediği için 2021’de gerçekleşecektir.

- 94 MW'lık hidroelektrik kapasitesinin rehabilitasyonu;
- Kabil'de 25.000 yeni bağlantı kurun;
- Enerji Programını Dehsabz'daki yeni şehir planlarıyla bütünleştirin
- Kabil ve Mazar-e-Sharifte rehabilite edilmiş orta gerilim şebekesi;
- DABM'nin şirketleşmesini içeren enerji sektöründe TA;
- Orta Asya'dan enerji transferini teşvik etmek için ticaretin kolaylaştırılması; ve
- KDGS'de sürekli katılım.

Afganistan Kalkınma Bankası da enerji sektöründe çok aktif: Şibirgan merkezli 100 megavatlık türbin gaz santralının gereksinimlerini karşılamaya yönelik gaz kuyularının test edilmesi ve hazırlanması için para tahsis edildi. Ayrıca, Afganistan Kalkınma Bankası (AKB), gaz kuyularının rehabilitasyonu için para tahsis etti (Rasuli ve Torii, 2021: 42).

3.6. Özel Sektörün Rolü

Dünya genelinde özel sektörün enerjideki rolü artıyor olmasına rağmen başta Afganistan olmak üzere çoğu ülkede neredeyse özel sektör yok denecek kadar azdır. Çünkü Afganistan'da, büyük ölçüde özel sektörün katılımı, özellikle de yatırım yapabilmesi için önünde engeller mevcuttur. Ancak bu engellerden bazıları yenilikçi mekanizmalarla aşılabılır veya dengelenebilir (Ahmadzai ve McKinna, 2018: 25).

4. AFGANİSTAN'IN ENERJİ KAYNAKLARI

Afganistan'daki geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynakları aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

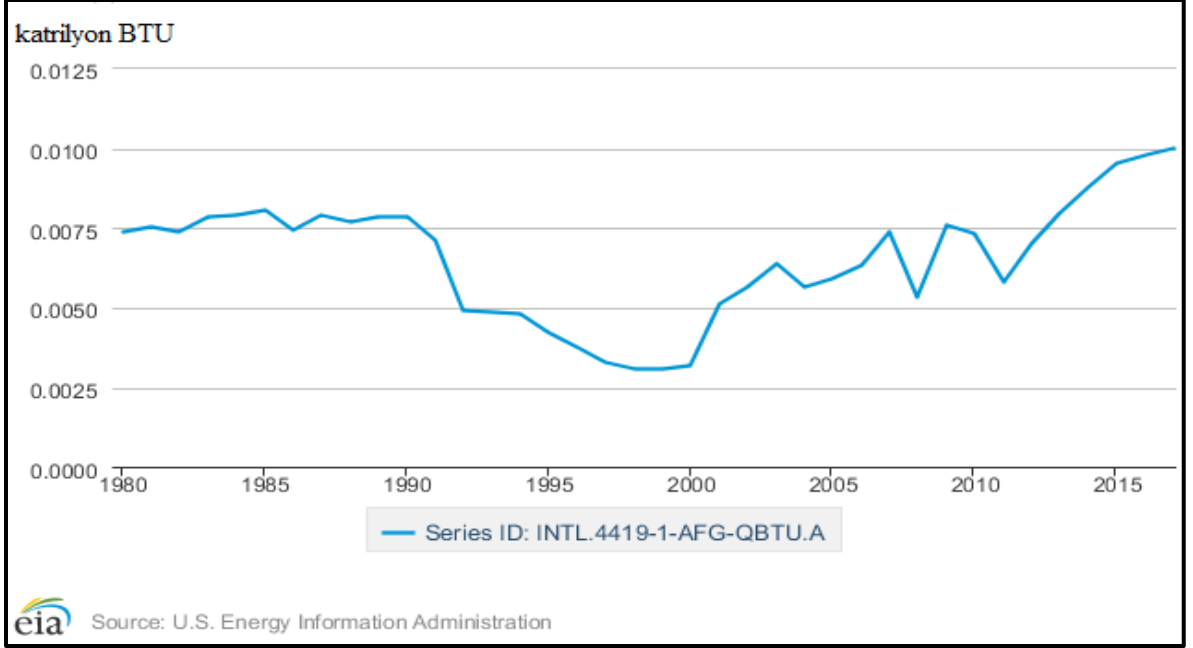
4.1.Afganistan'ın Geleneksel Enerji Kaynakları

Afganistan zengin kaynaklara sahip bir ülkedir. Afganistan'ın en önemli doğal kaynakları metal cevherleri, değerli taşlar, mineraller, doğal gaz, kömür, petroldür. Ayrıca Helmand'da uranyum madenleri, kurşun, titanyum, gümüş, yakut, turkuaz, zümrüt, tuz, florür, alçıtaşı, kükürt, çimento hammaddeleri, kalay, alüminyum, magnezyum, granit, akik, akuamarin, ametist, beril, lityum, niyobyum, sezyum, rubidyum, talk vb. maden mineralleri ve tortular bulunur (Mohmand ve Mohan, 2020: 32).

4.2.Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, genel olarak Afganistan'a ve özellikle kırsal kesimlere enerji için en büyük umudu sunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş, hidroelektrik, biyokütle, rüzgar, odun ve jeotermal bulunur. Büyük ve küçük hidroelektrik, önemli kullanılmayan kaynakları temsil eder. AKB'ye (Asya Kalkınma Bankası) göre, ülkede 18.400 MW kullanılmayan hidroelektrik potansiyeli var.

Afganistan birçok alanda mükemmel rüzgar potansiyeline sahiptir (Jung, Brozena ve Peters,. 2012: 36). Bu potansiyel rüzgar enerjisinin tamamı, nüfus merkezlerinden uzaklık ve rüzgar hızı gibi faktörler nedeniyle ekonomik olarak elektriğe dönüştürülemez. Bununla birlikte, ilk yapılan araştırma kWh başına yaklaşık 0,10 ABD doları olarak tespit edilebilecek önemli bir potansiyel olduğunu gösterir. Afganistan'da çok önemli güneş enerji potansiyeli mevcuttur (Güdül, 2020: 13).



Şekil:4.1.Afganistan'ın Yenilenebilir enerji tüketimi

Kaynak: (EİA Afganistan 2021).

4.2.1. Afganistan'da Hidrolik Enerji Potansiyeli

Afganistan'da birçok nehir ve şelale vardır. Bu nehirler, baraj boyunca elektrik üretmek için kullanılabilir binlerce yüksek vadiden geçmektedir. Afgan çiftçiler (Laghman Jalalabad hariç) 6-7 ay boyunca tarım için bu suyu kullanırlar ve geri kalan 5 ayı kullanmazlar. Bu dönemde su depolanması, ülkeye büyük miktarda elektrik sağlayacaktır.

Amu Nehri 2.580 kilometre uzunluğunda, yaklaşık 1126 kilometre Afgan topraklarında akıyor. Amu Nehri Enerji rezervleri açısından Afganistan'daki en önemli su ve enerji kaynağıdır. Bu, ülkenin tüm kaynaklarının %50'sini oluşturuyor. Beş nehirin başkan yardımcısı 33 milyar kilovat saatte olduğunu söylüyor. Beş nehir, deniz seviyesinden 4125 metre yükseklikte Zargul bölgesinden kaynaklanmaktadır. Akış hızının 2050m³ olduğu yerlerde var. Heiratan'da deniz seviyesinden 300 metre yükseklikte Bu, ortalama yükseklikte km başına 3,8 metreden fazla bir düşüş anlamına gelir. Bu deniz boyunca su barajları inşa edilebilir. Tacikistan bu kapasiteyi ileri teknolojisi nedeniyle kullanabilir, bu yüzden Afganistan için yer kalmayacak Mergab ve Harirud Nehri sularının toplam potansiyeli 0.6 milyar kWh, Arghandab Denizi'nin ana yardımcısı 21.5 milyar kWh'a kadar. Boru hatları ile bir su barajının inşası, ülkenin güney merkezlerinde büyük bir elektrik tedarikçisi olabilir. (Anwarzai, 2017a: 31).

4.2.1.1.Geliştirme Seçenekleri

Hidroelektrik projeleri ilgili olarak, belirli sahalardaki tesislerde ön analiz yapılmıştır. Bunlar, 2013 Afganistan'ın Enerji Sektörünün Ana Planı'nda ana hatlarıyla verilmiştir ve aşağıdaki Tablo 4.3'te gösterilmiştir. (Ludin, Amin, Aminzay ve Senjyu, 2017a: 33). Tablo incelendiğinde Afganistan'ın Kapisa/ Parvan, Lagman, Kunar, Helmand, Badahşan, Pancşir/Baglan, Nengarhar, Uruzgan, Baglan ve Herat şehirlerinde projeler olduğu görülmektedir.

Tablo 4.1. Potansiyel Hidroelektrik Projeleri

N o	Proje	Nehir	İli	yıllık enerji (GWh)	Kapasite (MW)	Tahmini maliyet(milyo n ABD Doları)	Maliyet (ABD\$/kWh)
1	Bagdara	Pancşir	Kapisa/ Parvan	968	210	600	0,68
2	Surobi 2	Kabul	Lagman	891	180	700	0,87
3	Kunar A (Shal)	Kunar	Kunar	4.772	789	2.000	0,46
4	Kacaki	Helmand	Helmand	493	100	300	0,67
5	Kokcha	Kokça	Badahşan	2.238	445	1.400	0,69
6	Gulbahar	Pancşir	Pancşir/Baglan	594	120	500	0,93
7	Kapar	Pancşir	Pancşir	574	116	450	0,86
8	Kama	Kunar	Nengarhar	223	45	180	0,89
9	Kunar B	Kunar	Kunar	1,485	300	600	0,45
10	Kacaki	Helmand	Helmand	91	18.5	90	1,09
11	Olambagh	Helmand	Uruzgan	444	90	400	0,99
12	Kilagai		Baglan	297	60	250	0,93
13	Salma	Hari Rod	Herat	197	40	200	1,12
14	Upper Amu	Amu Darya		4.955	1.000	2.500	0,56
15	Daşticum	Panc		19.819	4.000	8.000	0,44

Kaynak: (Ershad, 2017).

Potansiyel hidroelektrik projeleri incelendiğinde, yıllık enerjinin 91 GWh ile 19819 GWh arasında değiştiği görülmektedir. Kapasitesi ise en düşük kapasitede olan Kama ve Salma projesi en yüksek olan ise Daşticum projesidir. Projelerin tahmini maliyetleri incelenecek olursa, Bagdara projesinin 600 milyon ABD doları, Surobi projesinin 2 700 milyon ABD doları, Kunar A projesinin 2000 milyon ABD doları, Kacaki projesinin 300 milyon ABD doları, Kokcha projesinin 1400 milyon ABD doları, Gulbahar projesinin 500 milyon ABD doları, Kapar projesinin 450 milyon ABD doları, Kama projesinin 180 milyon ABD doları, Kunar B projesinin 600 milyon ABD doları, Kacaki projesinin 90 milyon ABD doları, Olambagh projesinin 400 milyon ABD doları, Kilagai projesinin 250 milyon ABD doları, Salma projesinin 200 milyon ABD doları, Upper Amu projesinin 2500 milyon ABD doları ve Daşticum projesinin 8000 milyon ABD doları olarak görülmektedir.

4.2.2. Güneş Enerjisi

Afganistan, bir yıl boyunca 10 aydan fazla veya 300 günden fazla güneşli havaya sahip, güneşin bir yıl boyunca 2500-3500 saat parladığı bir ülkedir. Bu nedenle, güneş enerjisi ülkedeki en ucuz ve zararsız yenilenebilir enerji türlerinden biridir. Güneş enerjisi çevrenin korunmasında etkili olmuştur ve ülkedeki enerji dengesinin yapısına önemli bir katkıda bulunabilir. Kuzey Afganistan'ın güney, güney-batı ve batı bölümlerinin çoğu ekilebilir ve ekilmemiş çöller ve ovalardan oluşmaktadır. Genellikle yaklaşık 45 °C'ye kadar çıkabilen sıcaklığa sahiptir. Güneş enerjisi çeşitli şekillerde kullanılabilir. (Fahmi, ve Upham, 2017: 17). Bunlardan bir tanesi de güneş pilleridir.

İki taraflı hassas güneş pilleri (Tek taraflı yaratığın% 80'ine kadar etkili aktivite katsayısı) yaygın olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda, yolun her iki tarafındaki ev yapımı lambalardaki ampulleri ve banyoları ısıtmak için güneş enerjisi kullanımı yaygın hale gelmiştir. Kabil'de evlerin %30'una kadar güneş enerjisi kullanıyor. Hükümet, ayna ve elektrikle yüksek güneş ışığı alan bazı köylere evler sağlamıştır. Şimdiye kadar Ghor, Bamyan, Kabil, Badakhshan, Helmand, Kandahar, Mazar-e Sharif, Khost Nuristan, Paktia, Uruzgan Wardak ve bir suru Afgan köyünde güneş enerjisi yayıldı. Bugün, Afganistan halkı güneş enerjisini her şekilde kullanıyor. (Fahmi ve Upham, 2017: 21).

Şekil 4.2, ulusal ölçekte toplam tahmini güneş bölgelerini ve güneş enerjisi potansiyelinin en yüksek ve en düşük konsantrasyonlarını göstermektedir. Buna ek olarak, ESMAP kısa süre önce

sistemi güç seviyesinin 300Wp ve ev güneş hibrit sistemi güç seviyesinin 1 kWp olduğu görülmektedir.

Tablo 4.2. Afganistan'da Güneş Enerji Ürünleri ve Maliyeti

Ürün	Üst Düzey Ürün (\$)	Düşük Kalite Ürün (\$)	Güç Seviyesi
Güneş feneri	NA	6-18	1.5-3Wp
Bir ışık ve telefon şarjı	NA	20-25	3-5Wp
Küçük ev güneş sistemi	100-120	70-80	20Wp
Orta ev güneş sistemi	300	150-200	80-100Wp
Büyük ev güneş sistemi	400-450	250	150-200Wp
Çok büyük ev güneş sistemi	600-800	400-450	300Wp
Ev güneş hibrit sistemi	2400-2600	1000-1200	1 kWp

Kaynak: (Mehrab, 2021)

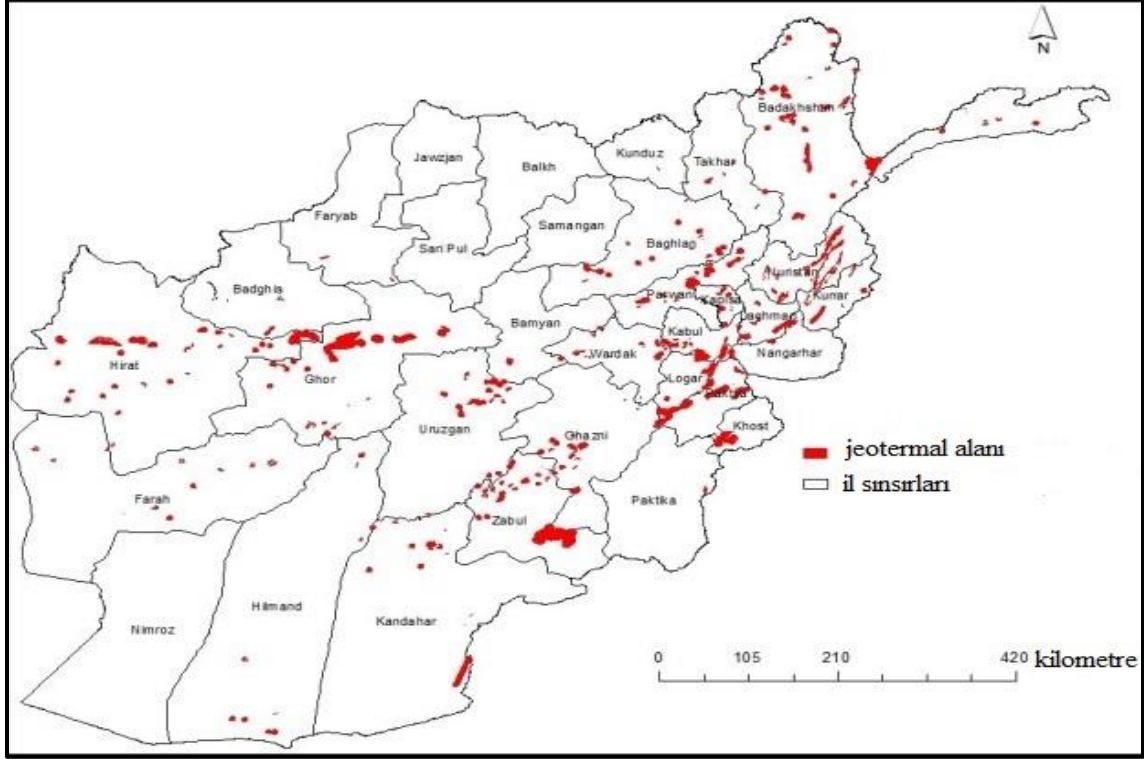
4.2.3. Rüzgar Enerjisi

Afganistan'ın neredeyse her yerinde rüzgar enerji potansiyeli bulunmaktadır. Ancak ülkede, rüzgar türbinleri ve rüzgar türbinlerine olan ilgi oldukça azdır. Ülkenin başlıca rüzgar bölgeleri, Kajaki, Naghlu. Zabul ve Nangarhar'ın doğu illerinde ve Baghlan, Takhar, Sari Pul ve Faryab illerini de içeren kuzey bölgelerinde rüzgar enerjisi potansiyeli mevcuttur. Bununla birlikte, rüzgarlı bölgenin %75'i ülkenin batı-orta kesiminde yer alan üç ilde; Herat, Farah ve Nimroz'da bulunmaktadır (Sadid, 2019: 44)

4.2.4. Jeotermal Enerjisi

Afganistan'ın önemli jeotermal potansiyele sahip olduğuna dair göstergeler olsa da, kaynağın yeri veya tam kapsamı hakkında ayrıntılı araştırmalar yapılmamıştır. Sözde birkaç yüzyıldır tedavi amaçlı çok sayıda maden suyu kaynağı kullanılmış ve geçtiğimiz yüzyılda bazılarının çevresinde altyapı geliştirilmiştir, ancak bunların enerji arzı için potansiyellerinin daha yakın zamana kadar değerlendirilmediği görülmektedir. (Anwarzai, 2018: 36). 2004 yılında sunulan bir makale, bölgenin jeolojisine ve yüzey suyu sıcaklıklarının 20 °C'nin üzerinde olduğu alanların varlığına dayalı olarak jeotermal potansiyeli değerlendirdi. Makale, esas olarak Hindukuş'un ana eksenini boyunca aktif jeotermal sistemleri tanımladı, batıda Herat'tan kuzeydoğuda Wakhan koridoruna kadar Herat fay sistemi boyunca. Daha yakın zamanlarda, bir grup bilim insanı, ABD Jeoloji Servisi ve Afganistan Jeoloji Servisi tarafından yürütülen bir

aeromanyetik araştırmanın bulgularını analiz etti. Batı Afganistan'daki Dünya'nın manyetize edilmiş kabuğunun derinliğini tahmin etmek ve yer sıcaklığındaki (jeotermal eğim) değişim oranını çıkarmak için aeromanyetik veriler kullanıldı. Ortaya çıkan haritalar, her alandaki jeotermal potansiyel konumları ve kaynakları yönlendirir ve daha fazla araştırma gerektiren alanları belirlemenin bir yolunu sunar. Ve bu alanlar aşağıdaki Şekil 4.3'de gösterilmiştir (Anwarzai, 2017: 13).



Şekil 4.3.Afganistan'daki jeotermal potansiyel alanlar

Kaynak: (Anwarzai,2017)

4.2.5. Afganistan'ın Biyokütle Enerjisi

Biyokütle halihazırda Afganistan'da evleri ısıtmak ve yemek pişirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Mevcut birincil kaynaklar mahsul artıkları, yakacak odun, hayvan gübresi ve belediye atıklarıdır. Tüm evlerin %74'ü ve kırsal evlerin %90'ı yemek pişirmek için birincil yakıt olarak biyokütleye güvenirken, evlerin %82'si ve kırsal evlerin %90'ı onu birincil ısı kaynağı olarak kullanıyor. Biyokütle tipik olarak açık ocaklarda yanar, partikül madde kontaminasyonuna ve potansiyel sağlık sorunlarına neden olur. Bu nedenle, bu biyokütlenin doğrudan bir ısı enerjisi kaynağı olarak değil, elektrik üretmek için kullanılması düşünülebilir. (Alamyar, 2019:31).

Ülkenin orman kaynakları zaten ciddi şekilde tükendiği için yakacak odun bir seçenek olarak görülüyordu. Bunu yapmak için, ekonomik ölçekte elektrik üretimini desteklemek için gereken büyük varlıkları yükseltmek maliyet etkindir. Biyogaz çürütücüler elektrik yerine gaz üretirken, pişirme, ısıtma, aydınlatma ve hatta soğutma için elektriğe alternatif olarak gaz kullanılabilir. Sonuç olarak, sağlanan enerji birimi başına nakliye maliyetleri son derece yüksek olabilir ve tesisler en iyi hammadde kaynağına yakın yerleştirilir. ayrıca Hammaddenin elektrik üretmek için kullanılabilecek bir enerji formuna dönüştürülmesi gerekiyor. Tablo 4.5. katı yakıtları pişirme ve ısıtma amaçlı göstermektedir. farklı yaşam alanlarına göre kullanım yüzdesini gösterir. (Ershad, 2017: 23). Örneğin, birincil biyogaz kentsel alanların nüfusu tarafından yemek pişirmek için kullanılırken, ahşap birincil kömür kentsel alanlarda ısıtmaya ikincil olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, odun, gübre ve çalılar çoğunlukla kırsal alanda yemek pişirme ve ısınmak için yakıt olarak kullanır. Öte yandan, Kuchi bölgelerindeki hayvan atıkları sadece yemek pişirmek için değil evleri ısıtmak için de en önemli yakıt olarak kullanılıyor (Ahmadzai ve McKinna, 2018: 31).

Tablo 4.3.Afganistan'daki katı atık kullanım yüzdesi

Farklı yaşam bölgeleri	Pişirme için (%)	Isıtma için
Kentsel alan	32,5	99,1
Kırsal alan	93,5	92,3
Göçebe bölge	99,8	100
Ulusal düzeyde	79,9	97,4

Kaynak: (Alamyar, 2019)

5. ENERJİ KAYNAKLARININ DÜNYA'DA VE AFGANİSTAN'DAKİ GENEL DURUMU

Dünyanın en büyük maden ve petrol rezervlerine sahip olduğu düşünülen "kıymetli" topraklardan biri olan Afganistan, yüzlerce yıldır kimsenin bir başkasıyla paylaşmak istemediği ve tek başına sahip olmak istediği yeraltı kaynaklarına sahip bir ülkedir. Değeri 3 trilyon ABD Dolarını aşan bir rezerv düşünüldüğünde, mevcut değerlere göre hesaplandığında ülkenin güneydoğusundaki Logar eyaletinin topraklarının çok önemli olduğu görülmektedir (Haidari, 2020: 8).

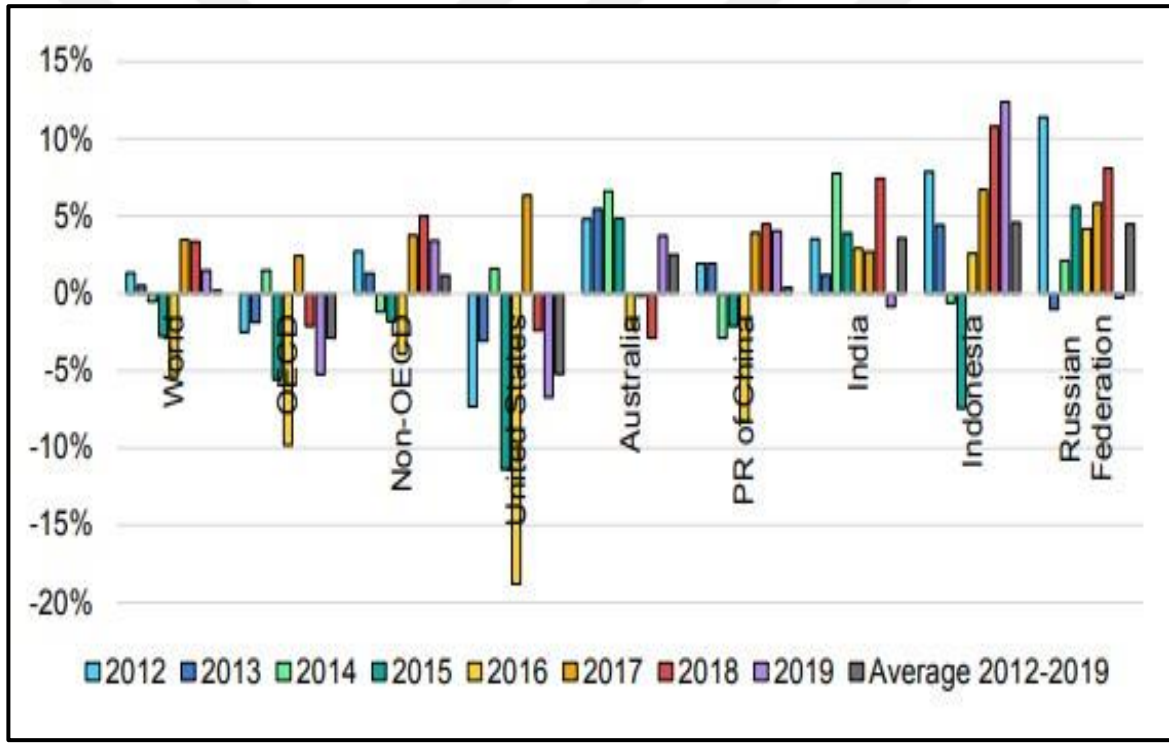
Afganistan, dünyadaki toplam 97.103.871 varil tüketiminin yaklaşık% 0.0'ını oluşturarak petrol tüketimi açısından dünyada 117. sırada yer alıyor. Afganistan, 2017 itibariyle 1,75 Trilyon Fit Küp (TFK) kanıtlanmış gaz rezervine sahip olup, dünyada 62. sırada yer almaktadır ve dünyanın toplam 6,923 Trilyon Fit Küp doğal gaz rezervinin yaklaşık% 0,025'ini oluşturmaktadır. Afganistan, 2016 itibariyle 73 milyon ton kanıtlanmış kömür rezervine sahip olup, dünyada 62. sırada yer almaktadır ve 1.139.471 milyon tonluk dünyadaki toplam kömür rezervinin yaklaşık %0'ını oluşturmaktadır. Afganistan, 2017 yılında 144.694.365.000 BTU (0,14 katrilyon BTU) enerji tüketmiştir. Bu, küresel enerji tüketiminin yüzde 0,02'sini temsil etmektedir. Afganistan, yıllık enerji tüketimi ihtiyacının yüzde 41'ini karşılayan 59.958.915.100 BTU (0.06 katrilyon BTU) üretti (Chester, Machette, Haller, Crone ve Rukstales, 2007: 46).

5.1.Kömür

Kömür oluşumu karbon fiber döneminde başlamıştır. –İlk kömür çağı olarak bilinir. -Ve 290 milyon yıl önceye uzanır. Kömür bir fosil yakıttır ve orijinal olarak bataklıklarda biriken tarih öncesi modifiye bitki kalıntılarından oluşur. Bugünkü enerjimiz, milyonlarca yıl önce güneş tarafından emilen bitkilerden elde edilen kömürden geliyor. Tüm canlı bitkiler güneş enerjisini fotosentez olarak bilinen bir süreçte depolar. Bitkiler öldüğünde, bu enerji bitki çürümesi olarak tanımlanır. Kömür oluşumu için uygun koşullar altında bozunma süreci engellenir ve depolanan güneş enerjisi açığa çıkar. Ve enerji kömürde hapsolür. (Kavaz, 2019: 9). Alüvyon ve diğer sedimanterlerin artması, yer kabuğunda meydana gelen tektonik hareket olarak bilinen hareketlerle birlikte bataklıklara ve büyük derinliklere gömülür. Gömülerek, bitki materyali yüksek sıcaklıklara maruz bırakıldı.. Bu bitkilerde fiziksel ve kimyasal değişikliklere neden olur, torf ve kömür içine hapsolarak değişmesi gibi (Kavaz, 2019: 23).

5.1.1. Dünya’da Kömürün Durumu

Toplam dünya kömür üretimi 2019 yılında önceki yıllara göre %1,5 arttı. Çin, +144 milyon tonluk üretim ile ana itici güç oldu Endonezya ve +66 Mt Hindistan, bu yüzyılda ilk üretim düşüşünü ve bunu tarihte sadece ikinci kez yaşadı. Amerika Birleşik Devletleri üretimi 46 milyon ton, ABD ise yarısı Almanya'dan gelen 68 milyon ton azalttı. Dünya çapında kömür üretimi, 2014-2016'nın en düşük seviyesinden neredeyse toparlanarak 2019'da 7.921 Mt'a ulaştı ve bu 2013 tarihinin maksimumuna yakın. 2016 sonrası üretim, 2017 ve 2018'de 253 tona yükseldi. Madencilik sektöründeki yavaşlamayı yansıtan üretim, 2019'da 116 Mt ilavesiyle daha yavaş arttı. Bu büyüme %1.5, son iki yılda görülenin yarısından az, sırasıyla %3.4 ve %3.5 idi (Tamzok, 2019: 17).



Şekil 5.1. Seçilmiş ekonomiler ve yıllar için kömür üretimi yıllık büyüme oranı

Kaynak: IEA/OECD World Energy Statistics

5.1.2. Afganistan’da Kömürün Durumu

Afganistan'daki diğer tüm enerji ürünleri gibi, kömür talebi de oldukça geniş, ancak ülkenin talebini çözen kömür üretimi aşırı düşük görünüyor. Aşağıdaki Tablo 5.1. ve şekil 5.1. da 1980'den beri kömürün üretim ve tüketim konumunu göstermektedir. Afgan kömürü sanayi yıllık üretim miktarının 300.000 tonun altında olduğu düşük üretim oranlarında faaliyet göstermekte; 30 yıldan uzun süren savaşın ve yılların ihmalinin bozulması, Afganistan'ın kömür madenlerini çok ciddi

şekilde etkiledi. Kömür arzı, evsel enerji ısıtması ve endüstriyel kullanım için gereklidir. Kömür madenleri ile ilgili yapılan çalışmalar ve laboratuvar incelemelerine dayanarak, Afganistan'ın yüksek kalitede var olan çok büyük kömür yataklarına sahip olduğunun göstergesidir. Ve daha fazla araştırılmalıdır. Bu işlem 3 ila 5 yıl üst üste yapılabilir. Ön çalışmalar, kömür yataklarının önceki rakamlardan yüz kat daha fazla olduğunu ve şu ana kadar Afganistan'ın 80 bölgesinde yaklaşık 40 milyon yatağının tespit edildiğini gösteriyor (Chester ve Crone, 2017: 33).

2006 yılının sonunda, Afganistan'ın kömür operasyonları büyük ölçüde Northern Coal Company ve Maden Bakanlığı'nın Sabzak Kömür Eyaletindeki yan kuruluşları tarafından domine edildi. Herat, Kabil vilayetinin chalaw'ı, Ghorband ilçesinin Parsa'sı ihalelerle özel sektöre kiralandı. Ayrıca, devletin ekonomik politikasına göre onlarca başka maden ocağının keşif ve sömürü için özel sektöre sunulması, özellikle de kömür ve çimento alanında madencilik hakkına sahip özel şirketlerin kurulması için zemin hazırlanması amaçlanmaktadır (Wnuk, 2015: 26).

Afganistan'ın cumhurbaşkanı hamid karzai, Mayıs 2007'de termik enerji üretimi için kömürü değerlendirmek ve gözden geçirmek üzere bir Kömür Komisyonu kurulduğunu duyurdu. İlk toplantısında komisyonun ülke genelinde kömür olduğunu ve elektrik üretimi ve diğer endüstriyel taleplere cevap vermek için önemli bir yakıt kaynağı olarak önemini kuvvetle onaylamasından dolayı Afganistan'ın ciddi bir enerjiye ihtiyacı olsa da, Afganistan kömür sektörüne programlı bir yardım sağlanmamıştır. Kömür rezervleri ve maliyetleri: Daha önceki araştırmalara göre Afganistan'da çoğu araştırılan ve işletilmekte olan toplam 40 milyon adet olmak üzere toplam 11 kömür madeni bulunmaktadır (Chester, Crone, Machette, Haller ve Rukstales 2017: 37).

Afganistan'da henüz kayda değer miktarda kömür rezervi keşfedilmedi. Kömür maden sahalarında kullanılmakta olup Kabil ve diğer şehirlere taşınmaktadır. Kömür piyasada genellikle özel kuruluşlar tarafından taşınır, fakat bazı madenler kendi nakliyelerini yapar. Mevcut kömür fiyatının nakliye maliyetlerine bağlı olarak ton başına 65 ila 90 dolar arasında olduğu tahmin ediliyor - kömürün gerçek fiyatının ton başına 25 ila 34 dolar civarında olduğu söyleniyor. Bu, bölgesel kömür maliyetleri açısından yüksektir. Çoğu yer altında olan madenlerde sağlık ve güvenlik koşulları çok kötü. Örnek olarak Dahan Tor Kömür Madeni'nde devam eden yangınlara söyleyebiliriz. ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumu'ndan uzmanlar 2006 yılında bölgeyi ziyaret etmiş ve birkaç yüz metre eklemlili düzensiz çıkarmanın (stratigrafi ve topografya açısından) on yıl önce açılan orijinal eklemden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ana maden yarı mekanize

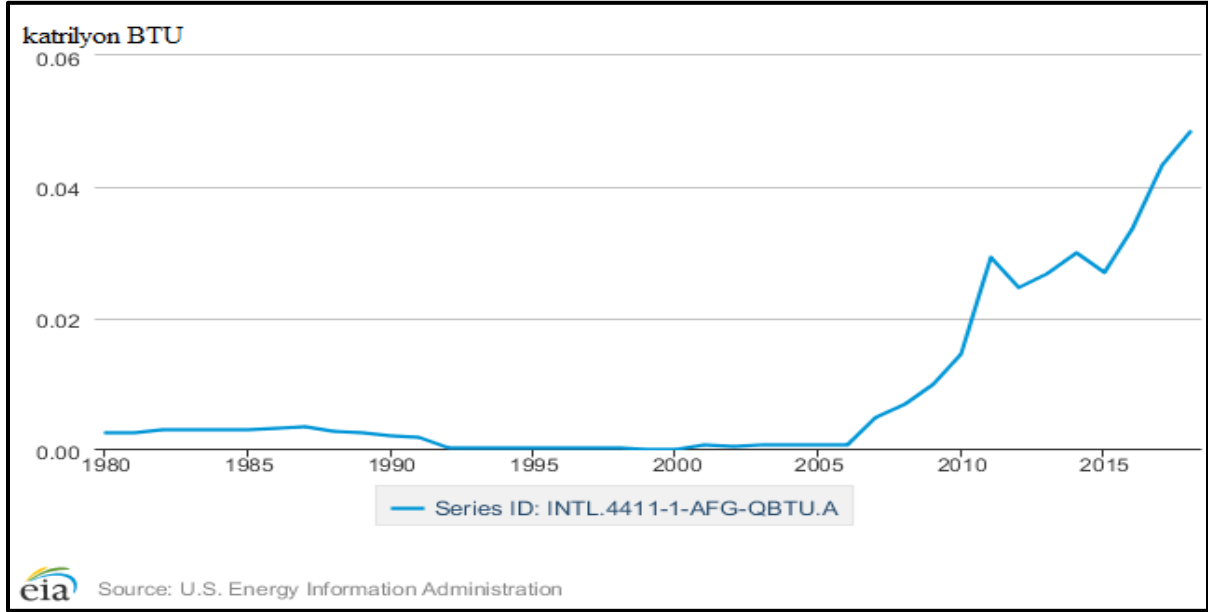
edildi, ancak Afgan kömür yöneticileri toprak kaymalarına, zayıf teknik gözetimi ve genel çöküşlere bağlı olarak her şey çöktü. Bu çıkarma işleminde sağlık ve güvenliği yeterince iyileştirmek için milyonlarca dolara ihtiyaç duyulduğu tahmin edilmektedir (Wnuk, 2015: 13).

Afganistan kömür sektöründe büyüme için uzun vadeli stratejiler birkaç yıl uzakta olsa da, kömür enerjisi dikkate alınmaya devam ediyor; Maden Bakanlığı, 1386 bütçe rakamına 100 MW'lık bir kömür santralini dahil etti; Bu, bakanlıklar arasında ilginç sorunlar yaratır, çünkü Enerji ve Su Bakanlığı, bütçe ve bütçe teklifinde belirtilen hükümet için elektrik üretmekten sorumludur. Sertifikalı kömür kaynaklarının miktarı ve kalitesi nispeten bilinmemekle birlikte iyi görünüyor (Sherzai, 2017: 17).

Tablo 5.1. Kömür Enerji Verileri (MKT)

YIL	1980	1990	2000	2015	2016	2017	2018	2019
Tüketim	0,131	0,116	0,089	0,092	0,096	0,099	0,103	0,099
Üretim	0,131	0,116	0,089	0,092	0,096	0,099	0,103	0,099

Kaynak: (AMB, 2021)



Şekil 5.2. Afganistan'ın toplam Kömür tüketimi

Kaynak: (EİA Afganistan, 2021).

5.1.2.1. Kömürün Kullanımı

Afganistan'da tahmini kömür talebi yılda yaklaşık 250.000 tondur. Afgan kömürü öncelikle evde yemek pişirme ve ısıtma ihtiyaçları için kullanılmaktadır. (ülke genelinde konut, ticari ve hafif sanayi kullanımı için da kullanılmaktadır). Çimento üretimi ve kömür enerjisinin olası gelişimi sonucunda kömür talebinin önümüzdeki üç yıl içinde artması bekleniyor. Bu nedenle, çimento sektörünün gelişmesi, toplam kömür talebini önemli ölçüde değiştirecektir. Kışlık kömür konularını şeffaf ve hızlı bir şekilde ele almak için mekanizmalar mevcut değildir. (Ludin, Senjyu, Matayoshi, Danish, ve Yona, 2017b: 32).

5.1.2.2. Kömür Üretimini Artıracak Önlemler

Elektrik üretimi ve diğer kullanımlar için kömür üretimini artırmak ve sektöre özel yatırımları çekmek için, koordineli ve kapsamlı bir programa ihtiyaç duyulmasına rağmen, aşağıdaki girişimler AIC'nin dikkatini çekmektedir: (Afganistan Maden Bakanlığı, 2020)).

- Afganistan'daki zihinlerini hafifletmeyi amaçlayan maden yasaları yatırımcılarını çekmek için ülkenin kömür alanlarını açıklama.
- Yatırımcıların kafasını hafifletmek için mineral yasalarını açıklama.
- Devlet kurumlarına, ülkede uygulanan yasalara göre kömür madenlerine yatırım yapmak üzere ulusal ve uluslararası yatırımcıları çekmeleri için net bir temel oluşturmak.
- Özel sektörün temel rolünü, Hükümetin düzenleyici rolünü vurgulayan ve küçük ölçekli üreticilerin özel durumunu dikkate alarak modern ve uluslararası rekabet gücüne sahip yasal ve düzenleyici bir çerçeve oluşturur.
- Maden kaynaklarının doğal hallerinde sahipliğini açıklar.
- Maden haklarına özel erişim için yasal dayanağı açıklaması.
- Devlet kurumlarının maden haklarına özel erişim hakkı kazanması için net bir yetki oluşturulması.
- Bir Maden Kadastro Kurulması.
- Özel sektör için mevcut olan maden haklarının formunun ve niteliğinin açık bir şekilde tanımlanması.
- Şeffaf ve tek biçimli mali ve vergi paketi.
- Lisans sahibi için görev süresi güvenliği.
- Ünvanın devredilebilirliği.
- Uygun çevre, sağlık ve güvenlik planları.

- Maden Bakanlığı için kurumsal güçlendirme.
 - Uluslararası rekabetçi bir vergi rejiminin kurulması.
 - Jeolojik ve jeo-bilim veri tabanının güçlendirilmesi.
 - Küçük, orta ve büyük ölçekli madencilikte gelişme.
 - Çevresel ve sosyal yönetim kapasitesinin oluşturulması.
- (Afganistan Maden Bakanlığı, 2020)).

5.2. Doğal Gaz

Doğal gaz, esasen daha az miktarda başka hidrokarbonlar içeren metandır (CH₄). Milyonlarca yıl önce ölü deniz canlılarının okyanusun dibinde boğulması ve tortul kaya çökeltilerinin altına gömülmesiyle oluşmuştur. Aşırı ısı ve basınç altında maruz kalan, bu organizmalar milyonlarca yıl içinde gaza dönüştü. Rezervuar adı verilen yeraltı kayalarında doğal gaz bulunur. Kayaların içinde petrol, doğal gaz veya suyu tutmalarını sağlayan küçük delikler vardır. Doğal gaz, geçirimsiz kayaların altında depolanır ve çıkarılıncaya kadar bulunur. kalır. (Comprehensive Oil & Gas Conference & Exhibition, 2021).

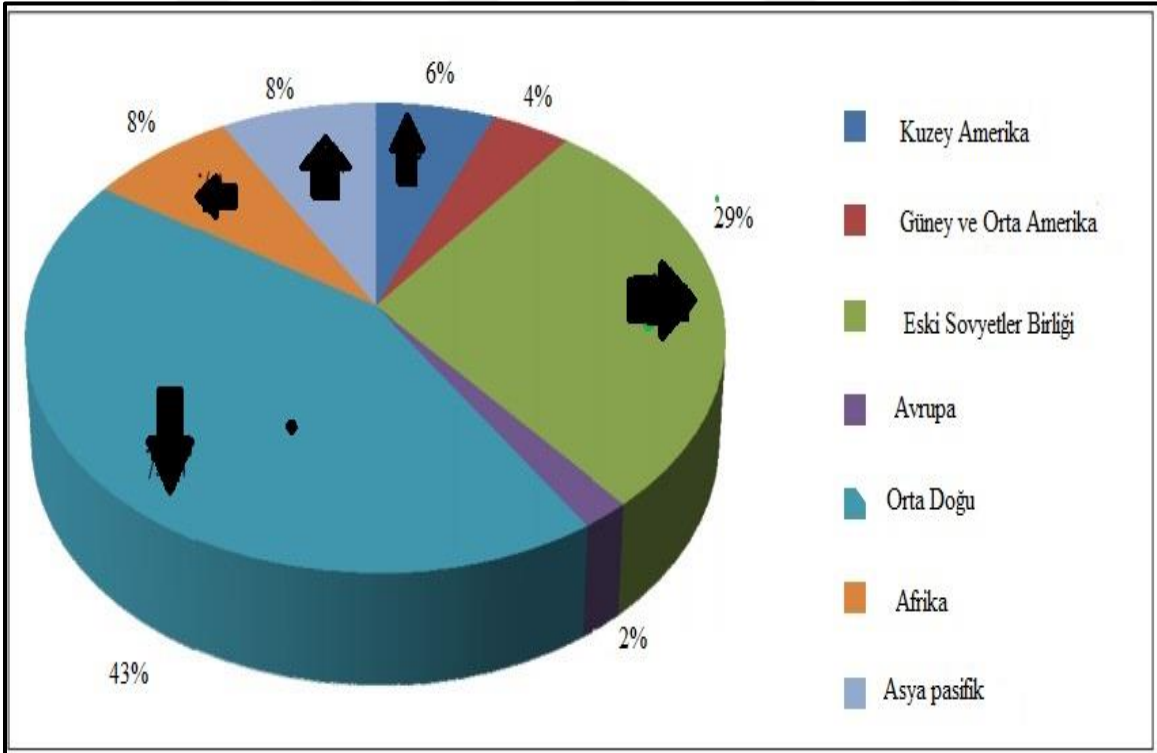
Geleneksel doğal gaz, sondaj kuyularından çıkarılabilir. Şeyl gazı, sıkı gaz, asitli gaz, kömür yatağı metan ve gaz hidratları gibi geleneksel olmayan doğal gaz formları özel ekstraksiyon tekniklerine sahiptir. Doğal gaz, petrol içeren tanklarda bulunabilir ve petrol ile birlikte çıkarılabilir. Buna ilişkili gaz denir. Geçmişte, bu gaz genellikle bir atık ürün olarak alevlendi veya yakıldı, ancak bugün çoğu yerde yakalanmakta ve kullanılmaktadır. (Gazbir, 2017: 21). Metan içeriği ile tanımlanan ve meydana geliş süreçlerindeki farklılıkları aksettiren iki tür doğal gaz vardır:

1. Termojenik gaz (<%95 metan) veya yüksek sıcaklıktan oluşan daha düşük kaliteli bir gaz olan "ıslak" gaz. Sıvı gaz ise metan dışında etan ve bütan gibi bileşikler içerir. Bu doğal gaz sıvıları soğutucu akışkanlar ve plastik gibi petrokimya ürünleri gibi çeşitli kullanımlar için ayrı olarak satılabilir.
2. Sığ derinliklerde bakteri çürümesinden meydana gelen biyojenik gaz veya "kuru" gaz.

5.2.1. Dünya’da Doğalgazın Durumu

Dünyada, özellikle sanayileşmiş ülkelerde sanayilerin artan büyümesi ve güçlü enerji ihtiyacı (özellikle temiz ve daha az kirletici) ile doğal gaz, bir süredir rezervlerinin dünyada daha iyi dağıtılması ve daha düşük çıkarım gibi nedenlerle olmuştur. maliyet Diğer fosil yakıtlara kıyasla

makul fiyatı ve rekabet gücü (uygun ısı değeri nedeniyle) gelişmiş ülkelerin ilgi odağı olmuştur. Özellikle, sera gazlarını ve karbondioksit emisyonlarını azaltmaya yönelik küresel çaba, diğer yakıtlardan çok doğal gaz kullanımına odaklanmıştır. Enerji ile ilgili konuların yanı sıra, enerji dışı uygulamalarda, kimya ve petrokimya endüstrilerinde hammadde olarak doğal gazın çok önemli olması, bu ürünün küresel enerji piyasası ve petrokimya endüstrilerindeki önemini artırmaktadır. Böylelikle Afganistan da dahil olmak üzere dünyanın dört bir yanındaki ülkelerin daha temiz enerji kaynaklarına duydukları ihtiyaç, devasa doğalgaz rezervlerinin yanı sıra ülkenin kendine yeterliliğinin yanı sıra bölge ve küresel gaz piyasalarında da ülkemize önemli bir siyasi konumu ve özel stratejik önemi Afganistan'ın gaz kaynaklarına verir. Bu strateji, uygulama güvenliği ve sürekliliği dahil olmak üzere ilgili tüm konulara göre geliştirilirse, Teknolojinin gelişmesine ek olarak, yerli enerji için daha fazla güvenlik sağlar, diğer ülkelerle ticari ilişkilerin geliştirilmesi ve enerji alışverişi yoluyla, kaynak ve finansal sermaye sağlayarak, uzman insan kaynakları yetiştirerek gelir üretir ve daha fazla ekonomik güvenlik yaratır. (DDRDİ, 2013).



Şekil 5.3. 2013 yılında dünyada kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin hacmi

Kaynak: (DDRDİ, 2013)

5.2.2. Afganistan'da Doğalgazın Durumu

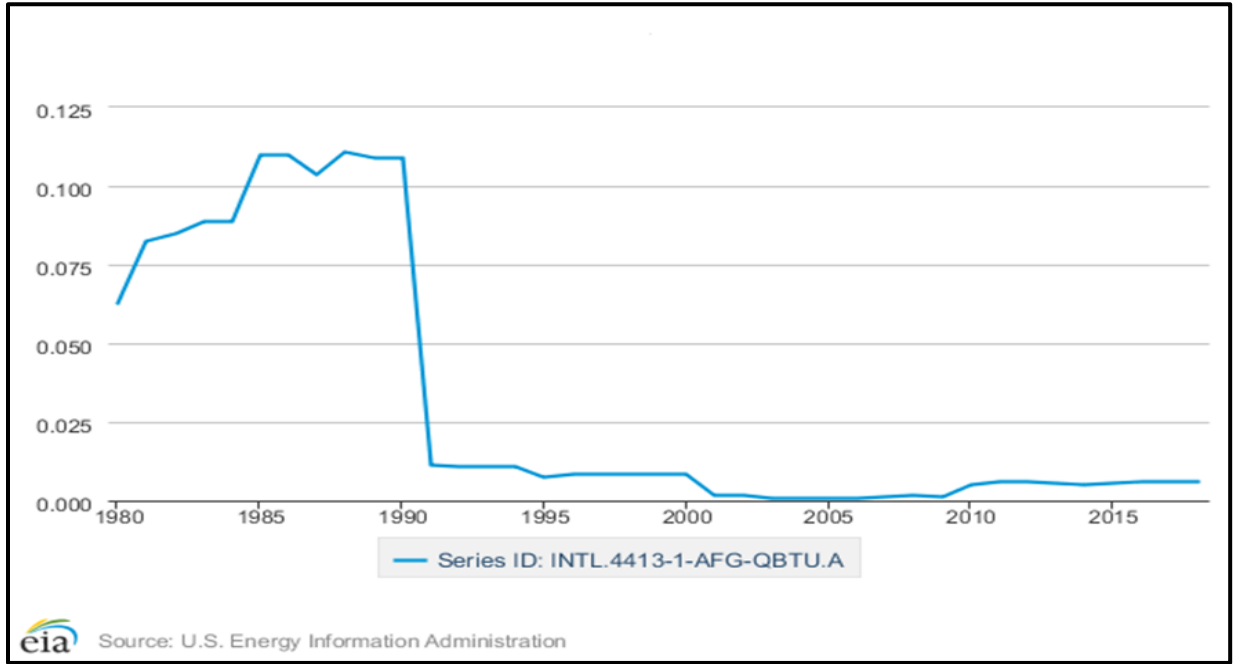
Türkmenistan-Afganistan-Pakistan-Hindistan arasında geleceğin projelerinden biri olarak körülen TAPI projesi ile birlikte gerçek anlamda bir enerji potansiyelinin ortaya çıkması hedeflenmektedir. Doğal gaz rezervlerinin bir zamanlar 140 milyar metreküp olduğu tahmin edildiği göz önüne alındığında, bu proje ile birlikte istenen miktarın elde edildiği söylenebilir. Bu projenin ilk etabında 1967'de 342 milyon metreküple başlandı, devamında ise 1995'te 2.6 milyar metreküp'e yükselerek önemli bir atılım gerçekleşti. 1991'de Cevizcan Eyaleti, Chekhcha'da yeni bir gaz sahasının keşfedilmesi oldukça önemli adımların atılmasını da kolaylaştırdı. (Wnuk, 2015: 29). Doğal gaz da Şibirgan ve Sarpeol'de üretilerek bu hatta eklendi. Doğal gaz, 1995 yılında Afganistan'ın ekonomik açıdan belki de tek önemli ihracat kalemini oluşturduğu için bu projeler son derece önemli idi. Junbish-i-Milli tarafından kontrol edilen kuzey Afganistan'dan boru hatları aracılığıyla Özbekistan'a gidilmesi de ayrı tutulursa, bu gelişmeler her açıdan önemli bir enerji potansiyeli taşıdığını da göstermekteydi. 2002 yılına gelindiğinde, hepsi Jowzjan Eyaletindeki Jarquduk, Khowaja Gogerdak ve Yatimtaq'ta diğer operasyonel gaz sahaları da ayrı duruyordu. 2002'de doğal gaz üretimi 50 milyon metreküp (1.77 milyar fit küp) seviyelerinde idi.

Doğal gaz, ülke için önemli bir enerji kaynağı olma potansiyeline ve Hükümet için önemli bir gelir kaynağı olma potansiyeline sahip olmasına rağmen, henüz önemli bir enerji kaynağı değildir. Doğal gaz tüketimi, diğer tüm enerji kaynakları için olduğu gibi, tedarik kısıtlaması altındadır. Altyapı pratik açıdan terk edildiğinden ve yeni kaynaklar bulmak için çok az çaba sarf edildiğinden, tüketim ve üretim 1990'ların en yüksek seviyelerinden düşüyor. Aşağıdaki Tablo'da yer alan veriler ve Afganistan'ın toplan doğal gaz tüketimi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. (Jung, Brozena ve Peters, 2012: 23).

Tablo 5.2. Doğal Gaz Enerji Verisi (Milyar Metreküp)

Doğal gaz	1980	1990	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Üretim	60	104	8	2	2	1	1	1
Tüketim	2	67	8	2	2	1	1	1
Rezerveler	NA	NA	3,530	3,530	3,530	3,530	3,530	3,530

Kaynak: (Jung, 2012: 24).



Şekil 5.4. Afganistan'ın toplan doğal gaz tüketimi

Kaynak: (EİA Afganistan, 2021).

5.2.2.1. Doğal Gaz Üretim ve Rezervler

Gaz üretiminin günde yaklaşık 21,2 milyon fit küp olduğu tahmin ediliyor, ancak bu muhtemelen çok fazla. Mevcut doğal gaz fiyatları da elektriği tedarik etmek, altyapı oluşturmak, işletmek, sürdürmek ve geliştirmek için diğer enerjiler gibi çok düşük. Gaz üretimini artırmaya yönelik tarifeler, maliyetleri karşılamak için gereken seviyenin yarısından daha az olabilir. Ayrıca gazın ihracatı, teslimatı, dağıtımı, satışı ve tahsilat ödemelerinin Afgan Gaz Şirketi tarafından yapılması ve gaz bedelinin doğrudan devlet hesabına ödenmesi gerekmektedir. Birçok depolama, iletim ve dağıtım altyapısı hasar gördü, kalan kapasitenin yeniden inşa edilmesi gerekiyor. ABD Jeolojik Araştırması, 219 milyon ton petrol, 75 mililitre yoğunlaşma suyu ve 444 milyar metreküp doğal gaz rezervi, var olduğunu tahmin ediyorlar. (Elliott, 2016: 29).

5.3. Petrol

Petrol, doğal olarak yeraltında bulunan ve yakıtla dönüştürülebilen bir sıvıdır. Petrol bir fosil yakıttır, yani milyonlarca yıl boyunca organik maddenin ayrışmasıyla oluşmuştur. Petrol, büyük miktarlarda ölü organizmaların (esas olarak zooplankton ve algler) tortul kayaçların altında yoğun ısı ve basınca maruz kalmasıyla oluşur. Petrol, araçlara, ısıtma ünitelerine ve makinelere güç sağlamak için yakıt olarak kullanılır ve ayrıca plastik ve diğer malzemeleri de dönüştürülebilir.

Dünyadaki çoğu insan birçok mal ve hizmet için petrole güvendiğinden, petrol endüstrisi çok güçlüdür ve küresel siyaset ve küresel ekonomi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. (Crook, Jones, Forstera, ve Crook, 2011: 31).

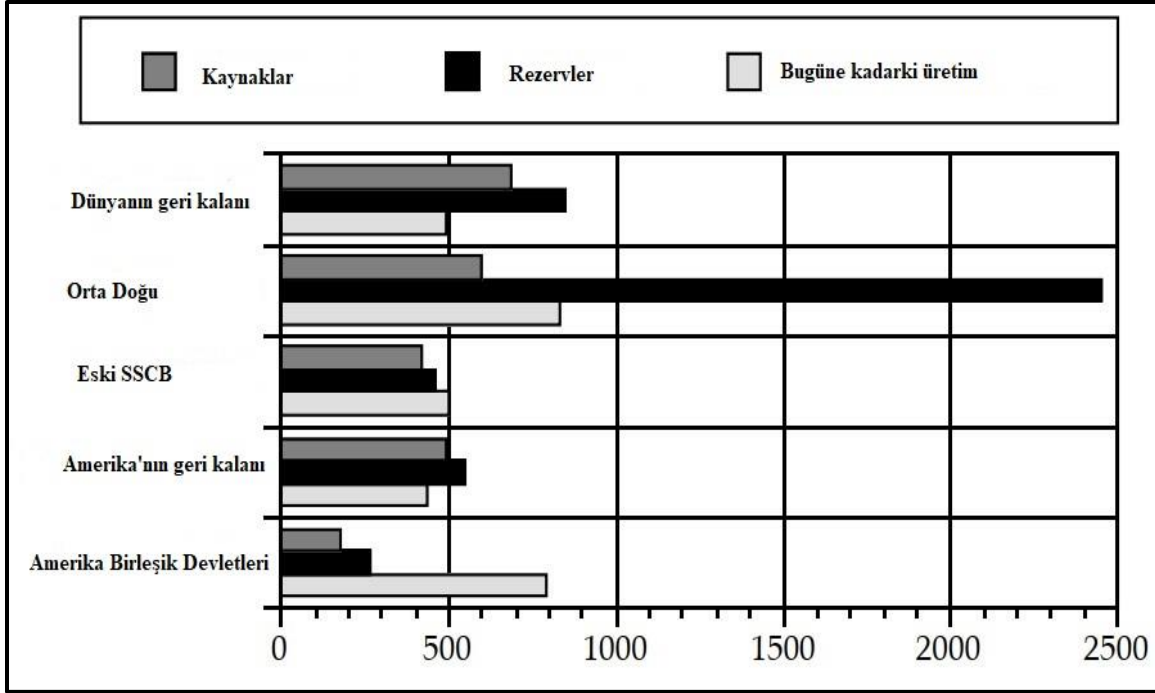
5.3.1. Dünya’da Petrolün Durumu

Petrol veya ham petrol, çoğunlukla hidrokarbonların yanı sıra bazı oksijen, kükürt ve azot bileşiklerini içeren karmaşık, doğal bir sıvı karışımdır. Bu genellikle "siyah altın" olarak adlandırılır. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Ortadoğu'daki büyük petrol rezervleri çok kısa sürede kullanılabilir hale geldi. maliyet etkin bir şekilde yaşam biçimimizde hızla devrim yarattılar. Gerçekten de, yirminci yüzyıl -topluma getirdiği tüm dramatik değişikliklerle birlikte- muhtemelen en iyi petrol yüzyılı olarak nitelendirilebilir. 2019 yılında tüketime rağmen, 2020 yılında dünyanın kanıtlanmış petrol rezervleri bir önceki yıla göre yeni keşiflerle çok arttı. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından hazırlanan verilere göre 2015 yılı sonu itibariyle toplam rezerv 1 trilyon 659 milyar varil veya 263,8 milyar tondur. 2021 yılının başında toplam petrol üretim rezervleri 1 trilyon 779 milyar varile yükseldi. Suudi Arabistan 2012'ye kadar dünyanın en büyük petrol üreticisi iken, 2012'de Venezuela'da keşfedilen yeni kaynaklarla Venezuela, 2013'ten beri dünyanın en zengin petrol ülkesi oldu. (Ülkelere Göre Dünya Petrol Rezervi ,2021).

Tablo 5.3. Ülkelere göre petrol rezervi (milyon varil)

No	Ülke	2015 Rezervi	2020 Rezervi	Pay %
1	Venezuela	298.350	303.806	17,07
2	Suudi Arabistan	265.789	258.600	14,53
3	İran	157.800	208.600	11,72
4	Kanada	172.481	170.300	9,57
5	Irak	144.211	145.019	8,15
6	Kuveyt	104.000	101.500	5,70
7	Birleşik Arap Emirlikleri	97.800	97.800	5,50
8	Rusya	80.000	80.000	4,50
9	Libya	48.363	48.363	2,72
10	ABD	39.933	47.053	2,64

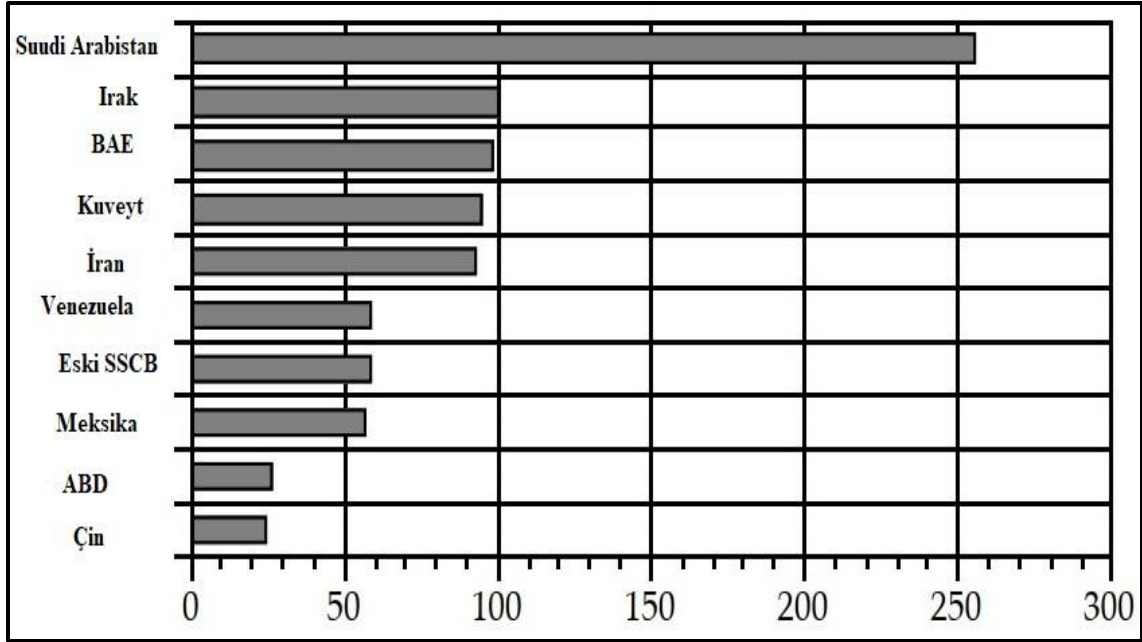
Kaynak : (TNYT, 2015)



Şekil 5.5. Petrol kaynaklarının ve rezervlerinin dünya dağılımı (Katrilyon BTU)

Kaynak: (TNYT, 2015)

Şekil 5.5'de gösterildiği gibi dünyadaki petrolün çoğu Orta Doğu'da bulunur. ve daha detaylı olarak Şekil 5.6'de ham petrol kaynakları, kömürün kaynaklarından çok daha küçük boyutlarda olduğu gösterilmektedir. Özellikle, ABD rezervlerinin yıllık petrolden sadece bir miktar daha büyük olduğu görülüyor. Açıktır ki, Amerika Birleşik Devletleri'nin büyük bir kısmını ithal etmektedir. tükettiği petrol. Bu artış eğiliminin devam etmesi muhtemeldir.



Şekil 5.6. Dünyadaki önemli petrol rezervlerinin dağılımı

Kaynak: (TNYS, 2015)

5.3.2. Afganistan'da Petrolün Durumu

Afganistan'daki petrol ve gazla ilgili son iddialara ve keşiflere göre, yaklaşık 1.8 milyar varil ham petrol ve 700 veya 3.000 milyar metreküp doğal gaz ve 562 milyon varil sıvılaştırılmış petrol gazı var. Afganistan ayrıca günde 300.000 varil ham petrol çıkarma kapasitesine sahiptir ve Afganistan için yıllık 9-10 milyar dolar gelir elde etmektedir. Afganistan, Azerbaycan Cumhuriyeti ve Özbekistan gibi petrol ve gaz ihraç eden birçok ülkeden daha fazla petrol ve gaza sahiptir. Kuzey havzası, rezervler bakımından dünyada keşfedilen 152 petrol ve gaz havzası arasında 15. sırada yer alan geniş Amudarya petrol ve gaz havzasının bir parçasıdır. Bu Havza 515.000 kilometrekarelik bir alanı kapsıyor ve Bu dört ülkeyi kapsıyor: Afganistan, İran, Türkmenistan ve Özbekistan. Şimdiye kadar, Afganistan en çok araştırmaya, ikisi kuzey Amudarya'da, biri Helmand'da, biri Herat'ta ve biri Paktika eyaletindeki Katawaz'da olmak üzere beş petrol zengini havzada sahipti. En iyi incelenen iki bölge, kuzeydoğudaki Afgan-Tacik bölgesi ve kuzeybatı Afgan-Türkmen bölgesidir. Şu anda Afganistan İslam Cumhuriyeti'nde Amudarya, Afganistan-Tacik, Kaskh (Türkmenistan yakınında), Katawaz, Helmand ve petrol zengini Herat-Tirpol bölgesi olmak üzere altı büyük petrol ve gaz kaynağı bulunmaktadır. Afganistan, dünyadaki toplam 97.103.871 varil

tüketiminin yaklaşık% 0.01'ını oluşturarak petrol tüketimi açısından dünyada 117. sırada yer alıyor. (Jung vd., 2012: 28).

5.3.2.1.Petrol Ürünleri

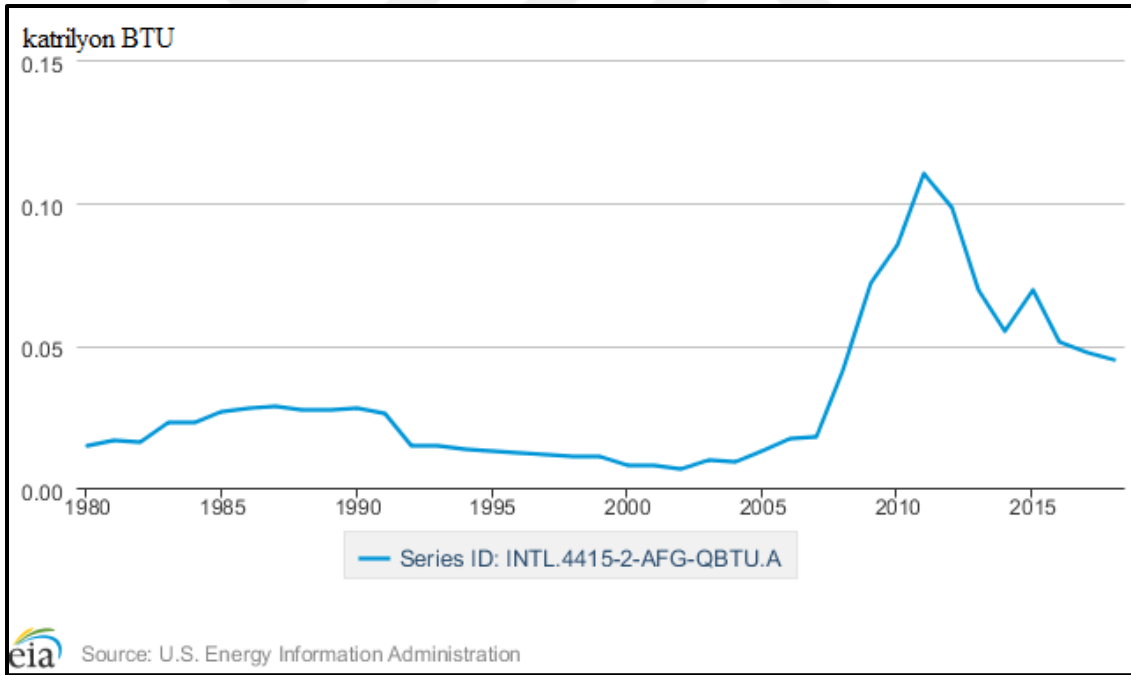
Afganistan'ın rafinerisi yoktur ve tüm rafine ürünlerini ithal etmektedir. Taliban rejimi sırasında 3000 IIB rafinerisi inşa edildi ancak hiç işletilmedi. Katma değer üretimini artırmak için, AİC Kuzey Doğu Afganistan'da bölgede üretilen ham petrolü rafine etmek için bir petrol rafinerisi (yaklaşık 10.000 IİB) yapmayı düşünüyor. Eğer Rafineri inşa edilirse Afganistan'ın ithal petrol ürünlerine bağımlılığını azaltacak ve rafine ürünlerinin kalitesini artıracaktır. Yapılandırma, altyapı gereklilikleri ve diğer faktörlere bağlı olarak bu yatırım için ön tahminler 12-32 milyon dolar arasında değişmektedir. Afganistan'da, yağ filtrasyon ünitesinin olmayışı nedeniyle, tüm petrol ürünleri yabancı ülkelerden ithal edilmektedir. Petrolün tamamı komşu ülkeler Özbekistan, İran, Türkmenistan, Pakistan, ve Tacikistan'dan ithal edilmektedir. Afganistan, hükümet aracılığıyla yaklaşık yılda 1,2 milyon ton yakıt tüketiyor. Buna dizel ve benzin yanı sıra akaryakıt ve gazyağı dahildir. Bu yakıtların yaklaşık yüzde 80'inin otomotiv amaçlı, yüzde 20'sinin otomatik elektrik üretimi (çoğunlukla benzin) veya küçük ölçekli şebeke elektrik üretimi (çoğunlukla dizel) ve su pompaları için kullanıldığı tahmin ediliyor. Afganistan'da sıvı yakıtlara olan talep son beş yılda önemli ölçüde artış göstermiştir. (Chester vd., 2007: 35).

Ticaret ve Sanayi Bakanlığı himayesindeki Petrol ve Gaz Şirketi, 1600 akaryakıt istasyonu ve 1300 akaryakıt kamyonunun denetimini yapmaktadır. Altyapı ve operasyonel iyileştirmeler, özel yatırım ve daha şeffaf operasyonlar için bir fırsat sağlayabilir. Bu bölüm için herhangi bir finansal destek bulunmamaktadır. Bunun yerine, 30'dan fazla bildirilen özel müteahhit, Afganistan'ın benzin istasyonlarına yakıt sağlamak ve enerji üretimi için dizel yakıt ithal etmek için Petrol ve Gaz Şirketi ile birlikte çalıştığını bildirdi. LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı), Afganistan'da giderek artan bir şekilde konut yakıtı olarak bilinir ve aylık tüketiminin 12.000 ton olduğu tahmin edilmektedir.. (Ershad, 2017: 24).

LPG'nin perakende satış fiyatı Kabil'de 55-65 Af/ kg iken, Herat'ta tedarikçi ülkelere yakın olduğu için çok daha düşük. Ana tedarikçi Türkmenistan, ardından İran. Ürün Afganistan'da 15-20 ton römork gemisinde veya silindirde taşınmaktadır. LPG üç ayrı depoda depolanmaktadır: Kabil yakınındaki Kotal-e-Khain, (80 ton kapasiteli), Herat (110 ton kapasiteli) ve Özbekistan sınırındaki Hairatan (120 ton kapasiteli). Bu tesislerde boşaltma ve şişeleme kapasiteleri bilinmemektedir,

ancak bu depolama kapasiteleri tahmini genel LPG talebine kıyasla küçük görünmektedir. LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı) 5, 10, 20 ve 40 kg kapasiteli tüplerde nihai tüketicilere satılmaktadır. (Haidari, 2020: 17).

Afganistan'ın toplamda yaklaşık 1,8 milyar varil petrol rezervine sahip olduğu söylenmekte. Sarpol ilinin kuzeyindeki Angut sahasında az miktarda ham petrol üretilmektedir. Şibirgan yakınlarındaki Zumrad Sai'deki bir başka küçük petrol sahasının da 2001 yılının ortalarında yapım aşamasında olduğu söyleniyor. Motorin, benzin ve jet yakıtı gibi petrol ürünleri başta İran ve Orta Asya ülkeleri olmak üzere komşu ülkelere ithal edilmektedir. Nangarhar ilindeki Celalabad şehrinde küçük depolama ve dağıtım merkezine sahiptir. Afganistan'da sektörlere göre 2005, 2010 ve 2015 yılları için Petrol enerjisini kullanımı Aşağıdaki şekil'de yer almaktadır. (Haag, 2012: 19).



Şekil 5.7. Afganistan'ın toplan Petrol tüketimi

Kaynak: (EİA Afganistan, 2021)

6. SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

Yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça zengin olan Afganistan’da bu kaynakların kullanılması büyük önem taşımaktadır. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının simülasyon programları kullanılarak izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada TRNSYS programı kullanılarak Afganistan’ın Herat ve Kandahar illerindeki bir seranın ısı pompası kullanılarak güneş enerjisi ile ısıtılması incelenmiştir.

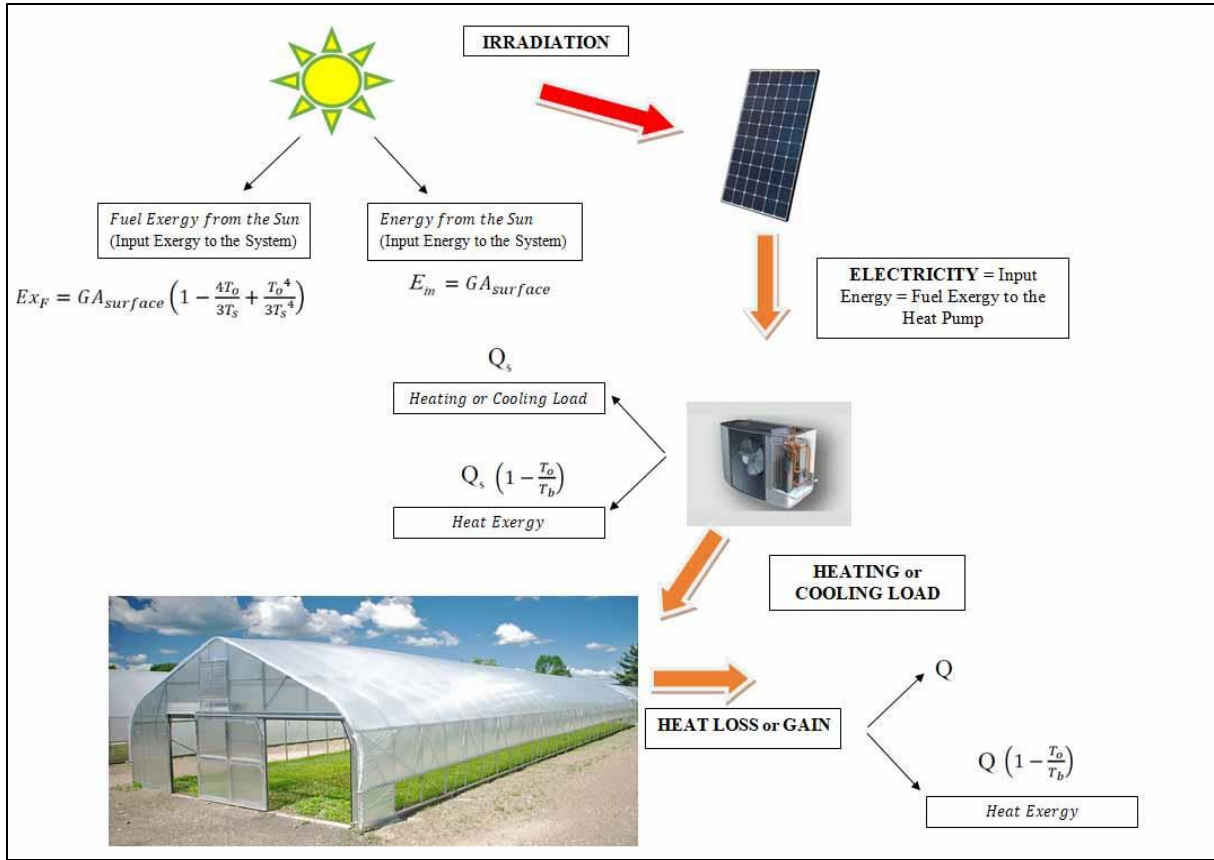
6.1.TRNSYS (Transient Simulation Program) Programı ve Özellikleri

TRNSYS, University of Wisconsin Madison Solar Energy Lab. Ve University of Colorado Solar Energy Applications Lab. Tarafından oluşturulmuş bir programdır. (Kandirmış ve ark., 2017). Modüler sistem yaklaşım kullanan ve enerji simülasyon programı olan TRYSYS, günümüzde en esnek ve kullanışlı bilgisayar programlarından biri olarak tanımlanmaktadır (Harputlugil, 2014). Bu program, ısıl performans, sistem analizi ve boyutlandırılması, güneş ve güç modellemesi, karmaşık hava akışı analizi, gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Tokuç, 2009).

6.2.Seranın Özellikleri

Bu çalışmada Afganistan’ın Herat ve Kandahar illerinde kullanılabilecek bir sera tasarlanmıştır. Bu serada kullanılan yapı malzemesinin ısı direnci $0.28 \text{ m}^2\text{K/W}$ olarak alınmıştır. Seranın boyutları ise, sera yan alanı 312 m^2 ve sera çatı alanı 400 m^2 olarak gösterilmiştir.

Çalışmada kullanılan sera, enerji kaynağı ve ortam arasındaki enerji ve ekserji transferi şekil 6.1’de gösterilmiştir. Seranın ısı kaybı Bölüm 6.3’de açıklanmıştır.



Şekil 6.1. Sera ve enerji transferleri

Kaynak: (laame, 2021: 130)

6.3.Sera Isı kaybının hesaplanması

Bu sera için ısı kaybı eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır. Bu eşitlik kullanılırken sera gazları ihmal edilmiştir.

$$Q_s = \left[\frac{A_1}{R_1} - \frac{A_2}{R_2} \right] \cdot (T_i - T_d) \cdot f_w \cdot f_c \cdot f_s \quad (1)$$

Eşitlik 1’de kullanılan simgelerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

A_1 : Sera yanal alanı (m^2)

A_2 : Sera çatı alanı (m^2)

R_1 : Yapı malzemesinin ısıl direnci (m^2K/W)

R_2 : Yapı malzemesinin ısıl direnci (m^2K/W)

T_i : Minimum iç sıcaklık değeri ($^{\circ}C$)

T_d : Dış hava sıcaklık değeri ($^{\circ}\text{C}$)

f_w : Rüzgar faktörü

f_c : Yapı faktörü

f_s : Sistem faktörü

Q_s : Sera ısı kaybı

Bu çalışmada kullanılan ve Şekil 6.1’de gösterilen seranın sabit iç sıcaklık değeri 20°C olarak alınmıştır. f_w , f_c ve f_s ise 1 olarak kabul edilmiştir (Kahvecioğlu, 2005; Tokgöz, 2006; Laame, 2021). Bu değerler kullanılarak 1 yıl için sera ısı kaybı değerleri hesaplanmıştır.

6.4.Ekserji Analizi Metodolojisi

Ekserji Yunanca’daki “ex” kelimesi (tersinir) ile “ “ergon” (iş) kelimelerinden oluşmaktadır. Ekserji kısaca enerjinin belirli termodinamik koşullarda diğer bir enerji türüne dönüşebilen bölümü olarak tanımlanmaktadır. Tablo 1’de Enerji ve ekserji arasındaki başlıca farklar gösterilmiştir (Ünal, 2009).

Tablo 6.1. Enerji ve ekserji’nini farkları (Çengel vd, 2002-Hepbaşlı, A.,2003; Ünal, 2009)

Enerji	Ekserji
Ortam özelliklerinden bağımsız olarak kütle veya enerji akışının özelliklerine bağlıdır.	Ortamın özellikleriyle birlikte kütle veya enerji akışının özelliklerine bağlıdır.
mc^2 değerine eşittir.	Ortam ile denge durumunda sifıra eşittir
Termodinamiğin Birinci Yasasını kullanır.	Tersinir işlemler için Termodinamiğin Birinci Yasasını kullanır.
Termodinamiğin İkinci Yasası ile sınırlıdır.	Termodinamiğin İkinci Yasası nedeni ile tersinir işlemler için sınırlı değildir.
Hareket veya hareket üretme yeteneğidir.	İş veya iş üretme yeteneğidir.
Enerji korunur.	Tersinir bir işlemde sürekli korunur. Tersinmez bir işlemde sürekli tüketilir.
Miktarın bir ölçütüdür.	Entropi nedeniyle, hem kalite hem de miktarın bir ölçütüdür

Ekserji analizinde ekserji verimi ve ekserji kayıp oranı sistemin değerlendirilmesi için tanımlanmış temel iki ölçüttür. Bu ölçütler aşağıda açıklanmıştır (Açıkkalp, 2013).

Ekserji verimi Eşitlik 2-3’de gösterildiği gibi hesaplanabilir.

$$\phi = \frac{\dot{E}_P}{\dot{E}_F} \quad (2)$$

Veya

$$\phi = 1 - \frac{E_D + E_L}{E_F} \quad (3)$$

Ekserji kayıp oranı ise Eşitlik 4’te verilmiştir.

$$y = \frac{\dot{E}_{D,k}}{\dot{E}_{F,tot}} \quad (4)$$

Eşitlik 2-4’de kullanılan simgelerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

$\dot{E}$: ekserji akımı

ϕ : Ekserji verimi (%)

D: Yok oluş

F: Yakıt

tot: Toplam

k: k nıncı bileşen

P: ürün

L: kayıp

6.4.1. Isı Pompası

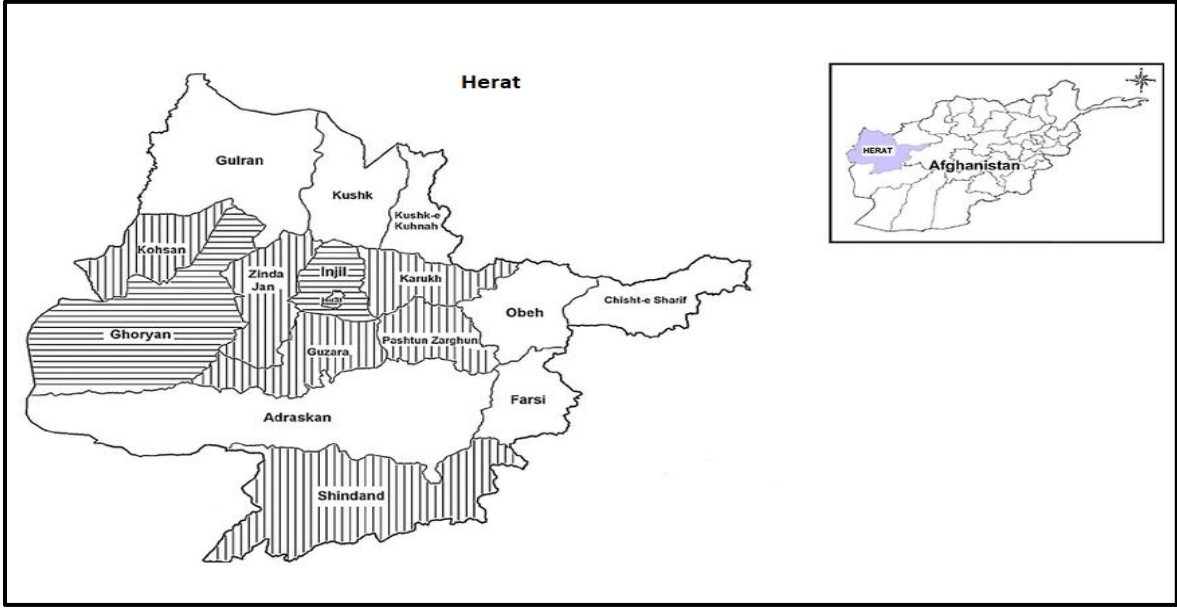
Fosil enerji kaynaklarını kullanan ısıtma ürünleri ısıyı bir kimyasal reaksiyon sonucu ortaya çıkartırken ısı pompaları dünya üzerinde var olan ısıyı transfer ederek elde etmektedir. Bu özellik ısı pompalarını günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmasına neden olmuştur.

Günümüzde ısı pompaları, geleceğin iklimlendirme teknolojisi ürünlerinden biri olarak kabul ediliyor. Bu pompalar; ısıtma, soğutma ve sıcak su kullanımını tek bir cihazda toplayarak diğer ısı kaynaklarına göre yüksek enerji tasarrufu sağlama özelliğine sahiptir.

6.5. Seranın Ekserji Analizi

6.5.1. Herat

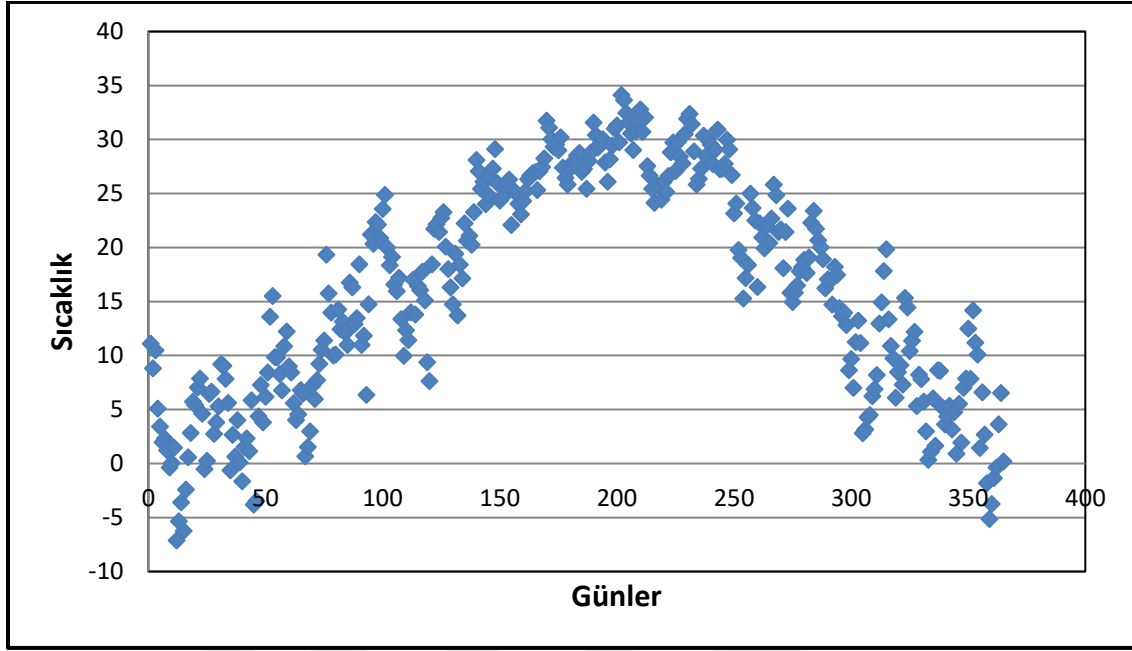
Herat şehrinin merkezinde yer alan Herat ili, Afganistan'ın Helmand vilayetinden sonra ikinci büyük ilidir. Herat, Farah ve Nimroz ile birlikte Afganistan'ın batı eyaletlerini oluşturur ve İran ile Türkmenistan'ı sınırlar. Bu ilin halkının çoğunluğu Tacikler ve Hazaralar, Özbekler, Peştunlar, Aimaqlar, Beluciler ve Türkmen azınlıklarından oluşmaktadır. (Banks, 2014: 21).



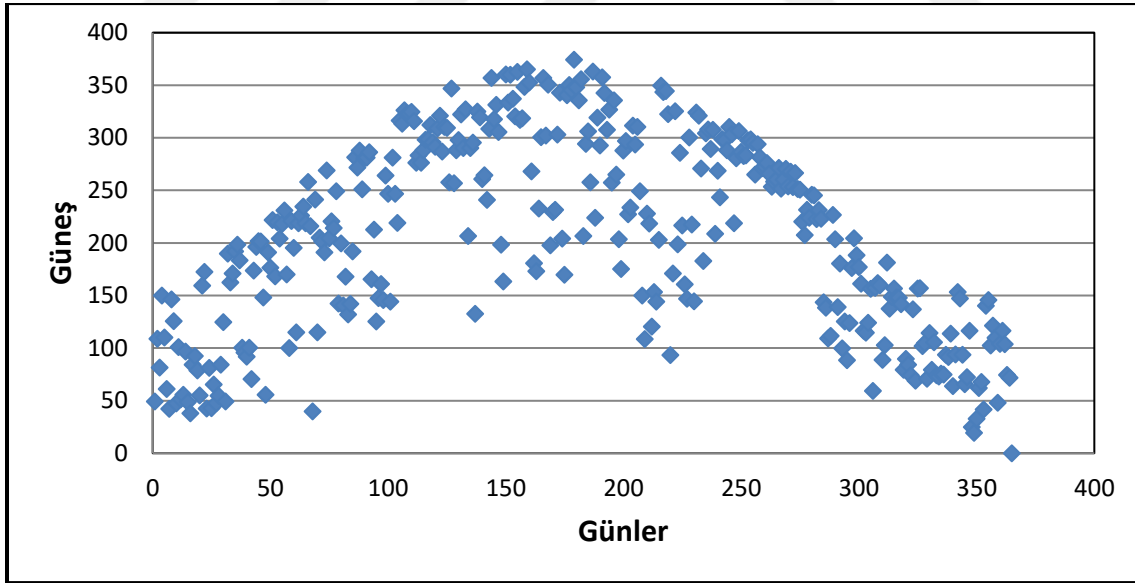
Şekil 6.2. Heratın arazi ve yükseklik haritası

Kaynak: (MOH, 2021)

Herat şehrine ait yıllık gün-sıcaklık grafiği şekil 6.3'de verilmiştir. Şehre ait gün- güneş ışıınımı grafiği ise şekil 6.4'te verilmiştir. Şekil 6.3 incelendiğinde yaz aylarında sıcaklığın yüksek olduğu ve kış aylarında düşük olduğu görülmektedir. Aynı zamanda 6.4 incelendiğinde ise yaz aylarında güneş ışıınım değerlerinin yüksek olduğu izlenmektedir.



Şekil 6.3. Herat şehrine ait gün- sıcaklık grafiği

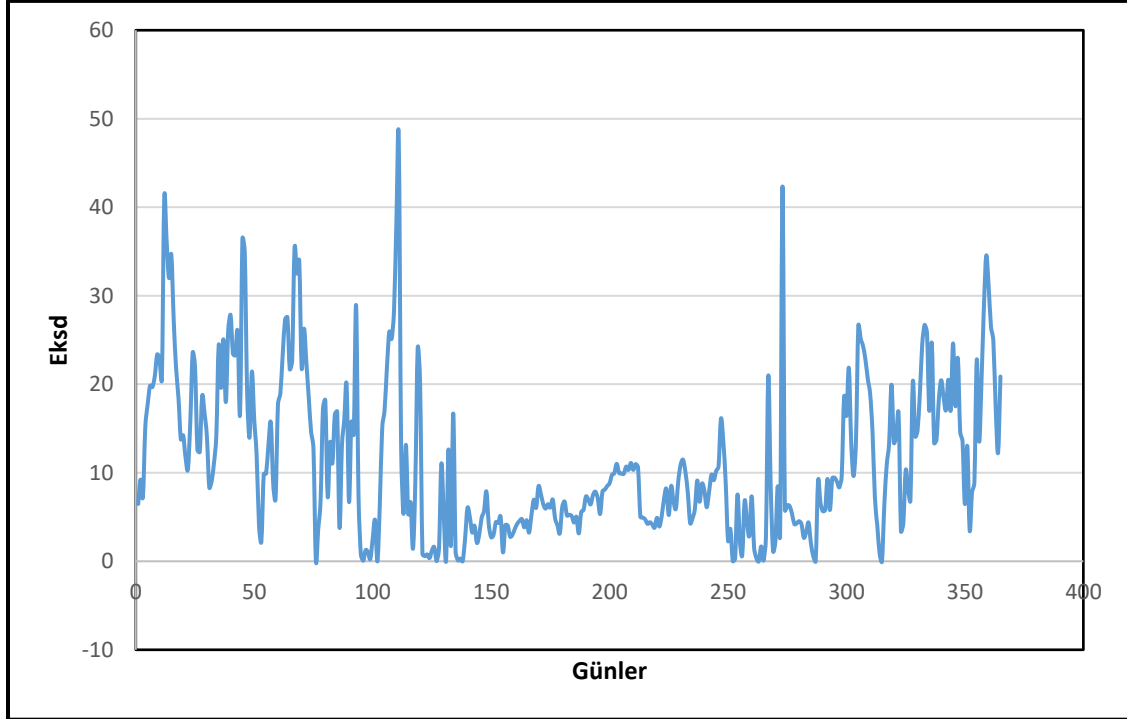


Şekil 6.4. Herat şehrine ait gün- güneş ışıını mı grafiği

Ekserji bir kaynaktan elde edilebilecek en yüksek işi gösterir ve enerjinin aksine korunmaz ve yok olur ve buna ekserji yok oluşu adı verilir. Ekserji yok oluşunun nedeni sistemdeki tersinmezlikler nedeni olan entropi üretimidir. Enerji analizi, enerjinin etkin kullanımı hakkındadır. Ekserji ise enerjinin kaliteli kullanımının bir göstergesidir. Sistemdeki tersinmezliklerin artması,

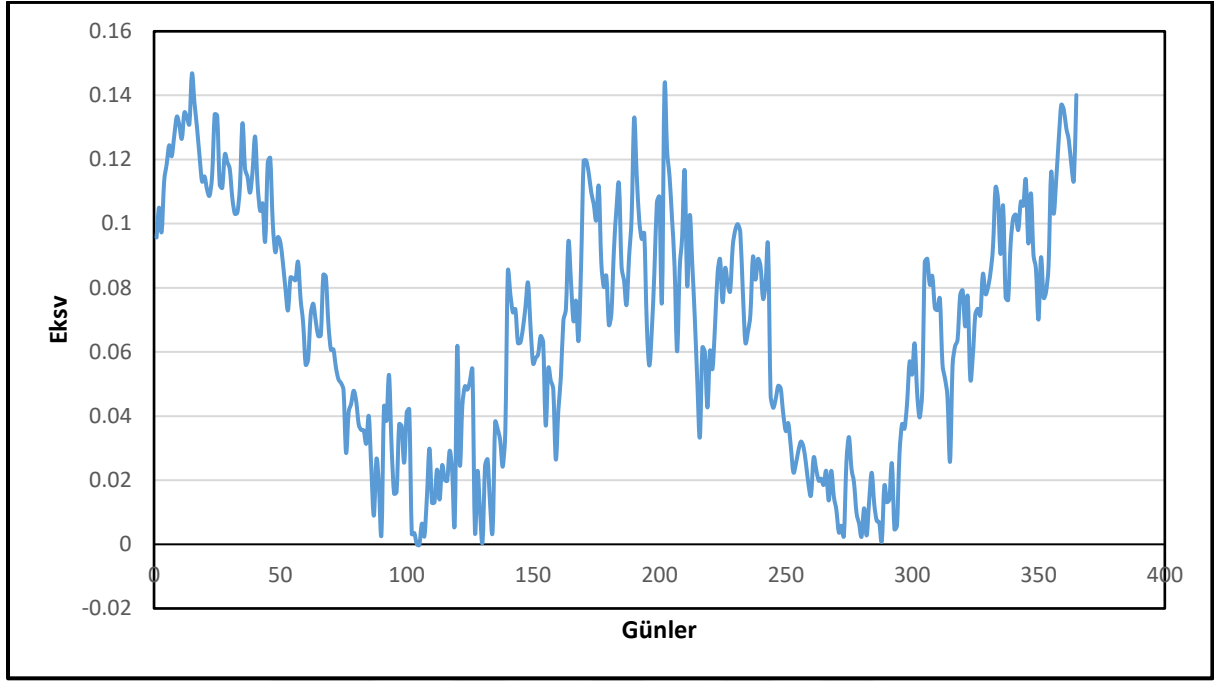
sistemin verimini düşürür, ekserji analizi ile bu tersinmezliklerin yeri ve büyüklüğü belirlenerek, azaltılması için geliştirme işlemleri yapılabilir.

Herat iline ait bir seradaki ekserji yok oluş grafiği Şekil 6.5’de verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde kış aylarında ekserji yok oluşunun yüksek olduğunu göstermektedir. Bu da enerjinin verimsiz kullanıldığı anlamına gelmektedir.



Şekil 6.5. Herat Şehrine ait ekserji yok oluşu

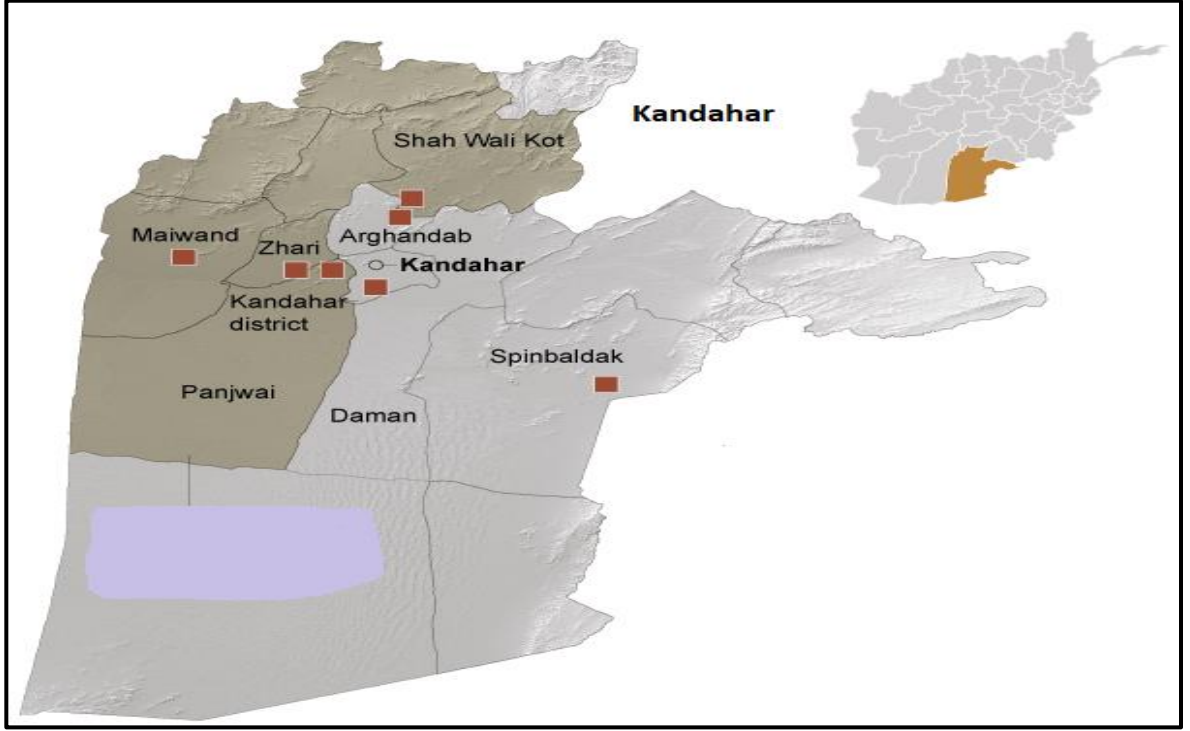
Herat iline ait bir seradaki ekserji verimi grafiği Şekil 6.6’de verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde veriminin yüksek ve düşük olduğu bölgeleri göstermektedir.



Şekil 6.6. Herat Şehrine ait ekserji verimi

6.5.2. Kandahar

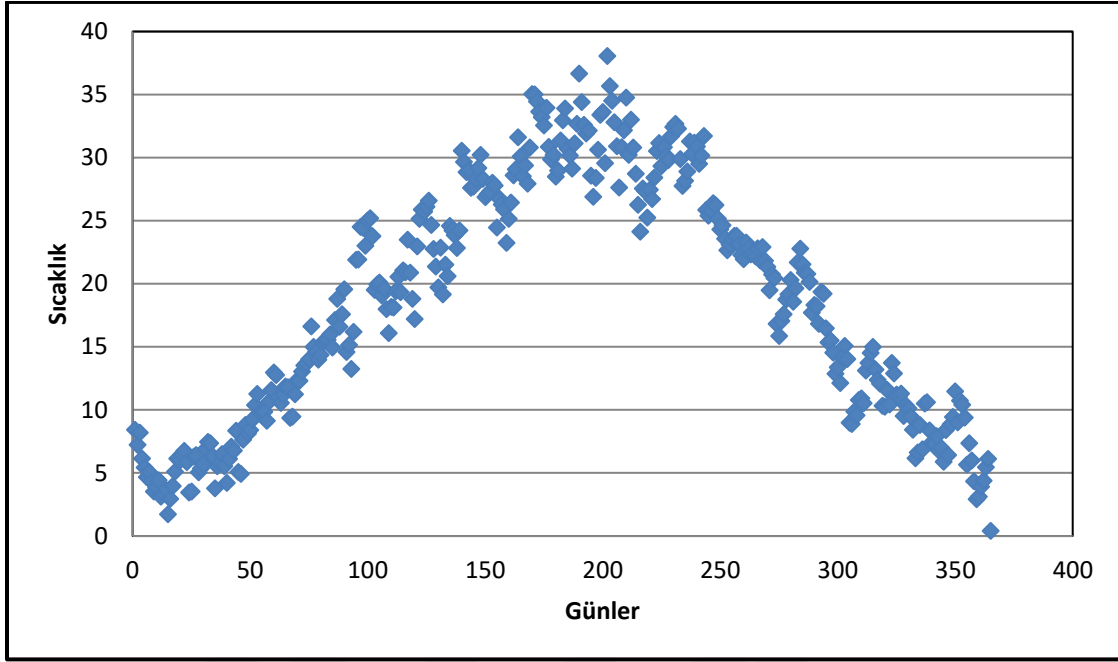
Kandahar, ülkenin güneydoğusunda yer alan Afganistan'ın illerinden biridir ve sakinlerinin çoğu Peştun'dur. Bu ilin başkenti Kandahar'dır. Bu ilin nüfusu yaklaşık 890 bin kişidir ve 300 bini Kandahar şehrinde yaşamaktadır. Kandahar ilindeki insanların çoğu Peştuca konuşuyor. Afganistan'ın en büyük illerinden biri olan Kandahar, Kabil'e 595 km, Herat'a 647 km uzaklıktadır. (Banks, 2014: 28).



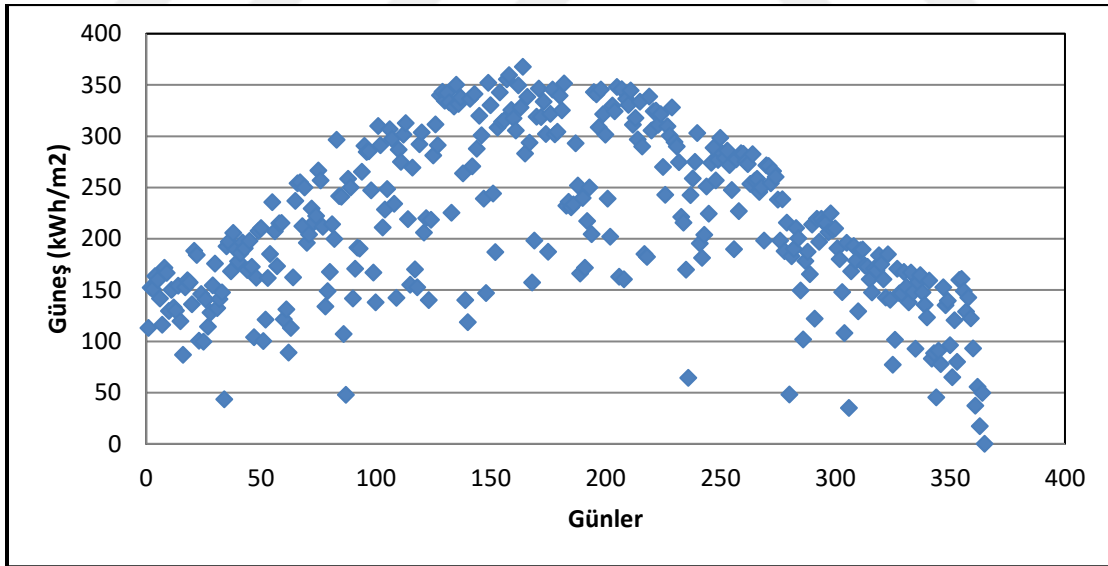
Şekil 6.7. Kandaharın arazi ve yükseklik haritası

Kaynak: (MOKA, 2021).

Kandahar şehrine ait yıllık gün sıcaklık grafiği şekil 6.8’da verilmiştir. Şehre ait gün- güneş ışıınımı grafiği ise şekil 6.9’de verilmiştir. Şekil 6.8 incelendiğinde yaz aylarında sıcaklığın yüksek olduğu şekilde izlenmektedir. Şekil 6.7 incelendiğinde ise yaz aylarında güneş ışıınım değerlerinin yüksek olduğu ve kış aylarında düşük olduğu görölmektedir.

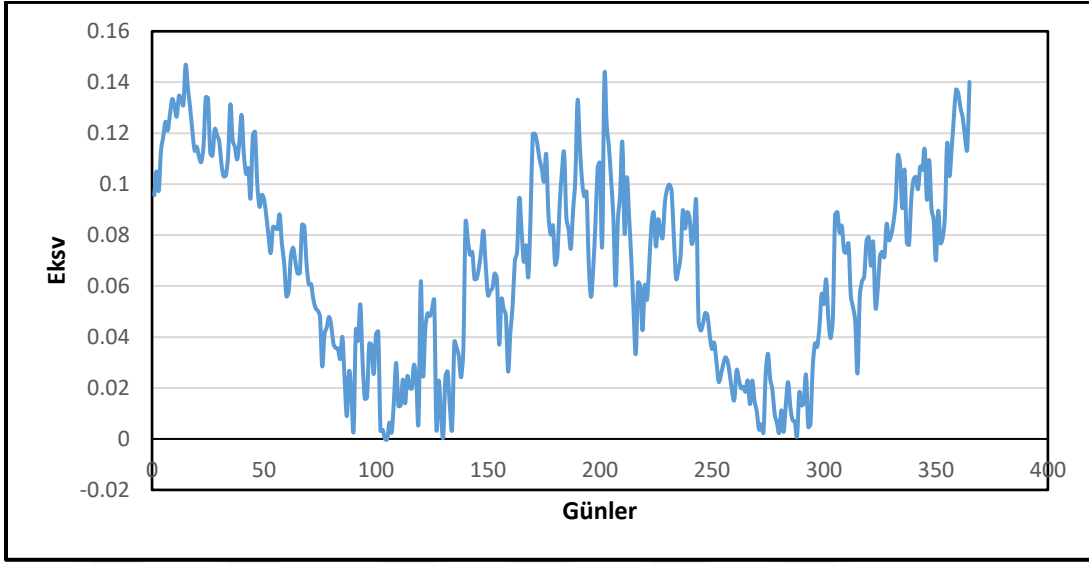


Şekil 6.8. Kardağhar şehrine ait gün- sıcaklık grafiğı



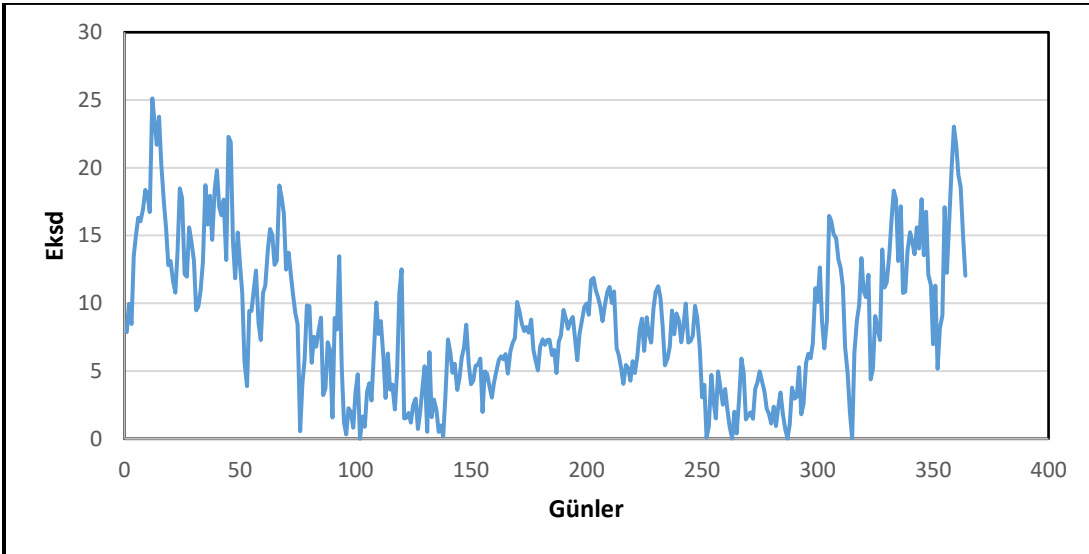
Şekil 6.9. Kandağhar şehrine ait gün- güneş ışıınımlı grafiğı

Kandağhar iline ait bir seradaki ekserji verimi grafiğı Şekil 6.10'de verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde veriminin yüksek ve düşük olduğı bölgeleri göstermektedir.



Şekil 6.10. Kandahar Şehrine ait ekserji verimi

Kandahar iline ait bir seradaki ekserji yok oluş grafiği Şekil 6.11’da verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde kış aylarında ekserji yok oluşunun yüksek olduğunu göstermektedir. Bu da enerjinin verimsiz kullanıldığı anlamına gelmektedir.



Şekil 6.11. Kandahar şehrine ait ekserji yok oluşu

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde insan nüfusu giderek artmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde sanayi ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak enerjiye olan ihtiyaç da artmaktadır. Artan enerji ihtiyacının karşılanması için mevcut enerji kaynakları yanında yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulduğu bir gerçektir. Çünkü özellikle fosil yakıtların kullanımı çevre kirliliği ve küresel ısınma gibi problemlere neden olmaktadır. Bundan dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve teknolojilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Afganistan İslam Cumhuriyeti, Güney Asya'da denize kıyısı olmayan bir ülkedir. Afganistan Doğu Asya (Orta Doğu), Batı Asya, ve Orta Asya arasında yer almaktadır. Afganistan halkının çoğu kırsal kesimde yaşamakta ve tarım ve hayvancılıkla geçimlerini sağlamaktadır. Afganistan'da enerji kaynakları daha çok hidroelektrik kaynaklıdır. Bunun dışındaki kaynaklar fosil yakıtlar ve güneş enerjisi üzerine kuruludur. Afganistan'daki nüfusun %71'den fazlası kırsal alanlarda yaşamaktadır. Bu da yenilenebilir enerjiye olan ihtiyacın fazla olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada Afganistan'daki rüzgar, güneş ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji ve petrol, kömür, gaz gibi fosil enerji kaynaklarının potansiyeli analiz edilmiştir. Her kaynak türünün mevcut verileri, ülkedeki gelişiminin mevcut durumunu anlamak için incelenmiştir. Araştırma ve dağıtım açısından bakıldığında, farklı durumda oldukları görülebilmektedir. Ayrıca, birkaç küçük ölçekli güneş ve rüzgar enerjisi üretim şebekesi varlığı da saptanmıştır. Bununla birlikte, Afganistan geniş bir rüzgar ve güneş enerjisi kaynağına sahiptir ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak yerli elektrik üretimine ihtiyaç duymaktadır.

Bu çalışmada Afganistan'ın Herat ve Kandahar şehirlerinde kurulacak sera yan alanı 312 m² ve sera çatı alanı 400 m² olan bir seranın ısıtılması incelenmiştir. Isı pompası kullanılarak ısıtılacak bu seranın enerji ve ekserji analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına ait grafikler incelendiğinde Afganistan'ın Herat ve Kandahar şehirlerinde kurulacak bir seranın ısı pompası kullanılarak rahatlıkla ısıtılabilceği sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak günümüzde özellikle gelişmekte olan ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin kullanması son derece büyük önem kazanmıştır. Afganistan halkı genellikle kırsal kesimde yaşayan tarım ve hayvancılıkla geçimini sağlayan bir nüfus olduğundan dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması onlar için önem taşımaktadır. Bu çalışmada olduğu

gibi seraların güneş enerjisi kullanılarak ısıtılması bu işle uğraşan kişilere büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



KAYNAKÇA

Açikkalp, E., (2021) Doğal Gaz Yakıtlı Bir Elektrik Üretim Tesisi ve Bir Trijenerasyon Sisteminin İleri Ekserji ve Eksergoekonomik Yöntemleri Kullanarak Analizi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilimdalı, Doktora Tezi.

Afganistan (2021) Background and U.S. Policy: [Erişim: 06.01.2021 In Brief <https://fas.org/sgp/crs/row/R45122.pdf>]

Afganistan Haritası (AH) (2021) [Erişim: 12.01.2021, <http://www.turkiye-rehberi.com/afganistan-haritasi.asp>]

Afganistan Maden Bakanlığı (AMB) (2020).

Afghan Meteorological Authority(AMA) (2021). [Erişim: 15.01.2021, <http://www.amd.gov.af/>]

Afganistan’da iklim ve hava durumu (AİVHD) (2021). [Erişim: 21.04.2021, <https://gezimanya.com/afganistan/afganistanda-iklim-ve-hava-durumu>]

AGS (Afghanistan Geological Survey), *Geological Map of Afghanistan*. Scale: 1:500 000 Ministry of Mining and Industry of Afghanistan, 1977.

Alamyar, K.M., (2014). Renewable Energy for Sustainable Development Economic, Policy Directorate Ministry of Economy. S. 28.

Ahmadzai,S., McKinna, A., (2018). Afganistan electrical energy and trans-boundary water systems analysis:, Challenges and opportunities Energy Repots, b.4. s. 435-469.

Anmar (2017). "Solar power in Afghanistan to get \$44.76 million boost". S. 25.

Anwarzai, M.A., (2018). *Research and analysis of Afghanistan’s wind, solar , and geothermal resources potential*,(2018). [Erişim: 12.11.2020, https://tuat.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=1487&item_no=1&attribute_id=16&file_no=1]

Anwarzai,N. (2017) “Utility-scale implementable potential of wind and solar energies for Afghanistan using GIS multi-criteria decision analysis”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Cilt 71, S.29.

Ashraf, A.R., (2009). *Energy Sector Afghanistan: Importance of Renewable Energy for Afghanistan, Renewabl Energy for Sustainable Development; International Conference in*

Dushanba (Tajikistan);, [Erişim: 12.04.2021 https://carnegieendowment.org/files/Presentation_%20Ashraf.pdf.]

Banks, D. (2014). "A Hydrogeological Atlas of Faryab Province, Northern Afghanistan. Donya gazetesi s. 5.

Canadian Association of Petroleum Producers(CAOPP) (2012). *Upstream dialogue: The facts on natural gas(TFONG)*. *Spectra Energy* (2015). "Natural gas 101. [Erişim: 09.10.2020, <http://www.spectraenergy.com/Natural-Gas-101/>]

Canadian Energy Pipeline Association (CEPA) *Types of pipelines* (2010). [Erişim: 12.09.2020, <http://www.cepa.com/about-pipelines/types-of-pipelines>]

Carrion, J., Aran, E., Espin, A., Dolas,F., Aznar,T.,Zamorano,M., Rodriguez,M., Ridao,A., & Ramos. (2008) Environmental decision–support system for evaluating the carrying capacity of land areas: optimal site selection for grid connected photovoltaic power plants, *Renew Sustain Energy Rev* s. 58-80.

Chester, A R., Crone, A.J., Machette, M.N., Haller, K.M., &Rukstales, K.S, (2007). "Map and database of probable and possible Quaternary faults in Afghanistan" *U.S. Geological Survey Open-File* S. 1-39.

Comprehensive Oil & Gas Conference & Exhibition (2021). [Erişim: 22.02.2021 <https://www.eia.gov/international/overview/country/AFG>]

Crook, J. A., Jones, L. A., Forstera, P. M., & Crook, R., (2011). Climate change impacts on future photovoltaic and concentrated solar power energy output. *Energy Environ. S.* 32-38.

Çengel, Y. A., Byard, W., Dinçer, İ., (2002). Is Bigger Thermodynamically Better. *Exergy, An International Journal* B. 2, S. 687-702

Da Afganistan Breshna Sherkat (DABS), *Afganistan İslam Cumhuriyeti'nin şirketler ve sınırlı sorumluluklar kanunu altında kurulmuş bağımsız ve özerk bir şirkettir.* [Erişim: 12.03.2021, <https://main.dabs.af/>]

Dünyadaki doğalgaz rezervlerinin durumunu incelemesi (DDRDİ) (2013) [Erişim: 20.04.2021, <https://www.enerjiatlası.com/rezerv/dunya-dogalgaz-rezervi.html>]

Tamzok, N., (2019). Dünya ve Türkiye’de kömürv. S. 16.

- EİA** **Afganistan** (2021). [Erişim: 12.01.2021, <https://www.eia.gov/international/overview/country/AFG>]
- Elliott, D.**, (2016). South Asia Regional Initiative for Energy Cooperation and Development (SARI-Energy), *Wind Resource Assessment and Mapping for Afghanistan and Pakistan*. S. 16-23. [Erişim: 22.01.2021, https://www.nrel.gov/international/pdfs/afg_pak_wind_june07.pdf]
- Ershad, A.M.**, (2017). Institutional and Policy Assessment of Renewable Energy Sector in Afghanistan S. 34-38. [Erişim: 25.12.2020, <http://downloads.hindawi.com/journals/jre/2017/5723152.pdf>]
- Fahmi, A., Upham, P.**, (2017). The renewable energy sector in Afganistan: Policy and potential, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, WIREs, Cilt 7, S. 1-9.
- GAZBİR.**(2017). Doğal Gaz Dağıtım Sektörü Raporu. [Erişim: 01.11.2021, <https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/2017-Yili-Dogal-Gaz-Dagitim-Sektoru-Raporu.pdf>]
- Güdül, S.**, (2020) Orta Asya’da Yeni Büyük Oyun’un Anahtarı: *Afganistan* S. 25. [Erişim: 11.01.2021, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bader/issue/59113/850686>]
- Haag, K.** (2012). Department of Defense creates ‘*Distributed Renewable Energy*’ model to uplift rural communities in Afghanistan. *World Renewable Energy* S. 13-19.
- Haidari, A.**, (2020), Renewable Energy (Solar) and its Impact on Rural Households’ Welfare (*Case Study of Badakhshan Province, Afghanistan*). [Erişim: 15.01.2021, https://www.researchgate.net/profile/Ajmal_Haidari/publication/344448391_Renewable_Energy_Solar_and_its_Impact_on_Rural_Households%27_Welfare_Case_Study_of_Badakhshan_Province_Afghanistan/links/5fb7cebb458515b7975627f6/Renewable-Energy-Solar-and-its-Impact-on-Rural-Households-Welfare-Case-Study-of-Badakhshan-Province-Afghanistan.pdf]
- Harputlugil, G.** (2014). Bina Enerji Performansı Değerlendirme Araçları-Enerji Simülasyonu. S. 144.
- Hepbaşlı, A.**, (2003). Güneş Enerjili Sistemlerde Ekserji Analizinin Gerekliliği ve uygulanması.: S. 197-206.

- Hussainzada, W.,** (2021) Hydrological Modelling for Water Resource Management in a Semi-Arid Mountainous Region Using the Soil and Water Assessment Tool: A Case Study in Northern Afghanistan. S.15. [Erişim: 29.08.2020, <https://www.mdpi.com/2306-5338/8/1/16/pdf>]
- IEA-Coal Information Overview (CIO)** (2020) [Erişim: 26.12.2021, https://enerji.mmo.org.tr/wp-content/uploads/2020/08/IEA-Coal_Information_Overview_2020_edition.pdf]
- IRSOA.,** Islamic Republic state of afghanistan. Ministry of Energy and Water (2018) [Erişim: 06.01.2021, <https://www.saarcenergy.org/wp-content/uploads/2018/05/Afghanistan-delegate.pdf>]
- Dünya gazetesi** (2013) Islamic Republic state of Afghanistan, Power Sector Master Plan, S. 4.
- Jafar Laame, G., Rahimy, W., Yerel Kandemir, S., & Acikkalp, E.** (2021). *Assessment of Greenhouse Heating/Cooling via Heat Pump for Herat-Afghanistan. Renewable Energy Research and Application*, S. 129-135.
- Jahangiri,M., Ghaderi,R., Haghani,A., Nematollahi,O.,** (2016). Finding the best locations for establishment of solar-wind power stations in Middle-East using GIS: a review. *Renew Sustain Energy Rev* S. 28. [Erişim: 21.09.2020, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.069>]
- Jahangiri,M., Nematollahi,O., Sedaghat,A., Saghafan,M.,** (2015) Techno-economical assessment of renewable energies integrated with fuel cell for off grid electrification: S. 43.
- Jaupart,C., Labrosse, J., ve Mareschal, C.** (2007). *Temperatures, heat, and energy in the mantle of the earth” Treatise on geophysics* 7: 223-270.
- Jung,W., Brozena,J., ve Peters, M.** (2012). Predicting gravity and sediment thickness in Afghanistan. *Geophysical Journal International*. S. 586-601.
- KANDIRMIş, G., COşKUN, S., & YAMANKARADENİZ, N.** (2017) Güneş enerjisi ve ısı pompası destekli bir su ısıtma sisteminin simülasyonu. S. 15-20.
- Kavaz, İ.,** (2019). Sürdürülebilirlik politikaları çerçevesinde enerji verimliliği S. 12. [Erişim: 21.02.2021, <https://setav.org/assets/uploads/2019/07/A287.pdf>]
- Ludin,G.A., Amin M.A., Aminzay,A., Senjyu,T.,** (2017a). *Theoretical Potential and Utilization of Renewable Energy in Afghanistan, AIMS Energy*, Cilt 5, S. 1-19. [Erişim: 17.03.2021, <http://www.aimspress.com/article/10.3934/>]

Ludin,G.A., Matayoshi,H., Danish,M.S.S., Yona,A., Senjyu T., (2017b). *Hybrid PV/Wind/Diesel Based Distributed Generation for an Off-Grid Rural Village in Afghanistan. Journal of Energy and Power Engineering*, Cilt 11. S. 85-94.

Map of Herat Province showing the distribution of lupoid cutaneous leishmaniasis (LCL) by districts in Herat Province, western Afghanistan,(2021). [Erişim: 11.04.2021, https://www.researchgate.net/figure/Map-of-Herat-Province-showing-the-distribution-of-lupoid-cutaneous-leishmaniasis-LCL-by_fig1_289512829]

Map of kandahar afghanistan (2021). [Erişim: 22.05.2021, <https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/interactive/2010/06/09/world/20100609-kandahar-map.html?ref=asia>]

Milbrandt, A., Overend, R., (2011). Assessment of Biomass Resources in Afghanistan, National Reneable Energy Laboratory S. 25. [Erişim: 22.11.2020, <https://www.nrel.gov/docs/fy11osti/49358.pdf>]

Mohmand. R. Mohan. A. (2020) Potential of Solar Energy in Afghanistan S. 13-19 [Erişim: 25.10.2020, <https://www.bibliomed.org/mnsfulltext/197/197-1596860316.pdf?1623576041>]

Musleh,A.J., (2016). Renewable Energy Department, SAARC Work shop on Application of on-grid Biogas Technology, Ministry of Energy and Water, *Kabul Afghanistan*. S. 21-25. [Erişim: 08.012.2020, <http://www.saarcenergy.org/wp-content/uploads>]

Nasratii,A.A.,(2015). Sustainable Energy for All Afghanistan, SE4ALL ConsultationvWorkshop. S. 21. [Erişim: 24.01.2021, <https://d2oc0ihd6a5bt.cloudfront.net/wp-content/uploads/sites/2015/06>]

Nehayee, S., (2017). Kırsal Afganistan için yenilenebilir enerji stratejisi. S. 33. [Erişim: 21.08.2020, <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/AFG184368.pdf>]

Peck, R., (1969). Advantages and limitations of the observational method in applied soil mechanics. S. 21-27.

Rasuli,M.A., Torii, S., (2021).Feasibility of solar air conditioning system for Afghanistan's climate. S. 45. [Erişim: 04.02.2021,https://www.academia.edu/download/66170901/156_163.pdf]

Saba,D.S., Najaf, M.E., Musazai,A.M., ve ark. (2004). Geothermal Energy in Afghanistan, Prospects and Potential. S. 49.

Sadid, M. A. (2019). Afganistan Ekonomisinin kalkınmasında Enerjinin rolü Ve önemi (*Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi*. S. 15.

Samadi,A.R., (2011). Energy Consumption and Available Energy Resources in Afghanistan, Da Afghanistan Breshna Sherkat. S. 17-23. [Erişim: 19.03.2021, https://www.usea.org/sites/default/files/event-file/522/Afghan_Power_Sector_Briefing_June_2011.pdf]

Sherzai,A., (2017). Energy Experts of the Future: Afganistan. S. 16. [Erişim: 29.05.2021, <http://www.af.undp.org/content/afghanistan/en/home/ourwork/environmentandenergy/successstories/energy-experts-of-the-future.html>]

Shirzad, A.M., Tarhan, İ., (2019).Afganistan'ın Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Teorik Potansiyelleri ve Kullanım Kapasiteleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,S.9.[Erişim: 26.12.2020,<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/726809>]

Slimankhil, A K., Anwarzai, M. A., Sabory, N. R., (2020). Renewable energy potential for sustainable development in Afghanistan. S.45-49. [Erişim: 06.03.2021, https://www.researchgate.net/publication/341959086_Renewable_energy_potential_for_sustainable_development_in_Afghanistan]

Snallen,W.B., Schravel,A., (2004). Working with farmers. S.23. [Erişim: 12.05.2021, <http://www.newatereducation.nl/file.php/1/HowToTeach/AlterraRapport1096-1.pdf>]

The New York Times (2015) S. 5. [Erişim: 21.12.2020, <https://www.nytimes.com/interactive/2015/12/09/upshot/top-stories.html?mtrref=www.google.com&gwh=DE7F6BAF2F26E3349D0A1BA8F768216C&gwt=regi&assetType=REGIWALL>]

TOKUÇ, A. (2009). Bina Enerji Benzetim Araçları ve seçim ölçütleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, S. 19-30.

Ülkelere Göre Dünya Petrol Rezervi (2020). S. 6. [Erişim: 23.02.2021, <https://www.enerjiatlası.com/rezerv/dunya-petrol-rezervi.html>]

Ünal, F., (2009). Bir Termik Santralin Ekserji Analizi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S. 32.

Wnuk, C., (2015). Coal resource potential of Afghanistan.

