



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENERJİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**AFET SONRASI KONAKLAMA TESİSLERİNİN ENERJİ İHTİYACININ
GİDERİLMESİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇÖZÜM ÖNERİSİ**

Muammer ŞAHİNER

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Aralık 2022**

AFET SONRASI KONAKLAMA TESİSLERİNİN ENERJİ İHTİYACININ
GİDERİLMESİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇÖZÜM ÖNERİSİ

Muammer ŞAHİNER

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Enerji Yönetimi Anabilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr.Üyesi Fatma Didem TUNÇEZ

Konya
Aralık 2022

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğumu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir.²

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

22 Aralık 2022

Muammer ŞAHİNER

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

² MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ay aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

³ MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez/Proje Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Dr. Öğr. Üyesi Fatma Didem TUNÇEZ danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin/projemimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

22 Aralık 2022

Muammer ŞAHİNER

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmamda bana yol gösteren, destek ve emeklerini esirgemeyen tez danışmanım, Değerli Hocam Dr. Öğr. Üyesi Fatma Didem TUNÇEZ' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca beni destekleyen, sürekli arkamda güç bulduğum değerli eşim Tuğba ŞAHİNER, bu yoğun çalışma sürecimde moral ve motivasyon kaynağım olan oğlum Tuğkan ŞAHİNER; iyi ki varsınız.

Son olarak hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, haklarını asla ödeyemeyeceğim annem, babam ve kardeşlerime teşekkürlerimi sunarım.

22 Aralık 2022

Muammer ŞAHİNER

ÖZET

Muammer ŞAHİNER

AFET SONRASI KONAKLAMA TESİSLERİNİN ENERJİ İHTİYACININ GİDERİLMESİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇÖZÜM ÖNERİSİ

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2022

Türkiye coğrafi konum nedeniyle deprem başta olmak üzere yangın, heyelan, su baskını gibi doğal afetler bakımından risk altında bulunmaktadır. Afetler; evleri, işyerlerini ve çevreyi tahrip ederek insani faaliyetleri durduran felaketleri yaşatabilmektedir. Afetler hiç uyarı olmadan gerçekleşebilir, can ve mal kaybına yol açabilir. Muhtemel bir afet sonrası can ve mal kayıplarını en aza indirebilmek için afet öncesi planlama-risk azaltma ve hazırlık aşamaları ile afet sonrası müdahale ve iyileştirme aşamaları afet yönetiminin aşamalarını oluşturmaktadır.

Afet sonrası iyileştirme, afet yönetim sisteminin en önemli unsurudur. Van, Elazığ ve İzmir’de yaşanan büyük afetler sonrasında iyileştirme çalışmalarında yaşanan en büyük sorun barınma olmuştur. İyileştirme aşamasında afet bölgesinde yaşanan ağır kış şartları, şehir merkezine uzaklık, trafo yetersizliği, ısınma, aydınlatma ve sıcak su gibi alt yapı yetersizliği sebebiyle enerji mevcudiyet ve erişilebilirliğinde oluşan risklerin önlenmesi; insani ihtiyaçların karşılanması açısından önem arz etmektedir. Bu doğrultuda muhtemel afet sonrası yapılan konaklama merkezlerinde kullanılacak alternatif enerji kaynakları bulunmalıdır.

Bu çalışmada barınma merkezlerinde kurulması planlanan konteynerlerin güneş panelleri sistemine entegrasyonu üzerinde veriler değerlendirilerek gelecekte yapılması planlanan barınma merkezleri için karar verici bir yol haritası çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler

Afet, barınma merkezleri, yenilenebilir enerji

ABSTRACT

Muammer ŞAHİNER

A SUSTAINABLE SOLUTION PROPOSAL TO MEET THE ENERGY NEED OF ACCOMMODATION FACILITIES POST DISASTER

Master's Thesis

Konya, 2022

Turkey is at risk in terms of natural disasters such as earthquakes, fires, landslides, and floods due to Turkey's geographical location. Disaster can cause a catastrophe, stops humanitarian activities by destroying buildings and the environment. Disaster happens without warning and causes loss of life and property. Pre-disaster planning, risk reduction, and preparation stages, post-disaster intervention, and recovery stages constitute the stages of disaster management to minimize the loss of life and property following a possible disaster.

Post-disaster recovery is the most important element of the disaster management system. After major disasters such as Van, Elazığ, and İzmir, the biggest problem experienced in the improvement works was shelter. Energy needs can also cause major problems during the recovery phase. In the recovery process, preventing the risks of energy availability and accessibility due to severe winter conditions, distance from the city center, lack of transformers, and inadequate infrastructure such as heating, lighting and hot water in the disaster area; Finding alternative energy sources is important in terms of meeting human needs.

In this study, by evaluating the data on the integration of the containers planned to be established in the shelter centers with the solar panel system and a decision-making road map for the shelters planned to be built in the future has been drawn.

Keywords

Alternative energy resources, solar energy, disaster management

İÇİNDEKİLER

BİLDİRİM	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER DİZİNİ.....	xiv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
1. GİRİŞ	1
2. TÜRKİYE’DE ENERJİ KAYNAKLARININ DURUMU.....	5
2.1. Türkiye’de Enerji Kaynaklarının Kullanım Dağılımı	6
3. YENİLENEMEZ (TÜKENEBİLİR) ENERJİ KAYNAKLARI	8
3.1. Kömür.....	8
3.2. Petrol	9
3.3. Doğalgaz.....	11
4. YENİLENEBİLİR (TÜKENMEYEN) ENERJİ KAYNAKLARI	13
4.1. Hidrojen Enerjisi	14
4.2. Jeotermal Enerji.....	15
4.3. Biyokütle Enerjisi.....	17
4.4. Dalga Enerjisi	19
4.5. Rüzgar Enerjisi	19
4.6. Güneş Enerjisi	21
5. GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ	25
5.1. Yoğunlaştırıcı Isıl Sistemler	25
5.1.1. Isıl güneş enerjisi teknolojileri.....	25
5.1.2. Parabolik oluklu kolektörler	26
5.1.3. Parabolik çanak sistemler	26
5.1.4. Merkezi alıcılı (kule) sistemler	27
5.1.5. Fotovoltaik güneş teknolojileri	28
6. AFET KAVRAMI.....	30

6.1. Doğal Kaynaklı Afetler	32
6.1.1. Deprem	32
6.1.2. Heyelan ve Kaya Düşmesi.....	34
6.1.3. Sel ve Su Baskını	36
6.1.4. Çığ	36
6.2. İnsan Kaynaklı Afetler	38
7. AFET YÖNETİMİ.....	39
8. TÜRKİYE’DEKİ GEÇİCİ BARINMA MERKEZLERİ.....	46
8.1. Van Depremi Sonrası Geçici Barınma Merkezleri.....	46
8.2. Elazığ Depremi Sonrası Geçici Barınma Merkezleri	47
8.3. İzmir Depremi Sonrası Geçici Barınma Merkezleri.....	48
8.4. Suriye’den Göç Nedeniyle Kurulan Geçici Barınma Merkezleri	49
9. TÜRKİYE’ DEKİ GEÇİCİ BARINMA MERKEZLERİNE KURULAN KONTEYNERLERİN STANDARTLARI.....	51
10. YÖNTEM.....	55
11. BULGULAR.....	57
11.1. Güneşlenme Süreleri	57
11.2. Güneşlenme Işınım Şiddeti	59
11.3. Güneş Paneli Sisteminin Afet Konutlarına Entegrasyonu	62
11.4. Güneş Paneli Sisteminin Kurulması.....	65
11.5. Güneş Paneli Sisteminin Maliyet Analizi ve Sonuçlar	67
12. SONUÇ	71
13. ÖNERİLER.....	73
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	80

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. 1966-2021 tarihleri arasında Türkiye’de yaşanan Mag=6’dan büyük depremler	2
Tablo 2. 2020 Yılı Türkiye enerji dengesi	5
Tablo 3. Türkiye yıllara göre enerji kaynak üretimi	5
Tablo 4. Yenilenebilir enerji çeşitleri ve enerji kaynağı	6
Tablo 5. Dünya petrol rezervlerinin 2019 yılı itibarı ile ön görülen kullanım süreleri...	10
Tablo 6. 2019 yılı ön görülen doğalgaz rezerv ömrü	12
Tablo 7. Türkiye'deki bölgesel ısıtma	17
Tablo 8. Biyokütle enerjisinde kullanılan çevrim yöntemleri, bu çevrimlerden elde edilen enerjinin uygulama alanları	18
Tablo 9. 2009-2019 yılları arasındaki hız-ivme ölçer istasyonu sayıları.	33
Tablo 10. Van geçici barınma merkezleri	46
Tablo 11. Elazığ geçici barınma merkezleri	47
Tablo 12. İzmir geçici barınma merkezleri	48
Tablo 13. Geçici barınma merkezleri	49
Tablo 14. Senaryo tanımlamaları	56
Tablo 15. Konteynerlerde günlük kullanılan cihazların enerjisi	64
Tablo 16. TT320 güneş paneline ait performans değerleri	65
Tablo 17. İstanbul İli konteynerler için GPS 'nin ekonomik analizi	67
Tablo 18. İzmir İli konteynerler için GPS 'nin ekonomik analizi	68
Tablo 19. Elazığ İli konteynerler için GPS 'nin ekonomik analizi	68
Tablo 20. Van İli konteynerler için GPS 'nin ekonomik analizi	68
Tablo 21. İllere göre üretilecek toplam enerji miktarı	69
Tablo 22. GPS’ nin birim elektrik fiyatı (TL/Wh)	69
Tablo 23. GPS’ nin sağlayacağı ekonomik tasarruf	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Türkiye'de enerji üretiminin kaynaklar bazında dağılımı	6
Şekil 2. Türkiye'de enerji tüketiminin kaynaklar bazında dağılımı	7
Şekil 3. Kömürün sektörel dağılımı	9
Şekil 4. Türkiye'nin 2000-2019 dönemi ham petrol üretimi (Milyon Ton)	10
Şekil 5. Doğalgaz rezervleri 2019 yılı için dağılımı	11
Şekil 6. 2019 yılı bölgelerin doğalgaz rezervleri	12
Şekil 7. Türkiye'de kurulu güç gelişimi (GW)	13
Şekil 8. Hidrojen enerji sistemleri.....	14
Şekil 9. Türkiye'deki jeotermal kaynaklar ve bölgeler.....	15
Şekil 10. Türkiye'deki toplam elektrik üretimi içerisindeki yüzdelik payı (%).....	16
Şekil 11. Türkiye'deki jeotermalden elektrik üretimi.....	16
Şekil 12. Biyokütle enerji dönüşümü	18
Şekil 13. Türkiye'deki rüzgar gücünün bölgelere dağılımı (MW).....	19
Şekil 14. Türkiye'deki rüzgar enerji santrallerinin yıllık kurulumu (MW).....	20
Şekil 15. Türkiye'nin yıllara göre RES kurulu gücü (KW)	20
Şekil 16. Güneş hücreleri	21
Şekil 17. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi	22
Şekil 18. Toplam güneş radyasyonu	23
Şekil 19. Türkiye'nin aylara göre güneşlenme süreleri (saat/gün).....	23
Şekil 20. GES sisteminin değerlendirilebileceği çatı alanları	24
Şekil 21. Isıl güneş enerji sistemleri	25
Şekil 22. Parabolik oluk sistemleri	26
Şekil 23. Parabolik çanak sistemleri	27
Şekil 24. Kule tipi güneş sistemleri	27
Şekil 25. Fotovoltaik güneş teknolojileri	28
Şekil 26. Afet tehlike oluşumu.....	30
Şekil 27. İnsan ve doğal kaynaklı afetler	31
Şekil 28. Türkiye ve çevresinde 1990-2023 yılları arasında meydana gelen $M_{ag}>5.0$ depremler.....	33
Şekil 29. Türkiye ve çevresinde 2009-2019 yılları arasında meydana gelen depremler	34
Şekil 30. Türkiye Heyelan Haritası	35
Şekil 31. İl Bazında heyelan ve kaya düşme sayıları	35

Şekil 32. İl Bazında sel ve su baskını sayıları.....	36
Şekil 33. Çığ oluşumu.....	37
Şekil 34. İl bazında çığ oluşum sayıları.....	37
Şekil 35. Afet yönetimi.....	40
Şekil 36. Risk ve zarar azaltma öngörülebilirliği.....	41
Şekil 37. Müdahale çalışmaları.....	42
Şekil 38. Afet ve acil koordinasyon şeması.....	45
Şekil 39. Van geçici barınma merkezi.....	46
Şekil 40. Elazığ geçici barınma merkezi.....	47
Şekil 41. İzmir geçici barınma merkezi.....	48
Şekil 42. Şanlıurfa Geçici barınma merkezi.....	50
Şekil 43. Tek katlı konteyner.....	53
Şekil 44. Çift katlı konteyner.....	54
Şekil 45. Konaklama merkezleri için tasarlanan konteyner.....	55
Şekil 46. İstanbul İli güneşlenme süreleri (saat).....	57
Şekil 47. İzmir İli güneşlenme süreleri (saat).....	58
Şekil 48. Elazığ İli güneşlenme süreleri (saat).....	59
Şekil 49. Van İli güneşlenme süreleri (saat).....	59
Şekil 50. İstanbul İli güneşlenme ışıyınım şiddetleri (KWh/m ²).....	60
Şekil 51. İzmir İli güneşlenme ışıyınım şiddetleri (KWh/m ²).....	60
Şekil 52. Elazığ İli güneşlenme ışıyınım şiddetleri (KWh/m ²).....	61
Şekil 53. Van İli güneşlenme ışıyınım şiddetleri (KWh/m ²).....	62
Şekil 54. Güneş Paneli Sisteminin (GPS) dış gösterim şekli.....	62
Şekil 55. Afet yaşam konteyneri.....	64

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
m^2	Metrekare
KW	Kilowatt
GWh	Gigawatt saat
GW	Gigawatt
KWh	Kilowatt saat
AC	Alternatif akım
DC	Doğru akım
η_{GP}	Güneş panelinin verimi
$P_{mak.}$	Maksimum güç
$V_{mak.}$	Maksimum volt
$I_{mak.}$	Maksimum akım
E_{GP}	GP Günlük ürettiği enerji
Mag	Magnitüd
W_p	Güneş panelinin maksimum gücü
M_w	Moment büyüklüğü
KWs	Kilowatt saniye
₺	Türk lirası
\$	Amerika doları
H	Işınım değeri
η_{sis}	Sistem verimi
$\eta_{akü}$	Akü verimi
η_{inv}	İnverter verimi
A_k	Akü kayıpları
V_a	Akü gerilimi
K_a	Akü kapasitesi
$\zeta_{kayıpları}$	Çevrim kayıpları
$GG_{süresi}$	Günlük güneşlenme süresi
g	Birim enerji başına düşen maliyet
C_k	Yıllık sermaye
C_m	Yıllık işletme bakım giderleri
C_f	Yıllık yakıt giderleri

C_t	Birim enerji başına düşen maliyet
a	Amortisman
n	Toplam ömür süresi
i	Faiz
I	Yıllık ortalama ışınım değeri
A	Panel yüzey alanı
MW	Megawatt
VA	Voltamper
W	Watt
Wh	Watt saat
V	Volt
i	Faiz
p	25 yıllık elektrik faturası faizsiz
S	25 yıllık elektrik faturası faizli
m^3	Metreküp
km	Kilometre
A ₁	İstanbul için seneryo
A ₂	İzmir için seneryo
A ₃	Elazığ için seneryo
A ₄	Van için seneryo
Hz	Hertz

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
EPDK	Enerji Piyasası Denetleme Kurulu
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
RES	Rüzgar Elektrik Santrali
GPS	Güneş Paneli Sistemi
GEPA	Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
GPA	Güneş Paneli Alanı
GES	Güneş Elektrik Sistemi
TSKB	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş
TMMOB	Türkiye Mimarlar ve Mühendisler Odası Başkanlığı
TÜREB	Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
CSP	Odaklanmış Güneş Enerjisi
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
GP	Güneş Paneli
PV	Fotovoltaik
GBM	Geçici Barınma Merkezi

1. GİRİŞ

Türkiye sahip olduğu jeolojik, tektonik, meteorolojik, sismik, topografik ve iklimsel yapısı nedeniyle deprem başta olmak üzere su baskını, sel, kaya düşmesi ve heyelan gibi doğal afetlerle sıklıkla karşı karşıya kalan bir ülkedir. Türkiye meydana gelen depremlerde insan kaybı açısından dünyada üçüncü, depremden etkilenen insan sayısı açısından sekizinci sıradadır. Ortalama olarak her yıl büyüklüğü 5 ile 6 arasında değişen en az bir deprem yaşanmaktadır (AFAD, 2018).

Afet; insan hayatı için ekonomik, sosyal ve fiziksel kayıplar meydana getiren, insan faaliyetlerini durduran ya da kesintiye uğratan, normal yaşamı etkileyen doğal ve insan kökenli olaylar olarak tanımlanmaktadır (Ergünay, 1996). İnsanların hayatlarını ve yaşam kalitelerini etkileyen afet türlerinin çoğunluğu tabiatın kaynaklanmaktadır. Yıkım, hasar ve zarara yol açan hadiseler afet, birden fazla afet çeşidinin meydana gelmesine ise afet denir. Afet çok sayıda insanın ve yaşayan diğer canlıların zarar görmesidir. Afet türlerinin geneli risk yönetimi ile bilinse de önlenmesi veya meydana gelmesi durumunda durdurulması mümkün değildir (Özçelik, 2020).

Afetler, insan kökenli ve doğal afetler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Doğal afetler deprem başta olmak üzere sel, yangın, kaya düşmesi, kasırga, tayfun, heyelan gibi doğal olaylardır. İnsan kökenli afetler patlama, çevre kirlenmesi, trafik kazaları, savaş sebebiyle oluşan zorlayıcı göçlerdir (Acerer, 1999).

Afet türleri genellikle zincirleme olarak birbirini izler ve afet türlerine genellikle yalnız başına rastlanmaz. Örneğin; deprem sadece yer hareketlerinden meydana gelen yıkılmalar ve bu yıkılmaların ortaya çıkardığı hasarlardan ibaret değildir. Yıkılmalar sonrası depremi yangın, toprak kayması, sel gibi doğal afetler izlemektedir. Türkiye’de doğal afetler etkilerine göre deprem, heyelan, su baskınları, kaya düşmeleri, yangın, çığ, fırtınalar, yer altı suların yükselmesi olarak sıralanmaktadır (Ergünay, 1996).

Afetler toplumsal hayatı etkilemekte, can ve mal kaybına yol açmaktadır. Afet sonrası ilk evresinde, afetten etkilenmiş afetzedelerin sağlık, gıda ve barınma gibi sorunları ile karşılaşmaktadır. Afetler süresi ve durumuna göre toplumu ve işletmelerin gelirlerini doğrudan etkilerler. Bu zincir reaksiyon sonucunda aile gelirlerinde ve işletmelerin üretiminde düşmeler gözlenmektedir. Afetten sonraki dönemde ise; gelir dağılımında eşitsizlik, enflasyon ve salgın hastalıkların artmasına yol açabilmektedir (Bazoğlu, 1980).

Afetlerin etkileri doğrudan en fazla konut sektörü üzerinde görülmektedir (Sey ve Tapan, 1987).

Acil barınma afetin etkilerine maruz kalmış afetzedelerin kısa sürede, temel barınma ihtiyaçlarının sağlıklı biçimde karşılanmasıdır. Bu amaçla hangarlar, spor salonları, yurtlar gibi alanlara kurulacak çadır ya da konteyner kentlerle afetzedelerin barınma ihtiyaçları karşılanmaktadır (AFAD, 2018). Geçici barınma alanları, önceden planlaması yapılmış ve muhtemel afet sonrasında afetzedelerin geçici süreliğine barınmaları ve doğal koşullardan korunarak konfor koşullarında hayatlarını devam ettirebilmeleri için en iyi yaşam şartlarının sağlandığı barınma alanlarıdır (Maral, 2016).

Türkiye, deprem afeti sonrası 25 farklı ilde çadır ve konteyner malzemelerinin saklandığı malzeme depolarından geçici barınma ihtiyacını karşılamaktadır (AFAD, 2018). Son yetmiş yıl içinde doğal afetler sonucu istatistikleri dikkate alındığında, hasarların %60'ının depremler, %16'sının heyelan, %13'ünün su baskınları, %5'inin kaya düşmeleri, %4'ünün yangınlar ve %2'sinin çığ, fırtına vb. gibi afetler sonucu meydana geldiği görülmektedir (Songür, 2000).

Depremler geçmişten geleceğe yerkürenin hareketlenmesi ile devam edecektir. Depremler tehlike oluşturur ve bu durum karşısında ne gibi önlemler alınması gerektiği bilinmelidir. Depremin etkilerinden kurtulmak için insanlar doğru planlama ve risk yönetimi ile zarar görmeden normal yaşantılarına devam edebilirler. Geçmiş tarihimize bakıldığında 1966-2021 yılları arasında magnitüd ölçeğine göre büyüklüğü 6'dan büyük depremler incelendiği zaman 62905 can kaybı ve 526588 adet az, orta ve ağır hasarlı bina görülmekte ve durum çok parlak gözükmemektedir (<http://www.koeri.boun.edu.tr>,2022). Depremler için her zaman bir felaketle yıkıcı afet olarak karşımıza çıkmaktadır. Depremin afete dönüşmemesi ancak bilinçli birey ve toplum, deprem merkezli eğitim, kanun ve koordinasyonun sağlanmasıyla olacaktır (Bayraktar vd., 2019).

Tablo 1. 1966-2021 tarihleri arasında Türkiye'de yaşanan Mag=6'dan büyük depremler

Tarih	Oluş Zamanı	Yer	Şiddet	Mag	Can Kaybı	Hasarlı Bina
19.08.1966	14.22	Varto (Muş)	IX	6.9	2396	20007
28.03.1970	23.02	Gediz (Kütahya)	IX	7.2	1086	19291
22.05.1971	18.43	Bingöl	VIII	6.8	878	9111
06.09.1975	12.20	Lice (Diyarbakır)	VIII	6.6	2385	8149
24.11.1976	14.22	Muradiye (Van)	IX	7.5	3840	9232

1966-2021 tarihleri arasında Türkiye’de yaşanan Mag=6’dan büyük depremler (devamı)

28.03.1978	03.48	Alaşehir (Manisa)	VIII	6.5	53	3072
30.10.1983	07.12	Erzurum-Kars	VIII	6.9	1155	3241
13.03.1992	19.08	Erzincan	VIII	6.8	653	8057
01.10.1995	17.57	Dinar (Afyon)	VIII	6.1	90	14156
27.06.1998	16.55	Ceyhan (Adana)	VIII	6.2	146	31463
17.08.1999	03.01	Gölcük (Kocaeli)	X	7.8	17480	73342
12.11.1999	18.57	Düzce	IX	7.5	763	35519
19.08.1966	14.22	Varto (Muş)	IX	6.9	2396	20007
22.07.1967	18.56	Mudurnu (Adapazarı)	IX	6.8	89	7116
03.09.1968	10.19	Bartın (Zonguldak)	VIII	6.5	29	2478
28.03.1970	23.02	Gediz (Kütahya)	IX	7.2	1086	19291
22.05.1971	18.43	Bingöl	VIII	6.8	878	9111
06.09.1975	12.20	Lice (Diyarbakır)	VIII	6.6	2385	8149
24.11.1976	14.22	Muradiye (Van)	IX	7.5	3840	9232
28.03.1978	03.48	Alaşehir (Manisa)	VIII	6.5	53	3072
30.10.1983	07.12	Erzurum-Kars	VIII	6.9	1155	3241
13.03.1992	19.08	Erzincan	VIII	6.8	653	8057
01.10.1995	17.57	Dinar (Afyon)	VIII	6.1	90	14156
27.06.1998	16.55	Ceyhan (Adana)	VIII	6.2	146	31463
17.08.1999	03.01	Gölcük (Kocaeli)	X	7.8	17480	73342
12.11.1999	18.57	Düzce	IX	7.5	763	35519
15.12.2000	18:44	Sultandağı (AFYON)	VII	5.8	6	547
3.2.2002	09:11	(AFYON) Çay	VII	6.4	44	622
1.5.2003	03:27	BİNGÖL	VIII	6.4	176	6000
25.3.2004	21:30	Aşkale(ERZURUM)	VII	5.6	9	1280
2.7.2004	01:30	Doğubayazıt (AĞRI)	VII	5.1	17	1000
23.10.2011	13:41	Van	VIII	7.2	644	17005
24.01.2020		Elazığ	VIII	6.8	41	18760
30.11.2020		İzmir	VII	6.6		2500

(Kaynak: <http://www.koeri.boun.edu.tr>, 2022)

Türkiye’de 1966-2021 yılları arasında Mag = 6.0’dan büyük 34 deprem meydana gelmiştir (Tablo 1). Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından depremlerin tarih, oluş zamanı, yer, şiddeti, can kaybı ve hasarlı binaları ile ilgili bilgiler tutulmaktadır.

Doğal ve insan kaynaklı afetler sonrası yapılan geçici barınma merkezlerindeki sorunların başında enerji ihtiyacının hızlı, güvenli ve ucuz bir şekilde giderilmesi gerekmektedir. Afet sırasında enerjinin kullanılabilirliği ve erişilebilirliği risklerinin afet öncesinde hesaplanarak bu risklerin giderilmesi için çalışmalar yapılması gerekmektedir. Afet sonrasında en hızlı şekilde karşılanması gereken enerji ihtiyaçlarının başında aydınlatma, ısınma ve sıcak su ihtiyacı gelmektedir. Olası bir afet durumunda bu sorunlar nedeniyle

insani ihtiyaçların karşılanması afetin durumu ve şiddetine göre değişkenlik gösterebilmektedir. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Başkanlığı tarafından büyükşehirlerde bulunan (Ankara, Konya, Afyon, Antalya, Bursa gibi) afet yaşam konteynerleri, afet durumunda afet bölgesine bu illerden sevk edilerek güvenli bölgelere montajı yapılmaktadır. Afetin olay, zaman ve yeri belli olmadığından enerji ihtiyaı ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca Türkiye deprem, fırtına, sel baskını gibi daha önce gerçekleşen afetlerden özellikle deprem afeti olası bölgelerinde enerji üretim tesislerinin ve Türkiye'nin büyük ölçekli endüstri tesislerinin büyük bir kısmının riskli bölgelerde olduğu göz önünde bulundurularak afet sırasında elektrik enerjisi, doğal gaz nakil hatları ve enerji üretim tesisleri zarar görme riskinin minimize edilmesi için de yapılacak planlamalarda enerji konusunun yerinde ve hızlı bir biçimde sağlanacak zm nerileri geliştirilmelidir. Bu bağlamda, afet sonrası barınma merkezlerinin enerji ihtiyaçlarının olduğu yerde özümlenmesi önem kazanmaktadır.

Güneş Panelleri Sisteminin tasarımı yerel şebekeden bağımsız net sıfır enerji tasarımına kıyasla neredeyse iki kat daha büyük bir PV sistemiyle sonuçlanmaktadır. Net sıfır enerji tasarımı yaşam döngüsüne ortalama %59 artış yönünde etki sağlamaktadır. Duyarlılık analizi, öngörülen iklim değişikliği etkileri yaşam döngüsü üzerinde kk bir etkiye sahip iken, bina yapı malzemelerinin potansiyel yeniden kullanımı kayda değer önemli vresel faydalar sağlamaktadır. Afet sonrası bölgelerde fosil yakıtlara dayalı elektrik enerji üretimi yerine net sıfır enerji tasarımına sahip konteyner kullanımı sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeli göstermektedir (Satola vd., 2020).

Net sıfır enerji tasarımı temel tasarıma kıyasla %86 daha düşük küresel ısınma potansiyel etkisiyle daha düşük yaşam döngüsü etkilerini sunar. Yerinde yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip net sıfır enerjili bir bina tasarımı yüksek düzeyde karbonize elektrik üretimi olan yerlerde yaşam döngüsü üzerindeki etkiyi büyük ölçüde azaltma potansiyeli göstermektedir (Atmaca, 2017).

Tez çalışmasında; afet sonrası kurulacak geçici barınma merkezlerinde enerji ihtiyaı karşılanması için afet yaşam konteynerlerine alternatif güneş enerjisi kaynağından yararlanılarak güneş panelleri sistemi entegresinin ekonomik analiz çalışması yapılmıştır. Geçici barınakların, net sıfır enerji bina olarak dizayn edilmesi ile afet yönetiminde yeni yaklaşımlar araştırılmış, olağanüstü durumlarda enerji güvenliğini sağlayacak, uzun dönemde iklim değişikliğine adaptasyon için net sıfır emisyon evler dizaynı yaklaşımına hizmet eden barınma merkezleri oluşturulması amaçlanmıştır.

2. TÜRKİYE'DE ENERJİ KAYNAKLARININ DURUMU

Türkiye enerji bakımından dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Türkiye ihtiyaç duyduğu enerjiyi karşılayabilecek ülke konumunda değildir. Doğalgaz ve petrol konusunda fakir bir ülkedir. 1970 yılında birincil enerji üretimi 15 Milyon Ton Eşdeğer Petrol (TEP)'dir. 2000 yılında 24.5 Milyon TEP, 2014 yılında bu rakam ise yaklaşık olarak 24 Milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. (ETKB, 2010-2014:12). Enerji Bakanlığı'na göre, enerjinin %75'i ithal edilmiştir. Bu kaynakların çoğunluğunu oluşturmada petrol ve doğalgaz ürünleri ilk sırada yer almaktadır.

Tablo 2. 2020 Yılı Türkiye enerji dengesi

Enerji Kaynağı	Yerli Üretim (Bin TON)	İthalat (Bin TON)	Elektrik Enerjisi Üretimi (GWh)	Kurulu Güç Kapasitesi (KW)
KatıYakıtlar	91.666	21.966	60.969	10.358
Petrol	3.203	18.247	323	312
Doğalgaz	458	48.126	70.931	25.675
Yenilenebilirler	17.392	0	134.396	68.461
Toplam	109.516	88.339	306.703	95.891

(Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2021)

Tablo 2'de görüldüğü üzere Türkiye'nin 2020 yılında ithal ettiği enerji değeri 88.339 TEP'dir. Enerji ithalatı içerisindeki petrol payı 18.247 TEP, doğalgaz 48.216 TEP'dir.

Tablo 3. Türkiye yıllara göre enerji kaynak üretimi

YILLAR	PETROL (bin ton)	DOĞALGAZ (milyon m³)	KÖMÜR (bin ton)	TOPLAM (bin ton petrol eşdeğeri)
2009	2.237	685	79.498	30.266
2010	2.544	682	73.399	32.425
2011	2.433	790	75.978	32.229
2012	2.324	632	71.461	31.964
2013	2.367	537	60.392	31.944
2014	2.354	502	65.249	31.049
2015	2.516	381	57.557	29.147
2016	2.573	367	71.552	32.055
2017	2.553	354	72.693	32.178
2018	2.851	436	82.186	34.138
2019	2.986	483	84.901	35.157
2020	3.203	458	72.703	33.198

(Kaynak: Enerji Bakanlığı,2022)

2011 yılı itibari ile doğalgaz dönüşümü ciddi bir şekilde artış göstermektedir. Bunun en önemli sebeplerinden biri ise şehirleşme ya da şehirlerde kullanımı yaygınlaşan doğalgaz

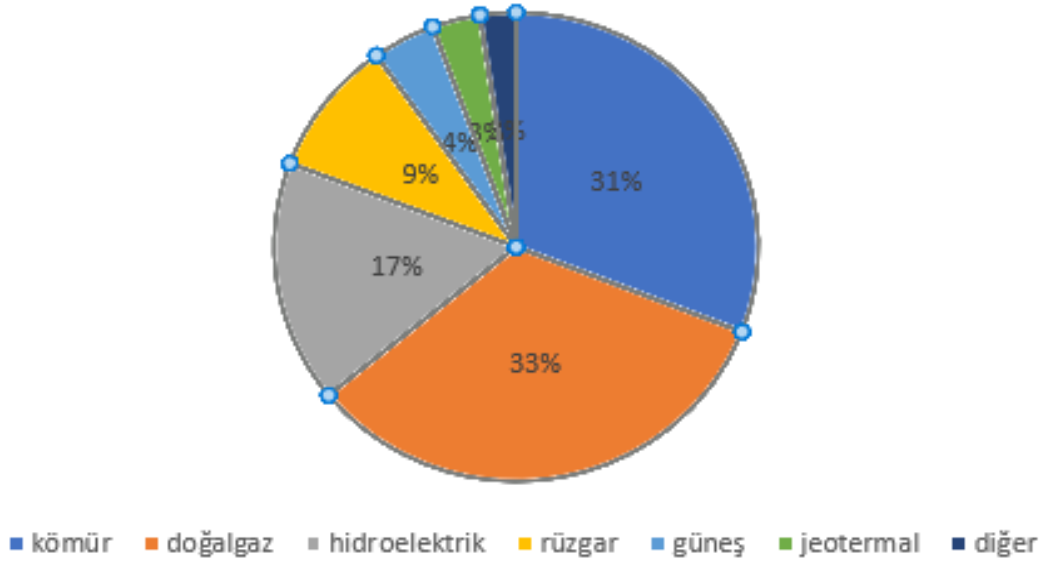
kullanımıdır. 2009-2014 arası petrol tüketimi ise birincil kaynak tüketiminde en fazla enerji konumunda iken 2009'dan sonraki yıllarda yerini doğalgaza bırakmıştır (Tablo 3).

2.1. Türkiye'de Enerji Kaynaklarının Kullanım Dağılımı

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin kaynaklar sunan önemli bir coğrafi konumda bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları başlıca rüzgar, hidrolik, güneş, dalga, hidrojen, jeotermal enerjileri olarak çeşitlendirilebilir (Tablo 4).

Tablo 4. Yenilenebilir enerji çeşitleri ve enerji kaynağı

YENİLENEBİLİR ENERJİ ÇEŞİTLERİ	ENERJİNİN KAYNAĞI
Güneş Enerjisi	Güneş
Rüzgâr Enerjisi	Rüzgâr
Jeotermal Enerji	Yer Altı Suları
Hidrolik Enerji	Nehir ve Akarsular
Biyokütle Enerjisi	Biyolojik Atıklar
Dalga Enerjisi	Okyanus ve Denizler
Hidrojen Enerjisi	Su ve Hidroksitler

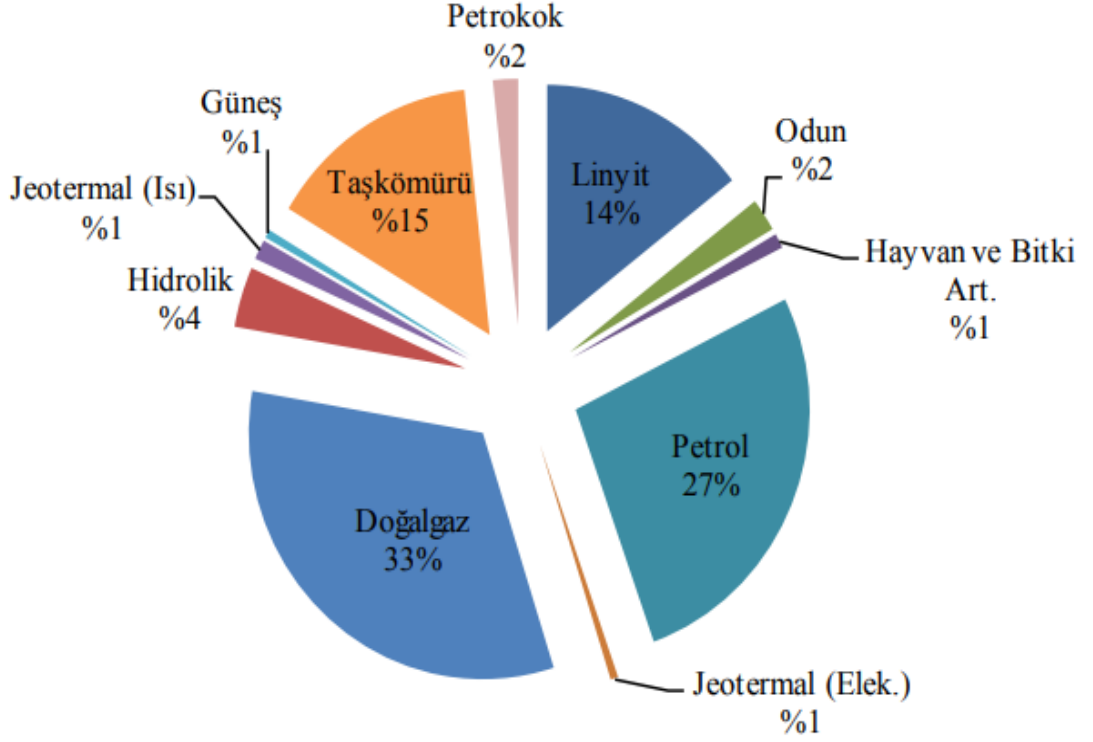


Şekil 1. Türkiye'de enerji üretiminin kaynaklar bazında dağılımı

(Kaynak: ETKB,2022)

Türkiye'de enerji üretiminin kaynaklar bazında dağılımı gösterilmiştir (Şekil 1). Türkiye'nin 2022 yılına ait Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) den elde edilen verilere göre; %30,9 pay ile kömürden enerji üretimi, %33,9 pay ile doğalgazdan enerji üretimi, %9,4 pay ile hidroelektrik kaynaklarından enerji üretimi, %4,2 pay ile

güneş enerjisinden enerji üretimi, %3,2 pay ile jeotermal kaynaklardan enerji üretimi ve %2,4 pay ile diğer kaynaklardan enerji üretimi yapıldığı kayda geçmiştir (TEİAŞ, 2022).



Şekil 2. Türkiye'de enerji tüketiminin kaynaklar bazında dağılımı
(Kaynak: TEİAŞ,2022)

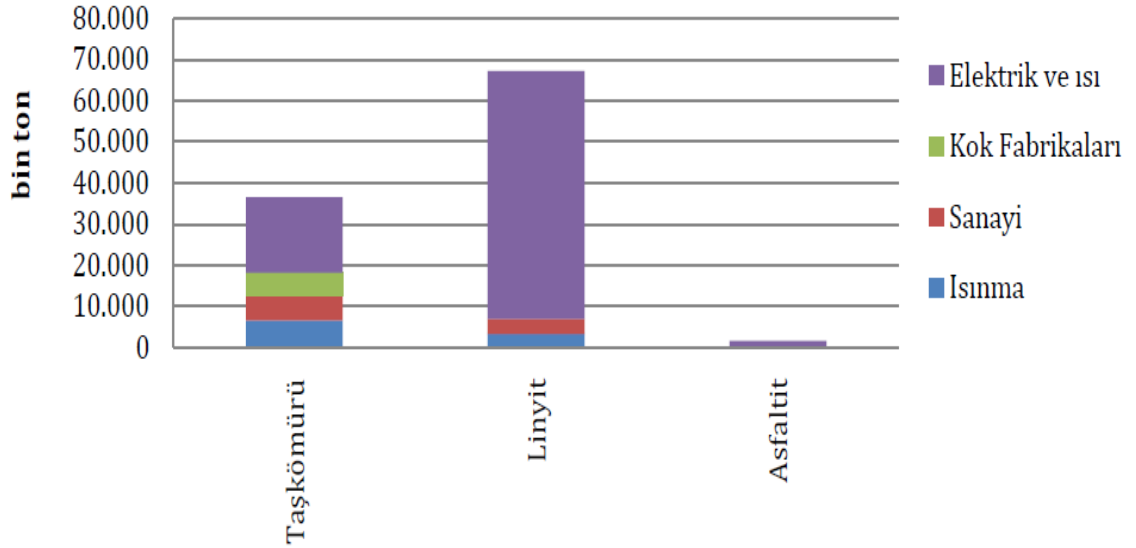
Türkiye'de enerji tüketiminin kaynaklar bazında dağılımını gösterilmiştir (Şekil 2). Türkiye yenilenebilir enerji çeşitliliği ve enerji kaynakları bakımından oldukça zengin olmasına rağmen tüketilen enerji çeşitliliğine bakıldığı takdirde ilk sırada doğalgaz ardından petrol ve kömür gelmektedir. Yenilenebilir enerji tüketiminin toplam birincil enerji tüketimindeki payı yüzde 7.2 kadardır.

3. YENİLENEMEZ (TÜKENEBİLİR) ENERJİ KAYNAKLARI

Yenilenemez enerji kaynakları kömür, taşkömürü, linyit, petrol ve doğal gazdır. Yeryüzünde katı, sıvı ve gaz halde bulunan fosil hammaddeler çeşitli reaksiyonlarla enerji açığa çıkarılırlar. Bu tür enerjiler, milyonlarca yıldır yer altı basıncına ve dünyanın iç kesimlerinden gelen yüksek sıcaklıklara maruz kalan bitki ve hayvan kalıntılarının fosilleşmesiyle oluşur. Fosil yakıtların nihai amacı ısı, elektrik ve güç sağlamaktır. İnsanlık enerji ihtiyacını karşılamak için erişilebilir ve dönüştürülebilir kaynaklara yönelmiştir. Fosil yakıtlar her zaman tercih sebebi olmuştur. Yeryüzünde bulunan enerji türleri bir kısmı kendini yenilerken bir kısmı ise kullandıktan sonra tükenen enerji kaynaklarından oluşmaktadır. (Doğanay ve Coşkun, 2017). Kömür, petrol ve doğalgaz yeryüzünde tükenme ihtimali olan fosil kaynaklı enerji türleridir (Koç ve Şenel, 2013). Tüketim harcamalarındaki artış, teknolojik yenilikler, sanayileşmedeki faaliyetler ve dünya nüfusunun artması gibi sebeplerle enerjiye duyulan ihtiyaç da artmaktadır. Bu sebeple talebi karşılamak amacıyla az maliyetli olması ve rahat bulunması avantajlarına sahip olduğu için yenilenemez kaynaklara yönlendiği görülmektedir (Çınar ve Yılmaz, 2015: 56). Fosil kaynaklar yakıldıktan sonra tekrar enerji olarak kullanılamaz. Tüketim her gün arttıkça mevcut kaynaklar hızla azalmaktadır.

3.1. Kömür

Kömür; karbon ve yanıcı gazlar bakımından zengin, katı, koyu renkli bir kayadır. Türkiye’de mevcut bulunan kömür; fosil enerji kaynakları arasında büyük bir öneme sahiptir. Türkiye 15 milyar tonluk rezervi ile dünyadaki mevcut olan kömür rezervlerinin %1,8’ine sahiptir. Türkiye’deki kömür rezervlerinin 13,8 milyar tonu linyit, 1,2 milyar tonu ise maden kömürüdür (TMMOB, 2020). Kömür en çok elektrik üretimi ve ısınma amacıyla kullanılmaktadır. Kömürün elektrik üretimi ve ısınma amacıyla kullanılabilmesi için yanma tepkimesi geçirmesi gerekmektedir. Yanma tepkimesinde açığa ısı ve gazlar çıkar. Bu gazlar, küresel ısınmaya ve çevreye olumsuz etkisi olan, sera gazı olarak adlandırılan bir gaz türüdür.



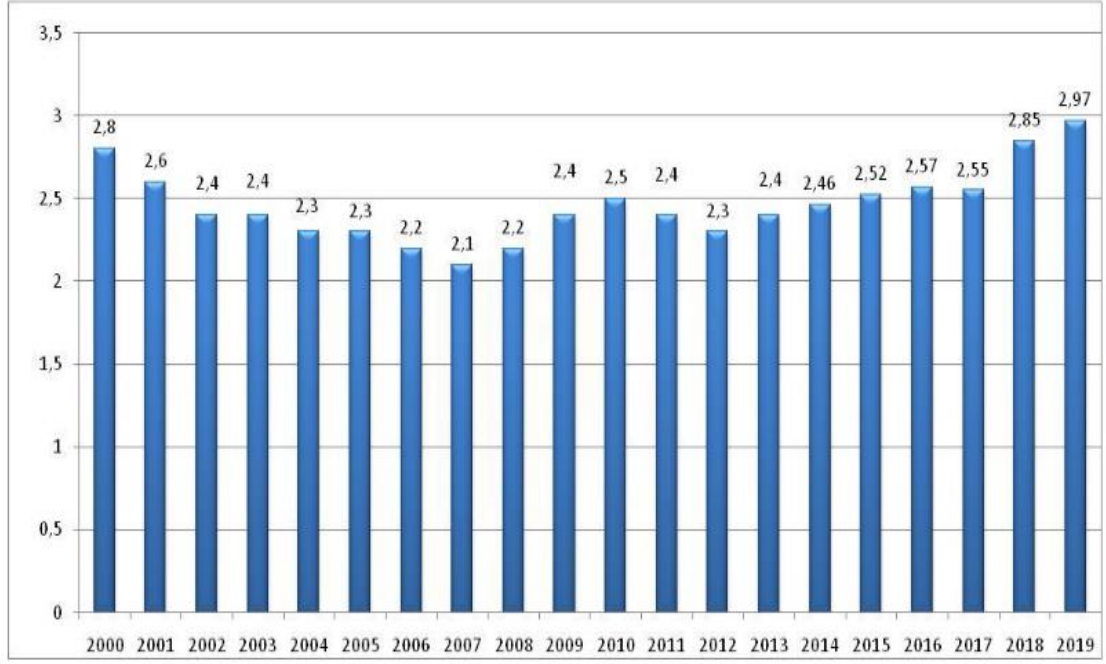
Şekil 3. Kömürün sektörel dağılımı

(Kaynak: TMMOB,2020)

2020 yılında toplam 7.465.458,10 ton kömür üretilmiştir. Bu oranın %94'ünü linyit, %4'ünü taş kömür ve %2' sini asfaltit kömürü oluşturmaktadır. Üretilen linyit kömürün %90 termik santrallerde kullanılmaktadır (Şekil 3).

3.2. Petrol

Petrol, fosil yakıtlardan biri olarak çıkarılması ile işlem görmek üzere rafineriye gönderilen bir enerji kaynak türüdür. Petrol tüketiminin arttığı dönemlerden itibaren ekonomik ve siyasi krizlerini beraberinde getirmiştir. Petrol rezerv piyasasını elinde bulunduran ülkeler, piyasa yönetimini elinde bulundurmaktadırlar. Ham madde halinden işlenmesine kadar birçok alanda olan petrol; sanayi, evrensel ve taşıma amacı ile günlük hayatta önemli bir yere sahiptir. Bu sebeple tarih boyunca enerji bakımından krizlere neden olmuştur. Fakat petrolün farklı alanlarda kullanılsa da ömrünün kısıtlı olması ve tükenebilme durumunun bulunması ciddi problemlere yol açacağı aşikardır. Petrolün dünyadaki potansiyelinin 1,70 trilyon varil (238 milyon ton) miktarında olduğu bilinmektedir. Bu miktarın ise 54 sene yetecek nitelikte petrol ihtiyacı potansiyelini karşılayabileceği bilinmektedir (Uçak ve Usupbeyli, 2015: 772).



Şekil 4. Türkiye'nin 2000-2019 dönemi ham petrol üretimi (Milyon Ton)

(Kaynak: TMMOB,2020)

ETKB tahminlerine göre 2023 yılı toplam enerji talebinin 2011'e göre %90 artarak 116 milyon TEP' den 220 milyon TEP' e çıkması beklenmektedir. Yılda %7'lik bir artış ile doğrusal olarak 2023 yılında %26 olacağı tahmin edilmektedir. Fakat son yıllarda tüketimdeki artış oranı dikkate alındığında birincil enerji talebindeki yıllık %7'lik artışın yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 5. Dünya petrol rezervlerinin 2019 yılı itibarı ile ön görülen kullanım süreleri

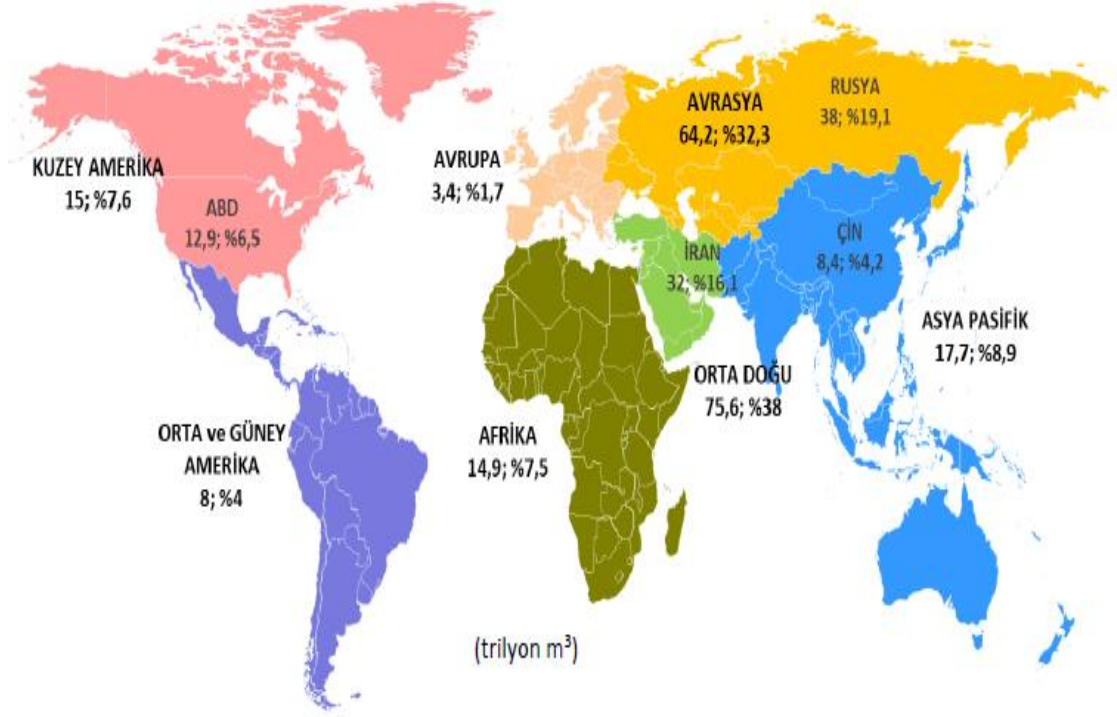
Bölge	Kullanım Süresi
Kuzey Amerika	30,8 yıl
Güney ve Merkez Amerika	125,9 yıl
Avrupa	10,40 yıl
CIS ülkeleri	27,80 yıl
Orta Doğu	70,0 yıl
Afrika	42,90 yıl
Asya	16,70 yıl

(Kaynak: British Petroleum, 2020)

Tablo 5' te gösterilen dünya petrol rezervlerinin dünya genelindeki kullanım süreleri hesaplandığı zaman, dünyadaki toplam petrol rezervleri 2020 yılı için 50,2 yıldır (British Petroleum, 2020).

3.3. Doğalgaz

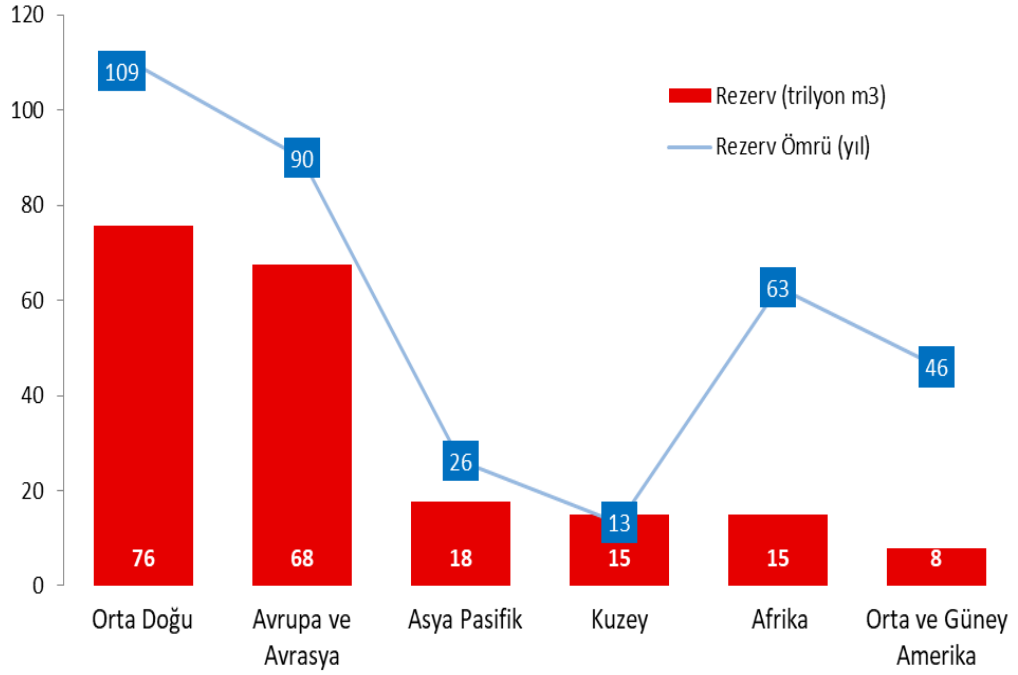
Dünyadaki kıtalara göre ispatlanmış doğalgaz rezervleri Şekil 6' da verilmiştir. 2019 yılında toplam 198,8 trilyon m³ olarak bilinmektedir. Doğalgaz rezervleri olarak en zengin bölge Orta Doğu'dur. Türkiye'nin de içinde bulunduğu İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) verilerine göre doğalgaz rezervleri 20,1 trilyon m³ ile toplam rezervlerin %10,1' ini oluşturmuştur.



Şekil 5. Doğalgaz rezervleri 2019 yılı için dağılımı

(Kaynak: British Petroleum, 2020)

Orta Doğu'nun doğalgaz rezerv oranı %38 ile birinci sırada iken, bu oranların Avrasya'da %32,3 Asya Pasifik'te %8,9 Afrika'da %7,5 Kuzey Amerika'da %7,6 Orta ve Güney Amerika'da %4 Avrupa'da ise %1,7 olduğu görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 6. 2019 yılı bölgelerin doğalgaz rezervleri

(Kaynak: British Petroleum, 2020)

Dünya doğalgaz rezervlerinin kullanım ömrü süresi Tablo 6’da gösterildiği üzere Orta Doğu’da 109 yıl, Avrupa ve Avrasya’da 90 yıl, Asya Pasifik’te 26 yıl, Kuzey 13 yıl, Afrika 63 yıl, Orta ve Güney Amerika’da 46 yıldır. 2019 yılı itibarıyla ön görülen sürenin 49,8 yıl olduğu hesaplanmaktadır.

Tablo 6. 2019 yılı ön görülen doğalgaz rezerv ömrü

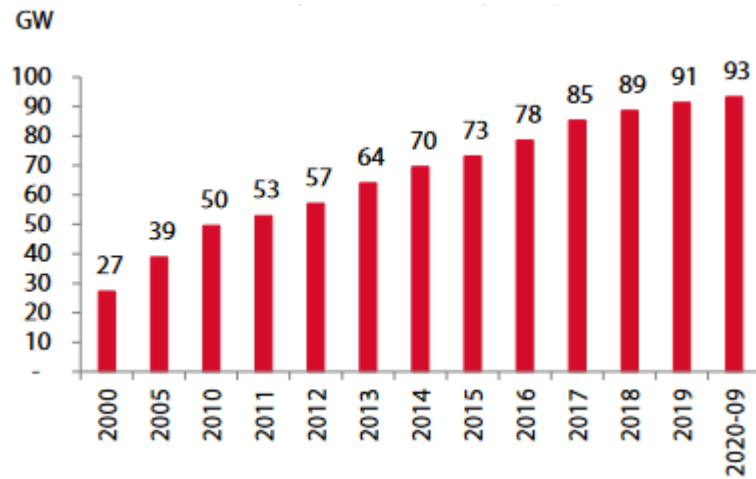
Bölge	Kullanım Süresi
Orta Doğu	109 yıl
Avrupa ve Avrasya	90 yıl
Asya Pasifik	26 yıl
Kuzey	13 yıl
Afrika	63 yıl
Orta ve Güney Amerika	46 yıl

(Kaynak: British Petroleum, 2020)

4. YENİLENEBİLİR (TÜKENMEYEN) ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye Avrupa’da bulunan Almanya, Hollanda, Portekiz, İtalya gibi enerji hususunda dışa bağımlıdır. Tüketilen enerji miktarı sanayileşme ve nüfus artışı sebebiyle her yıl %7 artmaktadır. Fakat fosil yakıt rezervleri giderek azalmaktadır. Türkiye geliştirmekte olan bir ülke olması nedeniyle enerji ihtiyacı gün geçtikte artmaktadır. Enerji tüketimi 2012 yılında 220 milyar kW saat iken 2017 yılında 249 milyar kW saat olmuştur. 2023 yılında tüketimin 460 milyar kW saat olacağı öngörülmektedir (TEİAŞ, 2021). Türkiye, doğalgaz ve petrol kaynakları bakımından zengin bir ülke değildir. Bu bağlamda fosil yakıtların tükenmesi ve enerjide dışa bağımlılığın azaltılması için alternatif temiz enerji kaynakları önemlidir.

Türkiye enerjinin yarıdan fazlasını ithal eden bir ülkedir. Birincil enerji tüketiminde petrol birinci sırayı almaktadır. Türkiye linyit olmak üzere geniş kömür rezervine sahiptir. Yenilenebilir enerji kapasitesi ve potansiyeli bakımından oldukça iyi bir coğrafi konumdadır. Türkiye güneşlenme, rüzgar dalga gibi yenilenebilir enerji kaynakları bakımından iyi bir coğrafi konuma sahip olmasına rağmen üretim seviyesi yenilenebilir enerji kaynak bazında çok düşük seviyededir. Yararlanma ve potansiyel arasındaki makasın bu kadar açık olması, yasal düzenlemedeki eksiklikler ve maliyetlerden kaynaklanmaktadır. Enerji bakımından Türkiye’nin dışa bağımlılığına bakıldığı zaman mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarındaki potansiyelin artırılması Türkiye açısından oldukça önem arz etmektedir.



Şekil 7. Türkiye’de kurulu güç gelişimi (GW)
(Kaynak: TEİAŞ, 2021)

Özellikle 2009 yılı ve sonrası yenilenebilir enerji kaynaklarına bakıldığı zaman önemli gelişmeler gözlenmektedir. 2010 yılında kurulu güç 50 GW iken 2015 yılında rakam 73

GW, 2019-2020 yılları arasında bu rakam 93 GW'a kadar yükselmiştir. 2010-2020 yılları arasında her yıl ortalama olarak 4.6 GW kurulu güç devreye alınmış olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu dönemde kurulu güçteki bu denli artışların sebebinin yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen teşvikler olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 7).

Enerji konusu, zamanın en önem verilen, tüm insanlığı etkileyen bir olgudur. Özellikle "sürdürülebilirliği" açısından yenilenemeyen enerji rezervlerinin kullanım sürelerinin kısıtlı olması yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin artmasına sebep olmaktadır. Tüm dünyanın ortak problemlerinden olan enerji sorunu, mevcut kaynakların sınırlılığı ve kullanım ömrüne sahip olması, teknolojik gelişmelerin çevreye vermiş olduğu zarar nedeniyle temiz ve tükenmez enerji kaynaklarına geçiş gündeme gelmiştir. Tükenmez bu enerjiyi elde etmeyi başaran ülkelerin diğer ülkelere göre kıyaslandığında çok daha avantajlı oldukları gözlenmektedir. Coğrafi konumundan dolayı, güneşlenme süresi açısından Türkiye, yıllık ortalama güneşlenme süresi (1991-2020 yılları arası) 6,28-7,19 saat/gün arasındadır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2021). ETKB tarafından hazırlanan, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.741 saat olup ortalama yıllık toplam ışıınım 1.527,46 kWh/m² değeri ile güneş enerji santrallerinin kurulumunda oldukça uygundur (GEPA, 2021).

4.1. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen enerjisi, su ve biokütle gibi maddelerden elde edilen sentetik bir yakıt türüdür. Katı, sıvı ve gaz madde hallerinde karşımıza çıkmaktadır. Evrende en çok bulunan elementlerden biri olarak havadan daha hafif, kokusuz, renksiz ve zehirsiz bir gazdır.



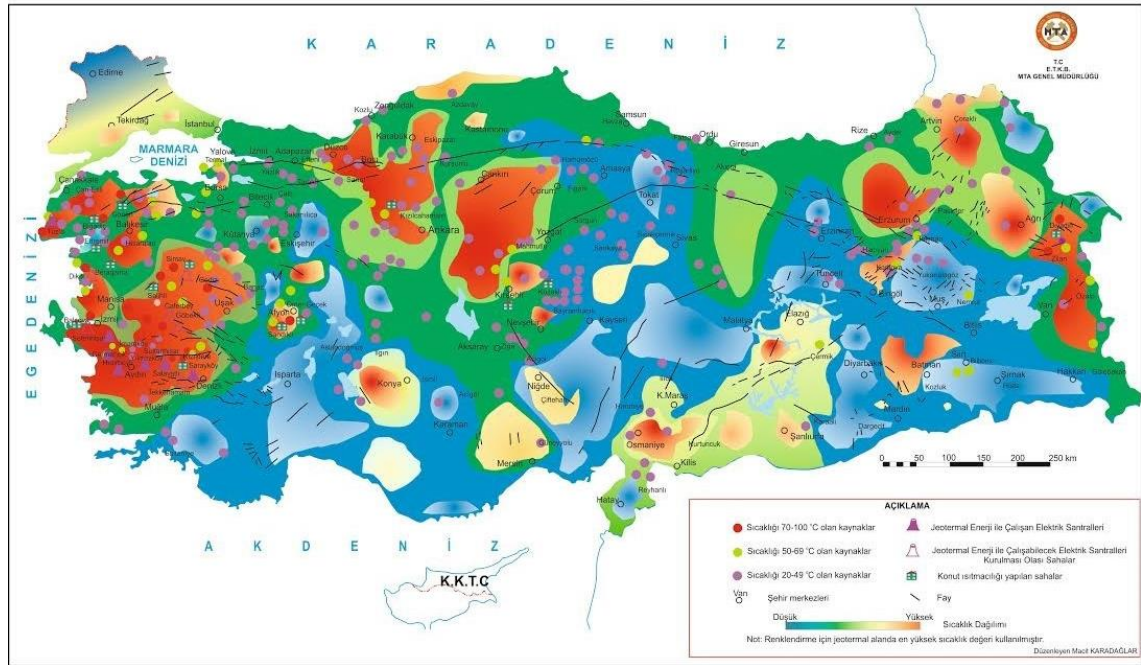
Şekil 8. Hidrojen enerji sistemleri

(Kaynak: www.tesisat.org, 2022)

Hidrojen enerjisi; fosil enerji (kömür, petrol, doğalgaz) kaynaklarının hızla tükenmesi ve çevreye vermiş oldukları zarar sebebiyle “geleceğin enerjisi” olarak adlandırılmaktadır. Güvenli olarak kolayca her yere taşınabilen ve taşınma aşamasında az enerji kaybı olan, sanayide, evlerde ve taşıtlarda hatta uzay mekiği roketlerinde, zeplin ya da bazı balonlar gibi hava taşıtlarında kullanılabilen, temiz, tükenmez kolaylıkla ısı, mekanik ve elektrik enerjisine dönüşebilen, hafif ve ekonomik karbon içermeyen bir enerji kaynağıdır.

4.2. Jeotermal Enerji

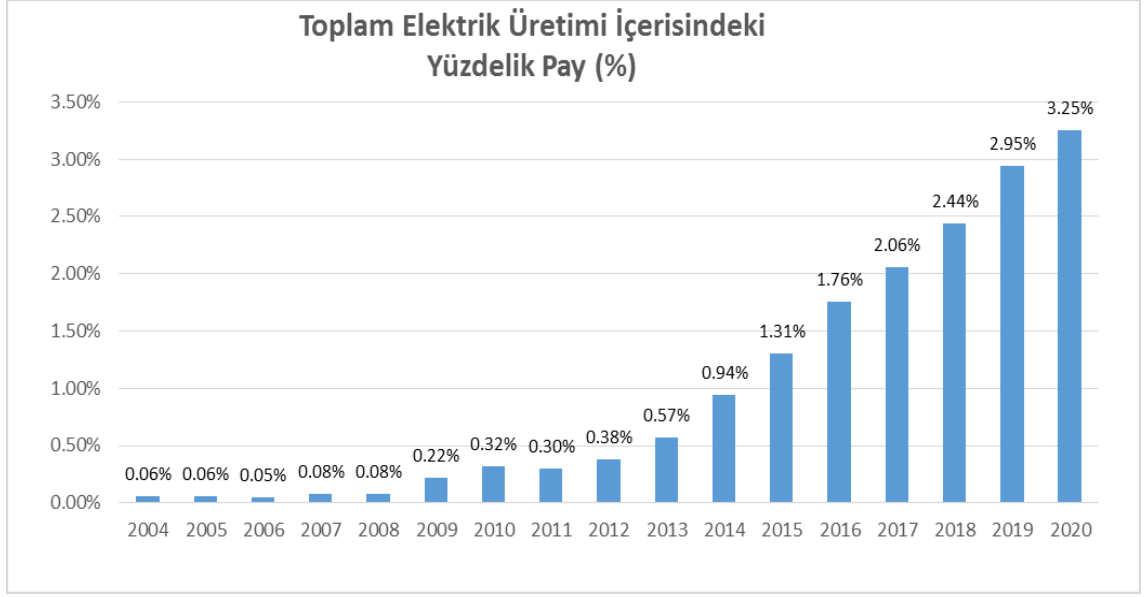
Jeotermal enerji kaynakları genellikle meteorolojik yağış kökenlidir. Atmosferik şartların devam ettiği sürece yer altı sularının, yeryüzüne çıkarak evlerin ısıtılmasında, seracılık ve elektrik üretimi gibi amaçlarda yararlanılan bir enerji türüdür.



Şekil 9. Türkiye’deki jeotermal kaynaklar ve bölgeler

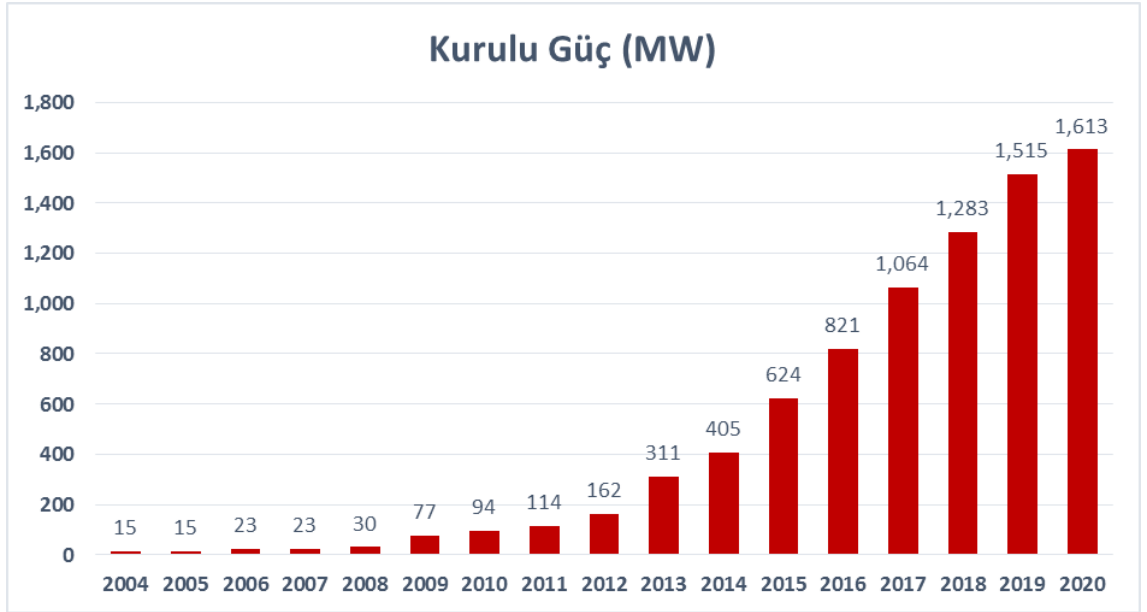
(Kaynak: www.enerji.gov.tr, 2022)

Şekil 9’da Türkiye’deki jeotermal kaynak ve bölgeleri verilmiştir. Jeotermal enerji için sondaj çalışmaları neticesinde belirlenen bölgeler ve kaynaklarda bulunan suyun sıcaklıkları analiz edilerek kullanım alanları (elektrik üretimi, ısı üretimi ve sağlık sektörü) belirlenmektedir.



Şekil 10. Türkiye'deki toplam elektrik üretimi içerisindeki yüzdeler payı (%)

(Kaynak: www.enerji.gov.tr, 2022)



Şekil 11. Türkiye'deki jeotermalden elektrik üretimi

(Kaynak: www.enerji.gov.tr, 2022)

Jeotermal enerji kaynağının buhar ve su olarak ayrıştırılması yapılmasından sonra jeneratör ve türbin ile elektrik üretimi gerçekleştirilebilir. Şekil 11'de Türkiye'de 2004-2020 yılları arasında jeotermal enerjiden elektrik üretimi gösterilmektedir. 2004 yılı itibarı ile 15 KW elektrik üretimi yapılırken 2020 sonu itibarı ile bu rakam 1.613 KW elektrik üretimi gerçekleştirilmesi ile büyük bir ivme kazanmıştır.

Tablo 7. Türkiye'deki bölgesel ısıtma

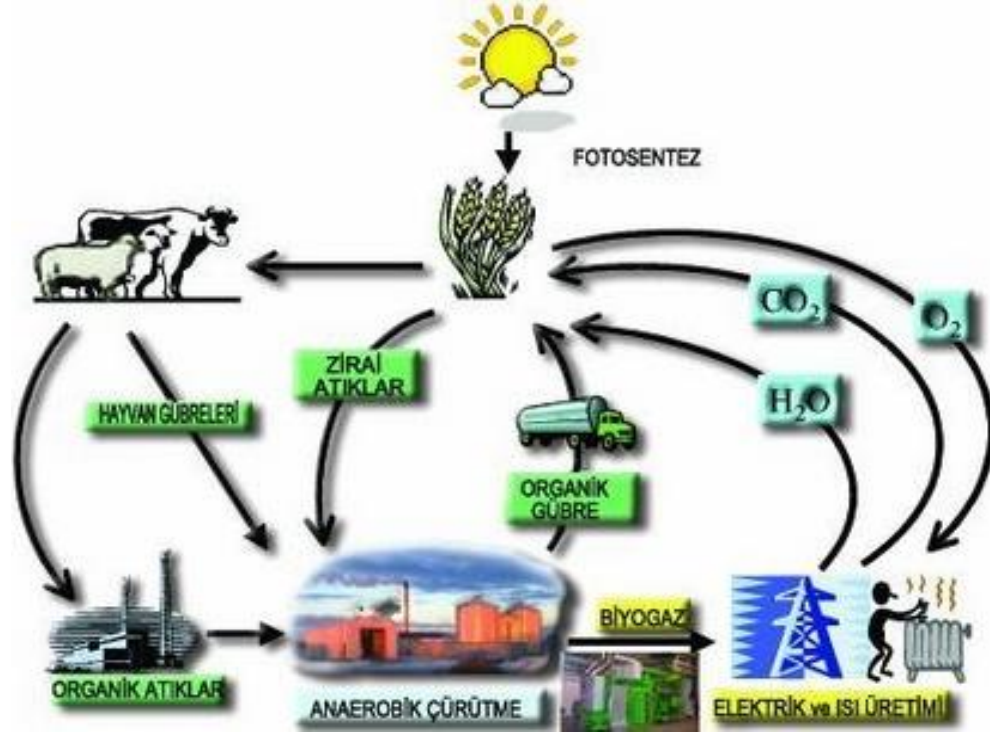
Bölge	İşletme Tarihi	Su Sıcaklığı (°C)	Konut Eşdeğeri
Afyonkarahisar	1996	95	25600
Afyonkarahisar- Sandıklı	1998	75	17000
Ağrı- Diyadin	1999	70	570
Ankara- Kızılcahamam	1995	70	2100
Balıkesir- Bigadiç	2005	96	1500
Balıkesir- Edremit	2003	60	5150
Balıkesir- Gönen	1987	80	3400
Balıkesir- Güre	2006	70	1400
Balıkesir- Sındırgı	2014	98	2500
Denizli- Sarayköy	2002	95	5000
İzmir Balçova ve Narlıdere	1996	140	37500
İzmir- Bergama	2009	70	450
İzmir- Dikili	2009	125	1500
Kırşehir	1994	57	1800
Kütahya- Simav	1991	125	17500
Manisa- Salihli	2002	94	9000
Nevşehir- Kozaklı	1996	90	3000
Yozgat – Sorgun	2008	80	2100

(Kaynak: www.enerji.gov.tr, 2022)

Isı üretimi ile düşük sıcaklık, basınç değerleri analiz edilerek sera, organik üretim, bölgesel ısı ve ürün kurutma gibi ihtiyaçlar karşılanabilir. Sağlık amaçlı kullanımında insan sağlığı için mineraller bakımından zengin düşük sıcaklıktaki sular kullanılabilir. Tablo 7’de gösterildiği üzere Jeotermal kaynaklardan merkezi ısıtmanın ekonomik olarak kullanılabilmesi için bu sistemlerin kaynağa uzak olmayan yerleşim yerlerine kurulması gerekmektedir. Türkiye’de 18 yerleşim yerinin (137.070 haneye eşdeğer) ısıtma sisteminde merkezi ısıtma sağlanmakta olup, çok başarılı projelerde ekonomik olarak uygulanmaktadır.

4.3. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi, organik atıkların yakılarak ya da yanma tepkimesi işlemlerinden geçirilerek enerji elde edilmesi sağlanmaktadır. Hayvansal veya bitkisel olarak Şekil 12’de görüldüğü üzere ağaç atıkları, tohum bitkileri, şehir ve endüstriyel atıklar, hayvansal ve bitkisel atıklardan oluşmaktadır.



Şekil 12. Biyokütle enerji dönüşümü

(Kaynak: www.steemit.com.tr, 2022)

Biyokütle enerjisini elde edebilmek için hayvansal ve bitkisel olmak üzere orman atıkları, tarım atıkları gibi birçok alandan faydalandığı Tablo 8’de gözlenmektedir. Biyokütle enerjisi dünya enerji kaynakları arasında %10’luk bir kısma sahiptir. Türkiye’de biyokütleden ısınma, yakacak ve yemek pişirme maksadıyla faydalanılmaktadır.

Tablo 8. Biyokütle enerjisinde kullanılan çevrim yöntemleri, bu çevrimlerden elde edilen enerjinin uygulama alanları

Biyokütle	Çevrim Yöntemi	Yakıtlar	Uygulama Alanları
Orman Atıkları	Havasız Çürütme	Biyogaz	Elektrik üretimi, ısınma
Tarım atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma, ulaşım araçları
Enerji bitkileri	Doğrudan yakma	Hidrojen	Isınma
Hayvansal Atıklar	Fermantasyon, havasız çürütme	Metan	Ulaşım araçları, ısınma
Çöpler (Organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz		Sentetik yağ Roketler
Enerji ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
Bitkisel ve Hayvansal yağlar	Esterleşme reaksiyonu	Motorin	Ulaşım araçları, ısınma, seracılık

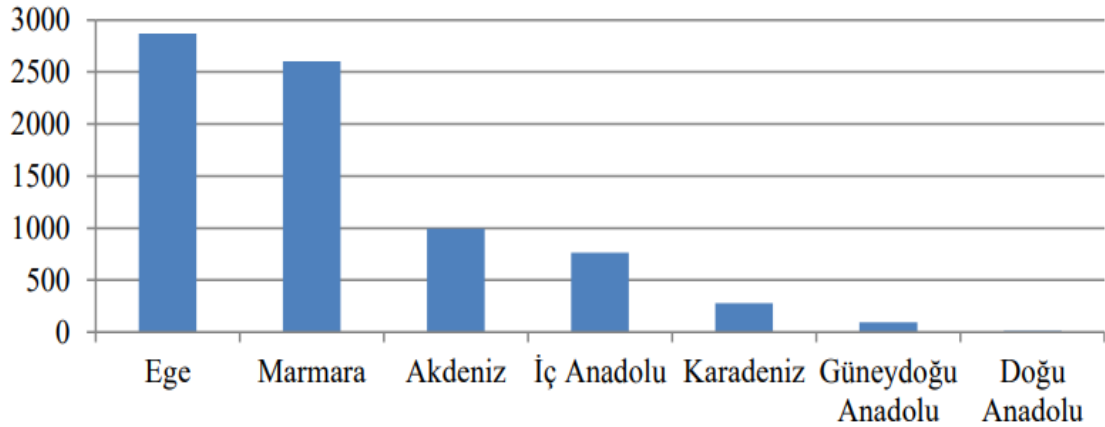
(Kaynak: www.enerjiportali.com, 2022)

4.4. Dalga Enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında dalga enerji teknolojisi yeni olmasına rağmen her geçen gün önemi artmaktadır. Dalga enerjisinin birçok önem arz eden yönleri bulunmaktadır. Türkiye'nin üç tarafı denizlerle çevrili olmasına rağmen kıyıların beşte birinin kullanılması halinde elde edilecek dalga enerjisinin 19 milyar kWh olduğu düşünülmektedir (Altaş ve Şahin, 2019).

4.5. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi, rüzgar türbinleri aracılığıyla havanın kinetik enerjisinin kullanılarak elektrik enerjisi üretiminin yapıldığı yenilenebilir bir enerji türüdür. Hava akımları sonucunda oluşan rüzgarın kinetik enerjisi ile türbinleri döndürmesi ve rüzgar kulelerindeki jeneratör ile elektrik üretimi oluşmaktadır. İnsanlar tarih boyunca rüzgar enerjisinden farklı amaçlar ve şekillerde yararlanmıştır. Rüzgar enerji santralleri kurulumu ilk maliyet göz ardı edildiği takdirde, rüzgar enerjisinden elektrik üretme ve türbin işletme maliyetleri ilk yatırım maliyetine göre daha az miktardadır. Rüzgar türbinlerinin kurulması planlanan yerin rüzgar hakimiyeti ve sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle rüzgar santrallerinin kurulacağı yerin meteorolojik ölçüm sonuçlarına göre analiz yapılarak yatırımına karar verilmesi gerekmektedir.

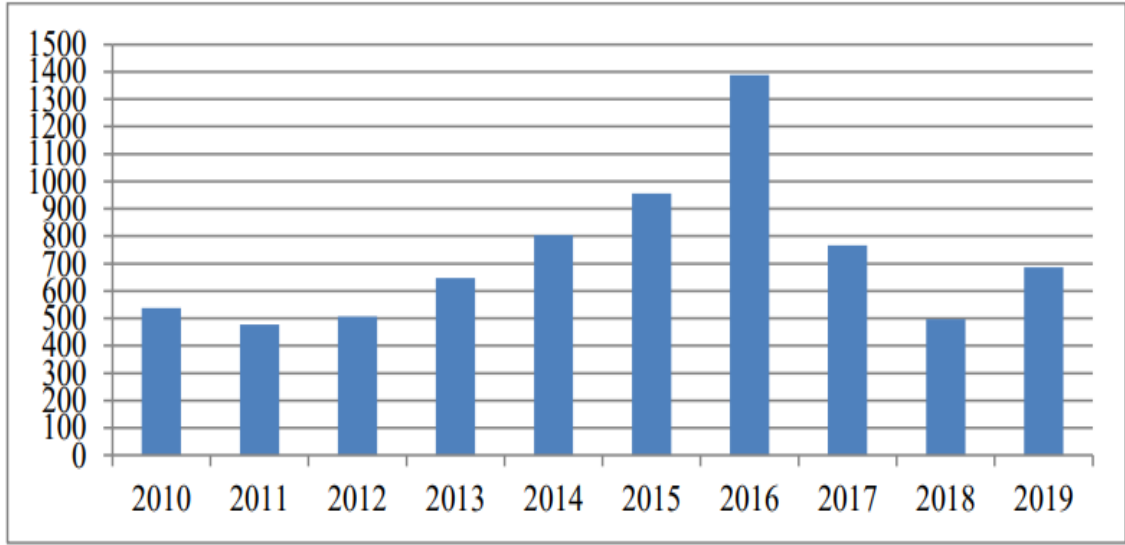


Şekil 13. Türkiye'deki rüzgar gücünün bölgelere dağılımı (MW)

(Kaynak: TÜREB, 2022)

Türkiye'deki rüzgar gücünün bölgelere göre dağılımı Şekil 13'te gösterilmektedir. Görüldüğü üzere Ege ve Marmara bölgeleri ilk sırada yer almakta ve Akdeniz, İç Anadolu, Karadeniz, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu olarak sıralama takip etmektedir. Denize kıyısı olan bölgelerin iç ve doğu bölgelerine göre rüzgar gücü daha

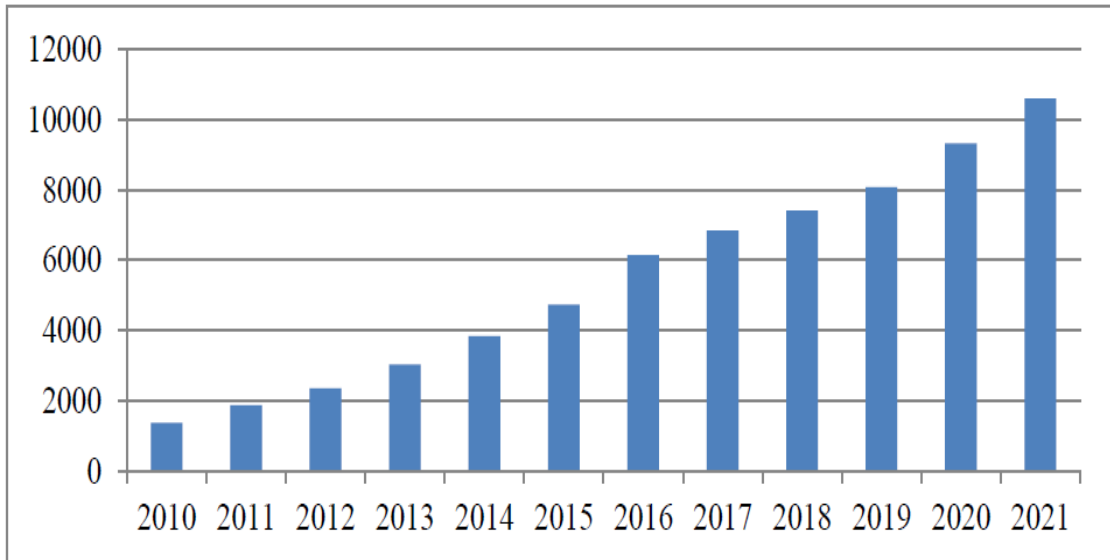
yüksektir. Bu nedenle Türkiye’de bulunan rüzgar enerji santrallerinin büyük çoğunluğu Ege ve Marmara bölgelerinde bulunmaktadır.



Şekil 14. Türkiye’deki rüzgar enerji santrallerinin yıllık kurulumu (MW)

(Kaynak: TÜREB, 2022)

2010 ve 2019 yılları arasında Türkiye’deki rüzgar enerji santrallerinin yıllık olarak kurulumları Şekil 14’ te verilmektedir. Şekil 14’ te görüldüğü üzere 2011 yılından 2016 yılına kadar doğrusal bir artış göstererek 2016 yılında en yüksek seviyede olduğu görülmektedir. 2019 yılında rüzgar enerjisinden 687 MW’lık güç elde edilmiştir.



Şekil 15. Türkiye’ nin yıllara göre RES kurulu gücü (KW)

(Kaynak: TÜREB, 2022)

Şekil 15’de ülkenin 2010 ve 2021 yılları arasındaki rüzgar enerji santrallerinin (RES) kurulu gücü gösterilmektedir. Türkiye’de 2021 yılı sonu itibarı ile 15.585,00 KW gücünde rüzgar enerji santrali (RES) seviyesine çıktığı görülmektedir.

4.6. Güneş Enerjisi

Güneş, dünya ve enerji kaynakları için çok önemli olan bir enerji kaynağıdır. Bu nedenle gerek ısı üretiminde gerek elektrik üretiminde payı oldukça büyüktür. Bir tür yıldız olan güneş, 4 milyar yılı aşkın süredir aktif olan bir nükleer füzyon reaktörüdür. Dünya için en önemli güneş enerjisi, güneşin iç çekirdeğinden üretilen nükleer füzyon enerjisidir. Güneş enerjisi o kadar güçlüdür ki dünyanın enerji ihtiyacını bir dakikada karşılayabilir. Güneş, dünyanın ışık ve ısı ihtiyacını karşılar. İnsanlar güneş enerjisinden etkin bir şekilde yararlanma konusunda geride kalıyor, ancak önemli araştırmalar bize gelecek için umut veriyor. Dünya’ya çarpan güneş ışınlarının %30’unun Dünya atmosferine girmeden uzaya geri yansıdığı tahmin edilmektedir. Geriye kalan %70’lik kısmı atmosfer tarafından emilir ve uzun dalga ışınları şeklinde uzayın derinliklerine yayılır. Dünya yüzeyi, yaşamı sürdürmek için yeterli ve dengeli seviyelerde radyasyon alır ve yansıtır. Dünyamıza giren günlük enerji seviyesi çok yüksektir. Yapılan araştırmalar metrekare başına yaklaşık 1,35 kW güneş enerjisi elde ettiğimizi gösteriyor. Dünyaya bir yılda giren güneş enerjisinin ürettiği enerji, dünyadaki bilinen tüm kömür rezervlerinin ürettiği enerjinin 50 katıdır. Güneşte sürekli olarak tepkimeler meydana gelmekte ve enerji açığa çıkmaktadır (Erdoğan, 2014; Koç ve Kaya, 2015). Bu enerjinin farklı alanlarda kullanılması ile elektrik ve ısı üretimi gerçekleşmektedir. Elektrik üretimlerinde “güneş hücreleri” sistemler şeklinde güneş enerjisini doğrudan elektriğe çevirebilmektedir (Şekil 16).



Şekil 16. Güneş hücreleri

(Kaynak: www.maabir.com, 2022)

Isı üretiminde ise “Odaklanmış Güneş Enerjisi ve Isıl Güneş Teknolojileri (CSP)” sisteminde güneşten doğrudan faydalanarak ısı elde edilmesi mümkün olmaktadır (Şekil 17).



Şekil 17. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi

(Kaynak: www.tespam.org, 2022)

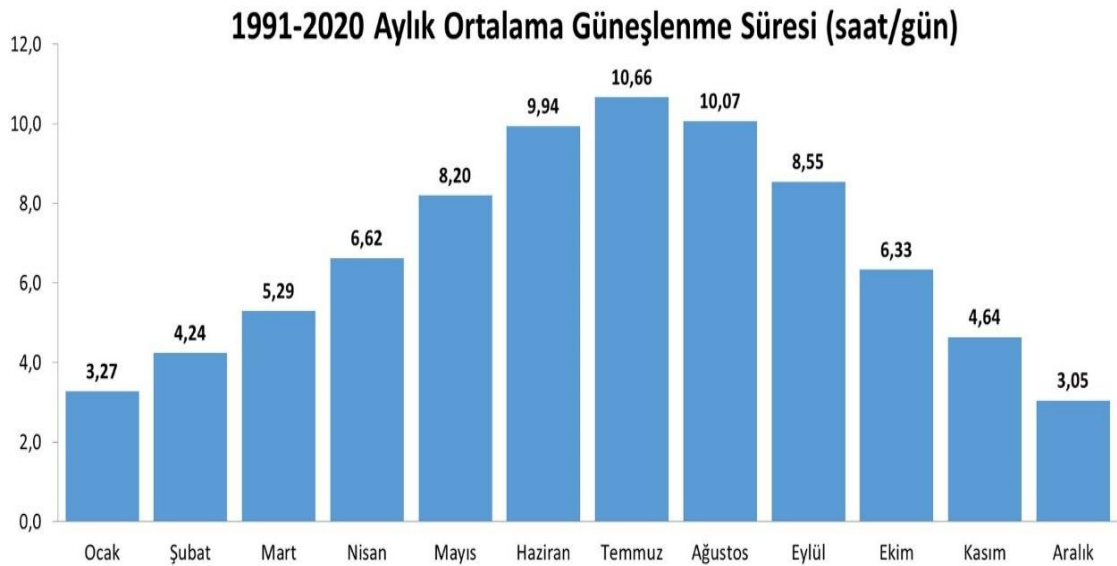
Türkiye'nin yıllık güneş enerjisi potansiyeli Şekil 18'de verilmiştir. Ülkenin yıllık ortalama güneş ışınımı 1304 kWh/m^2 ve ortalama güneşlenme süresi ise 2624 saattir. Bu rakam günlük $3,57 \text{ kWh/m}^2$ ışınımına, günde yaklaşık olarak 7,15 saat, yıllık toplamda 108 günlük güneşlenme süresine denk gelmektedir. Enerji potansiyeli 26,2 milyon TEP (ton eşdeğer petrol) eşdeğerindedir. Bir yılda 10 ay boyunca teknik olarak yüzölçümünün %64'ünde ve tüm yıl boyunca ise %16'sında güneş enerjisinden yararlanılabilir. Gerekli yatırımların yapılacağı yerin güneşlenme potansiyeli göz önüne alınmalıdır (Şekil 18). Dünyaya güneşten 170 milyon KWs'lik bir enerji gelmektedir. Bu enerji yaklaşık olarak Türkiye'nin yıllık enerji üretiminin 1700 katı kadardır.



Şekil 18. Toplam güneş radyasyonu

(Kaynak: www.mgm.gov.tr, 2021)

Türkiye'nin 1991-2020 yıllarına ait ortalama güneşlenme süreleri Şekil 19' da gösterilmiştir. Güneşlenme sürelerinin en yüksek olduğu aylar Temmuz, Ağustos ve Haziran'dır. En düşük güneşlenme sürelerinin görüldüğü aylar ise Aralık, Ocak ve Şubat'tır.



Şekil 19. Türkiye'nin aylara göre güneşlenme süreleri (saat/gün)

(Kaynak: www.mgm.gov.tr, 2021)

TEİAŞ'ın Ekim 2021' e ait kurulu güç raporu verilerine göre santral sayısına sahip olan birincil enerji kaynaklarının başında güneş enerji santrali gelmektedir. Toplamda 8.212

adet güneş enerji santrali bulunmaktadır. Bu santrallerin ürettiği güç yaklaşık olarak 7.658,6 KW kadardır. Türkiye’de kurulu güç 99.050,4 KW’tır. Türkiye’de birincil enerji kaynaklarından üretilen güç 99.050,4 KW değerindedir.



Şekil 20. GES sisteminin değerlendirilebileceği çatı alanları

(Kaynak: www.enerji.gov.tr, 2022)

Endüstriyel, evsel veya kişisel enerji gereksinimleri doğrudan güneşten karşılanamaz. Bu nedenle, güneş enerjisinden çeşitli şekillerde dönüştürülerek yararlanılabilir. Güneş enerjisi teknolojileri, yöntemler, malzemeler ve teknik düzeylerde büyük farklılıklar gösterir, ancak bazıları güneş enerjisini doğrudan ışık veya termal enerji şeklinde kullanırken, diğerleri güneş enerjisinden elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Güneş enerjisinin kullanım alanları, doğrudan veya dolaylı elektrik üretimi, sıcak su temini, ısıtma ve soğutma, endüstriyel tesislerde proses ısı enerjisi ve sera ısıtmayı içerir. Güneş paneli sisteminin hafif, kompakt ve portatif olduklarından çeşitli alanlarda kullanıma elverişlidir (Şekil 20).

5. GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ

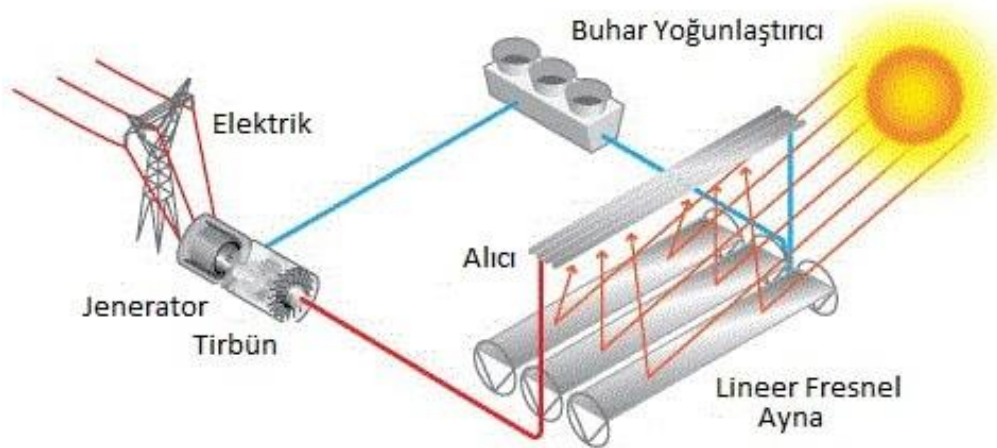
Güneş enerjisi sisteminden enerji üretimi planlanan bölgenin güneşlenme süreleri, güneş radyasyonu ve yapılan ekonomik analiz çalışmalarına bağlı olarak; ısılı güneş enerjisi teknolojileri, düşük sıcaklık uygulamaları, yoğunlaştırıcı ısılı sistemler, parabolik oluklu kolektörler, parabolik çanak sistemler, kule sistemler ve fotovoltaik güneş teknolojilerinden uygun olanı seçilmelidir.

5.1. Yoğunlaştırıcı Isıl Sistemler

Güneş enerjisini türbinler vasıtası ile mekanik enerjiye dönüştüren sistemlerdir. Yansıtıcı ve soğutucu yüzey alanları sayesinde güneşten aldıkları ısıyı enerjiye dönüştürürler. Yoğunlaştırılmış ısılı güneş enerji sistemleri parabolik oluk tipi, ısılı güneş enerji sistemleri, güneş güç kuleleri ve parabolik çanak tipi sistemlerinde en çok kullanılmaktadır.

5.1.1. Isıl güneş enerjisi teknolojileri

Isıl güneş enerji sistemleri ile parabolik oluk tipi ısılı güneş enerji sistemleri çalışma prensibi ve yapısal olarak aynı özellikleri göstermektedir. Aralarındaki fark sadece yansıtıcı yüzeylerdir. Isıl güneş enerjisi sistemlerinde yansıtıcı yüzey düzlemseldir. Parabolik oluk tipi sistemlerinde yüzey parabolik şekildedir (Tabak vd., 2009). Isıl güneş sistemine ait görsel bulunmaktadır (Şekil 21).

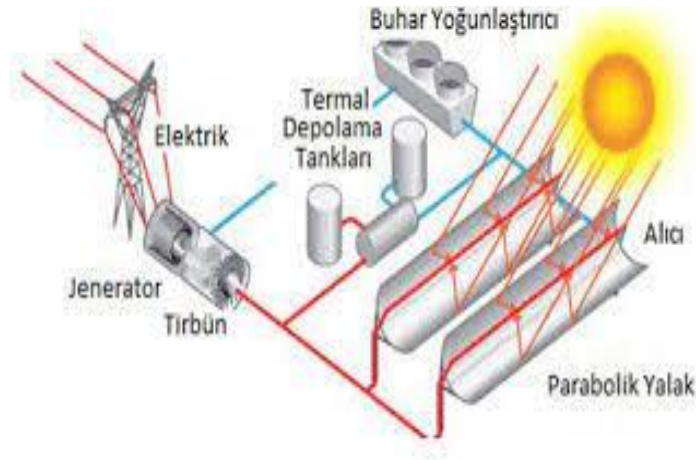


Şekil 21. Isıl güneş enerji sistemleri

(Kaynak: www.thesisat.org, 2022)

5.1.2. Parabolik oluklu kolektörler

Parabolik oluk sistemler, yoğunlaştırılmış ısı güneş enerji sistemleri arasında en yaygın kullanılan sistemlerden birisidir. Güneş enerjisinden gelen ısıyı parabolik yansıtıcı yüzeyde çizgisel olarak odaklayıp absorbe etmektedir. Yansıtıcı yüzeyden soğutucu yüzeye geçerek boru kısımlarından geçen yağ ve suyu ısıtarak türbinlerin elektrik üretmesini sağlar. Parabolik sistemlerin güneşi takip etme özelliği vardır. Bu özellik sayesinde gün boyu güneşten gelen ışınım kolektörler tarafından odaklanmaktadır (Üçgül vd., 2020). Parabolik oluk tipine ait görsel bulunmaktadır (Şekil 22).



Şekil 22. Parabolik oluk sistemleri

(Kaynak: www.acikders.ankara.edu.tr, 2022)

5.1.3. Parabolik çanak sistemler

Parabolik çanak sistemleri, parabolik oluk sistemleri ile aynı özelliklere sahiptir. Kolektörler çift eksenli güneş takibi yaparak güneşten gelen radyasyonu odak noktasında birleştirir. Parabolik aynalardan oluşmaktadır. Kurulum maliyeti yüksektir (Üçgül, 2017). Çanak tipi parabolik sistemine ait görsel bulunmaktadır (Şekil 23).

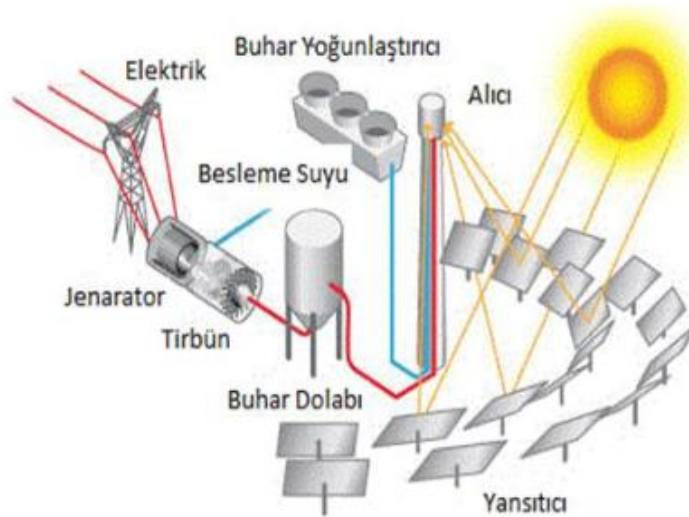


Şekil 23. Parabolik çanak sistemleri

(Kaynak: www.enerjibes.com, 2022)

5.1.4. Merkezi alıcılı (kule) sistemler

Güneş kulesi sistemleri iki üniteden oluşmaktadır. Alıcısı kulenin tepe noktasında bulunan, güneş takip mekanizmasına sahip aynalar vasıtasıyla güneş ışınları odak merkezinde toplanır. Böylece yüksek sıcaklıklarda enerji elde edilmektedir. Alıcı içerisinde bulunan borularda eriyik tuz ya da su bulunur. Bu maddelerin ısınmasından buhar oluşumu sağlanır. Elde edilen sıcaklığı 1 ile 7 gün arasında sabit tutulabilmektedir. Maddelerin ısınmasından oluşan buhar, türbin sistemlerinde elektrik üretmek üzere kullanılmaktadır (Üçgül, 2017). Merkezi kule tipi güneş sistemine ait görsel bulunmaktadır (Şekil 24).

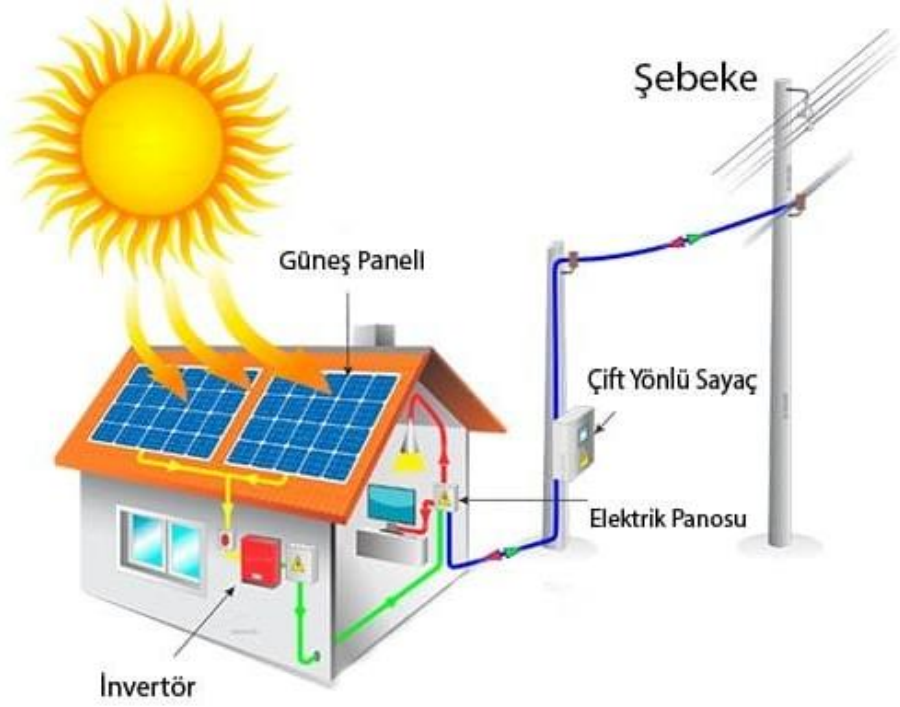


Şekil 24. Kule tipi güneş sistemleri

(Kaynak: www.enerjibes.com, 2022)

5.1.5. Fotovoltaik güneş teknolojileri

Fotovoltaik güneş enerji sistemleri, güneşten aldığı enerjiyi elektrik enerjisi üretiminde kullanan yöntemlerden biridir. Fotovoltaik güneş sistemi, fotovoltaik güneş hücre bölmelerinden ve iletken elektronik malzemeden oluşmaktadır. Bu malzemelerin güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çevirebilme özelliği bulunmaktadır. Fotovoltaik güneş teknolojileri sistemine ait görsel bulunmaktadır (Şekil 25).



Şekil 25. Fotovoltaik güneş teknolojileri

(Kaynak: www.greensolarnetwork.org, 2022)

Bir foton, elektromanyetik radyasyonun parçacık temsilidir. Elektromanyetik radyasyon, enerjiyi foton adı verilen bu parçacıklar aracılığıyla iletir. Fotonlar elektromanyetik radyasyon enerjisini taşır ve iletir. Fotonlar yüksek enerjili parçacıklardır ve fotosenteze benzer hafif reaksiyonları tetikleyebilirler. Alternatif olarak, güneş ışığı yarı iletken içinde elektronik iletkenliği indükleyerek elektriğe dönüştürülebilir. Güneş radyasyonu, enerji taşıyan foton kombinasyonlarından oluşur. Bu fotonlar, güneş radyasyonu spektrumundaki farklı dalga boylarına göre farklı miktarlarda enerji içerirler. Fotonlar bir güneş hücresine çarptığında bir kısmı hücreler tarafından emilir, bir kısmı yansıtılır ve geri kalanı hücrelerden geçer. Güneş pilleri tarafından emilen fotonlar elektrik üretir. Fotonun enerjisi, yarı iletken malzemenin atomlarındaki elektronlara aktarılır. Bir PV

hücresinden elektrik enerjisi elde etmek için, güneşten gelen fotonların, fotoakım ve voltaj üretmek üzere bir fotovoltaik malzeme tarafından soğurulması gerekir. Güneşin radyasyonu enerji taşıyan fotonlardan oluşur. Fotonlar, silikon gibi yarı iletken malzemelerin yüzeyine çarparak atomlardan elektronları serbest bırakır. Elektrik, güneş pillerinde emilen fotonlardan üretilir. Fotonun enerjisi, yarı iletken malzemenin atomlarındaki elektronlara aktarılır. Bu yeni elde edilen enerji sayesinde elektron, yarı iletken malzeme içindeki tek bir atomun normal konumunu yerinden çıkarma yeteneği kazanır ve elektrik devresindeki elektrik akımının bir parçası haline gelir. Fotovoltaik (PV) hücrelerin çalışma prensibi fotovoltaik (PV) prensibine dayanmaktadır. PV hücrelerin sağladığı elektriğin kaynağı, yüzeyde görünen güneş enerjisidir. PV'nin prensipte çalışabilmesi için, güneş ışığını emen malzemenin güneş spektrumunun yasak enerji aralığına uyması ve yükleri birbirinden ayırabilen bir yarı iletken olması gerekir. PV hücreleri, bir yarı iletkende basitçe n-tipi ve p-tipi bölgeler oluşturarak kolayca tasarlanır. Doğal olarak, n-tipi bölge ile p-tipi bölge arasındaki bağlantı bölgesinin pn birleşiminde bir elektrik alanı üretilir. Yarı iletken malzemelerin PV hücreleri olarak işlev görebilmesi için, geçiş bölgesinde fotovoltaik prensibin uygulanması gerekir. Bir yarı iletken bağlantı noktasının bir PV hücresi olarak işlev görebilmesi için, bağlantı bölgesinde fotovoltaik dönüşümün sağlanması gerekmektedir. Bu dönüşüm iki aşamada gerçekleşir:

1. p-n tipi yarı iletkenlerin birleştiği bölge ışığa maruz kaldığında, elektron deliği çiftleri oluşur.

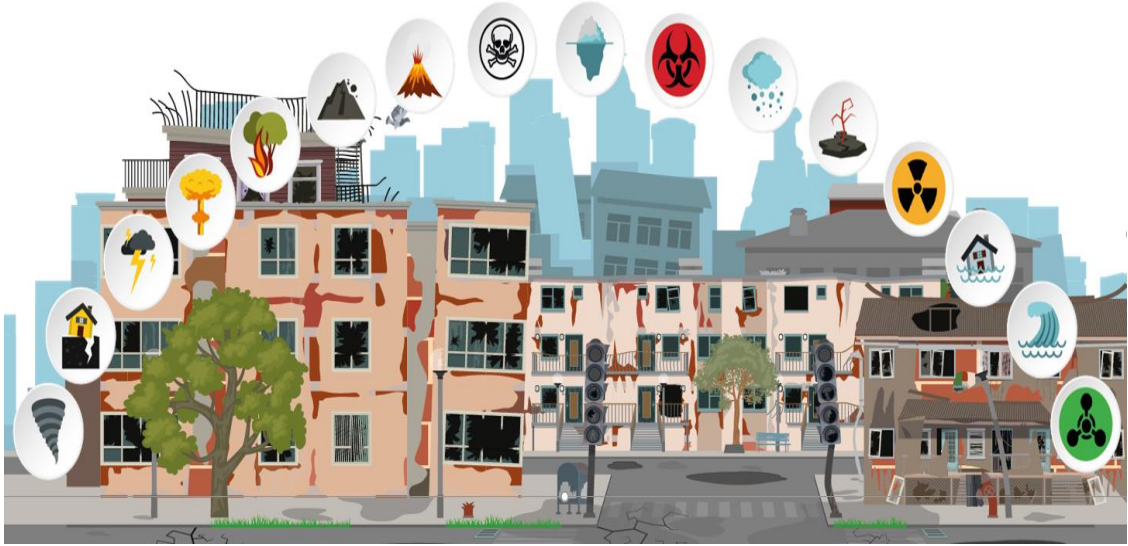
2. Bölge içinde bir elektrik alanı ile birbirlerinden ayrılırlar.

Yapıları bir diyotu andırır ve basitçe bir p-n bağlantısından oluşur. Fotoelektrik prensibe göre, fotonlar tarafından hücreden atılan elektronlar bağlantı noktasında aktive edilerek bir elektrik akımı üretilir. Böylece, ayrılmış elektron deliği çiftleri, PV hücresinin kenarında faydalı çıkış gücü üretir. Güneş ışığı bir PV hücresinin yüzeyine çarptığında, bu elektrik alanı ışıkla uyarılmış elektronlar oluşturmak için momentum sağlar. PV prensibini gerçekleştiren süreçte, bir p-n bağlantı diyotunun p bölgesine ve n bölgesine ulaşan fotonlar emilir. Bant aralığından daha yüksek enerjilere sahip fotonlar, elektronları valans bandından iletim bandına aktararak elektron-boşluk çiftleri üretir. Yüksek enerjili elektronlar bu nedenle enerjilerini harici yüke aktarır ve PV hücresine geri döner(Öztürk, 2020).

6. AFET KAVRAMI

İnsani faaliyetleri durdurarak veya kesintiye uğratarak bir ya da daha fazla yerleşim yerinin etkilenmesi ve bu yerlerde kayıplar meydana getirmesi olayını afet olarak adlandırılmaktadır. Afetin büyüklüğü, insanlar açısından ekonomik kayıplar ve can kayıpları ile ölçülmektedir (Gülkan, 2003; Ergünay, 2002; Sarp, 1999).

Afet kendi başına bir olay değil, meydana gelen olayın sonuçlarıdır. Afetlerin meydana gelmesine sebep bulunan iki ana faktör vardır. Birincisi tehlikenin var olması, ikincisi ise tehlikeye girebilecek yerleşimlerin, yatırımların, kültür varlıklarının büyük zarar göreceğidir. Özetle, bir yerleşim bölgesinde tehlike varsa, çok fazla hasara neden oluyorsa afet risk oluşturmaktadır (Şekil 26).



Şekil 26. Afet tehlike oluşumu

(Kaynak: www.afad.gov.tr, 2022)

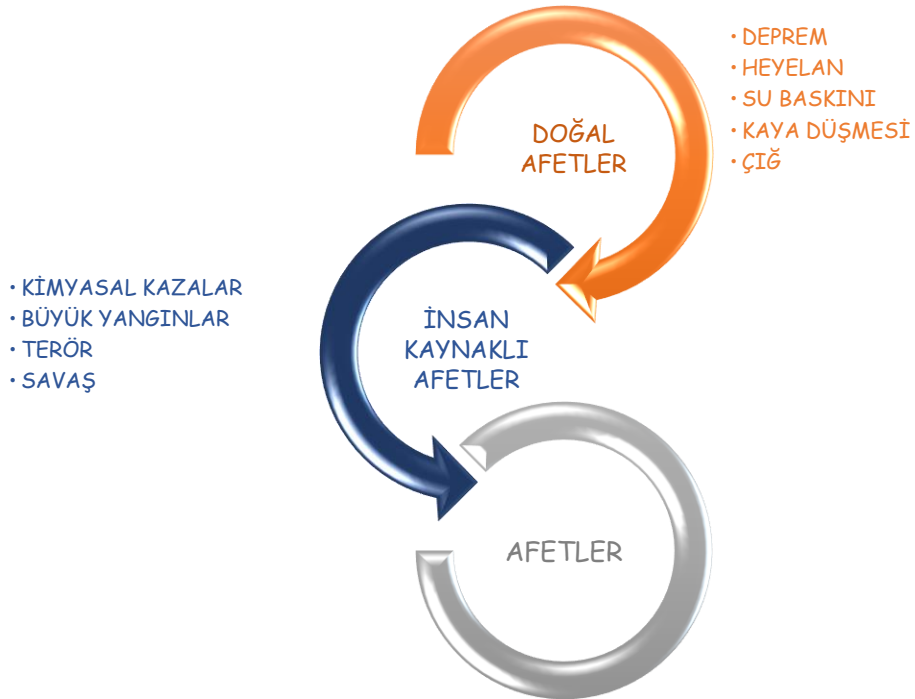
Kuraklık ve küresel iklim değişikliği gibi yıkıcı afetler dışında, çoğu afetin üç önemli ortak noktası vardır:

- Aniden ortaya çıkarlar. Geniş bir yelpazeyi etkilerler.
- Günlük hayat kesintiye uğratar
- Altyapı, ulaşım sistemleri ve kurtarma hizmetleri henüz yetersizdir.

Birleşmiş Milletler afeti “afetin can, mal, çevre, ekonomi ve kültürel miras üzerindeki yıkıcı etkileriyle başa çıkmak için yerel kaynakların yetersiz olduğu bir durum” olarak tanımlamaktadır (UNISDR, 2009).

Özellikle büyük yerleşim yerlerinde meydana gelebilecek deprem, yangın, sel ve toprak kayması gibi doğa olaylarının etkileri sadece etkilenen bölgeleri değil, çok daha geniş sosyo-ekonomik bölgeleri ve hatta tüm ulusları etkileyebilmektedir. Bununla birlikte, depremler, fırtınalar ve volkanik patlamalar gibi doğal olaylar mutlaka afet ile sonuçlanmak zorunda değildir. 1899'da Alaska'da Yakutat Körfezi'ni vuran 8.5 büyüklüğündeki deprem sadece büyük bir doğa olayıydı, ancak 1999 Kocaeli ve Düzce-Kaynaşur depremleri, 2004 Sumatra depremi ve 2008'de oluşan Çin depremi gibi doğa olayları insan yaşamının tanımlanmış kaybı gibi olgular yaşanmasına neden olduğu yüksek ekonomik kayıplar ortaya çıkardığı için afet olarak sınıflandırılmaktadır. Marmara Denizi'nden geçen bir fay doğal afettir. Bu tehlikeyi görmezden gelmek ve depreme dayanıklı bir ev inşa etmeden yaşamaya devam etmek hasar riskini artırır ve bu tehlike bir felakete dönüşebilir.

Afetler insanlar için ekonomik ve sosyal ya da fiziksel kayıplara sebep olan, insan faaliyetlerini durduran, kesintiye uğratan, insan ve doğal afet kökenli olaylar olarak da tanımlanmaktadır (Şekil 27).



Şekil 27. İnsan ve doğal kaynaklı afetler

(Kaynak:<https://www.afad.gov.tr>, 2022)

Afet olaylarını kökenlerine göre şu şekilde ayrılmaktadır :

- **Jeolojik kökenli afetler;** kaya düşmeleri, heyelan, depremler, volkan patlamaları, zemin oturması, sıvılaşma ve çökme.
- **Meteorolojik kökenli afetler;** tayfun, fırtına, çığ, kuraklık, su baskını gibi.
- **İnsan yapısı ve teknolojik kökenli afetler;** kimyasal ve nükleer kazalar, orman yangınları, savaşlar, salgın hastalık, çevre kirlenmeleri gibi.

6.1. Doğal Kaynaklı Afetler

Doğal afetler deprem, sel, toprak kayması, çığ, kuraklık, fırtına, dolu, kasırga, kuraklık ve göktaşı çarpması gibi doğa olaylarından kaynaklanır (AFAD, 2018). Doğal afetler, doğrudan doğadaki değişimlerden ya da insan ve doğa arasındaki mücadelede doğanın zafer kazanması sonucunda ortaya çıkabilir. Bir fay hattının gerilme kırılmalı deprem örneğinde insan faktörünün etkisi yoktur, ancak deprem kaynaklı heyelan örneğinde doğal afetlerin meydana gelmesinde insan faktörü büyük rol oynamaktadır. Bu bakımdan doğal afetler de insan faktörünün etkisi altında meydana gelenler ve kendiliğinden meydana gelenler olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

Doğal afetler, insan yaşamını olumsuz yönde etkilediği için doğal afet olarak adlandırılır. İnsanlık tarihi boyunca her zaman doğa ile ilişkilendirilen olaylar olmuştur. İnsanlık tarih boyunca farklı sıklıkta da olsa çeşitli doğal afetlerle karşı karşıya kalmıştır. Depremler, seller, heyelanlar ve çığlar, orman yangınları, tsunamiler, yıldırımlar, kaya düşmeleri, toprak kaymaları, heyelanlar, çölleşme, deniz ve göl seviyesi değişiklikleri, buzlanma, salgın hastalıklar, dolu, don, fırtınalar, kasırgalar, rüzgar, toz, kum, yağmur, kar ve kış fırtınaları, kuraklık, yer çökmesi gibi olaylar doğal kaynaklı afet olarak sayılabilir (Kadıoğlu, 2011).

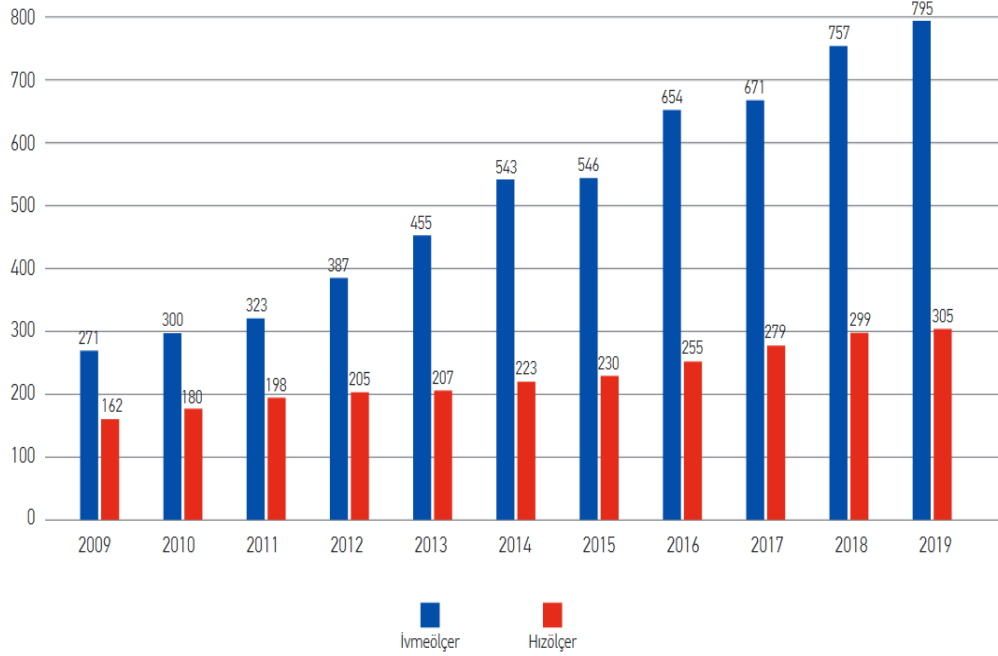
6.1.1. Deprem

Türkiye’de afet odaklı meydana gelen can kayıplarının yüzde 60’ı depremlerden meydana gelmektedir. Mevcut konum itibarı Türkiye ile Akdeniz-Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Bu kuşak aktif yıkıcı depremler meydana getirmektedir. Yıkıcı depremler ortalama beş yılda bir meydana gelmektedir.

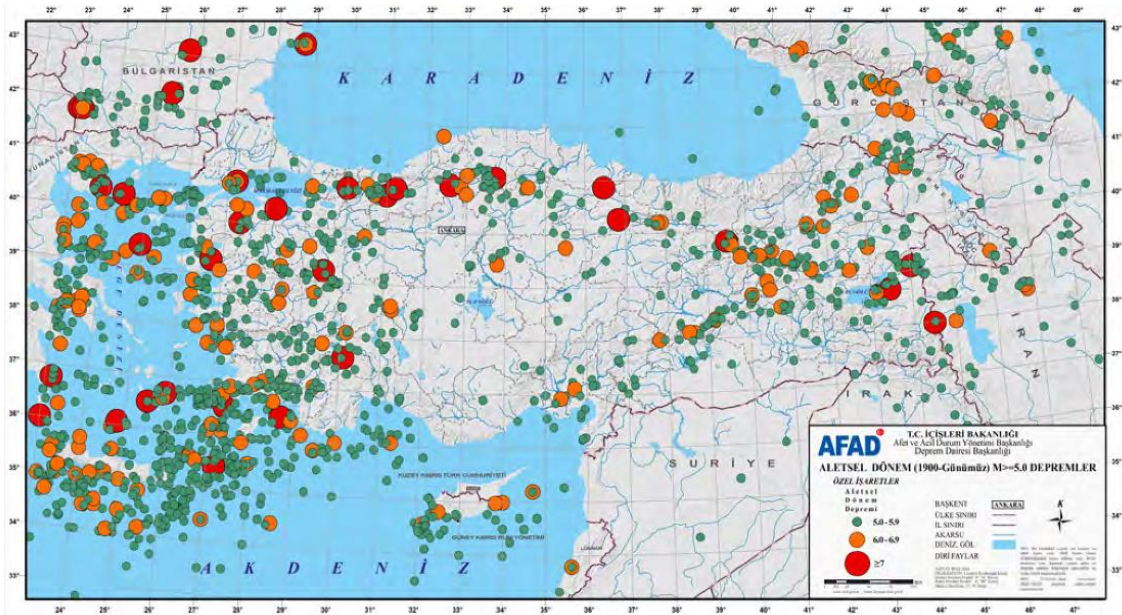
Bu bağlamda İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Başkanlığı bünyesinde bulunan Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından, Türkiye ve yakın çevresinde meydana gelen

sismik hareketler 365 gün, 795 ivmeölçer ve 305 hızölçer istasyonu ile izlenmekte, analiz edilmekte ve kayıt altına alınmaktadır (Tablo 9).

Tablo 9. 2009-2019 yılları arasındaki hız-ivme ölçer istasyonu sayıları.



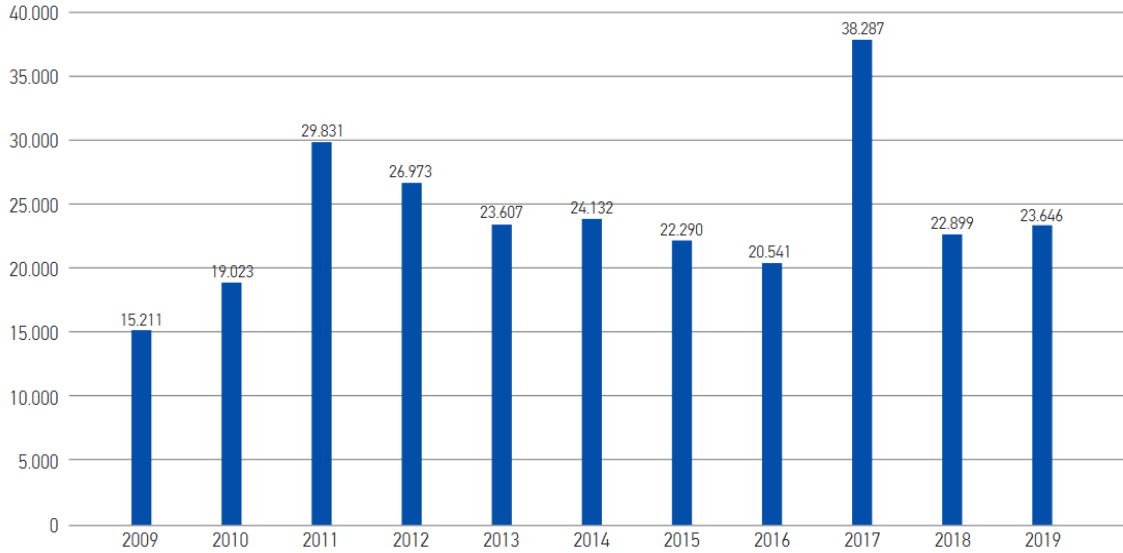
(Kaynak: www.afad.gov.tr, 2022)



Şekil 28. Türkiye ve çevresinde 1990-2023 yılları arasında meydana gelen Mag>5.0 depremler

(Kaynak: www.afad.gov.tr,2022)

Türkiye ve çevresinde 1900-2023 yılları arasında meydana gelen 5.0 ve üzeri depremler gösterilmektedir (Şekil 28). 123 yıllık bu dönemde yaklaşık olarak 1800 üzerinde 5.0 üzeri deprem kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra Türkiye'nin batısında ve kuzey ege kısmında yoğun sismik hareketler dikkat çekmektedir.



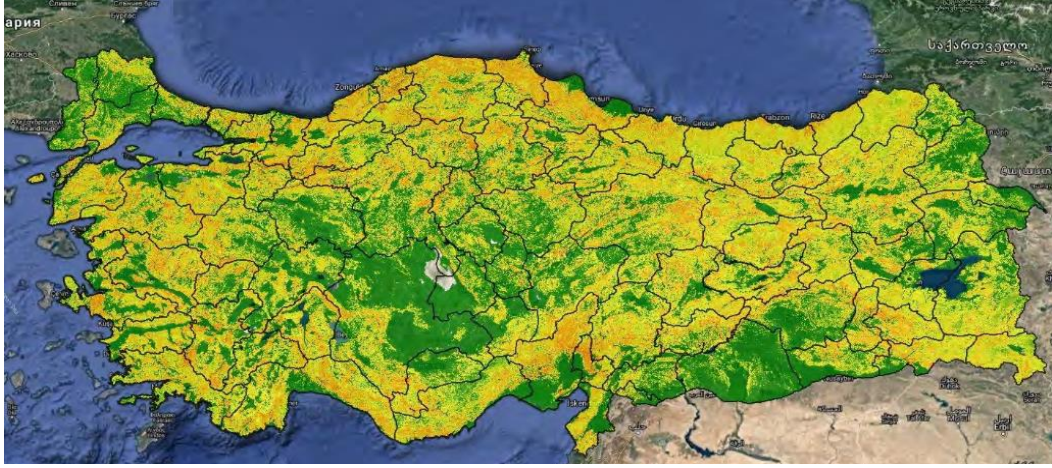
Şekil 29. Türkiye ve çevresinde 2009-2019 yılları arasında meydana gelen depremler

(Kaynak: www.afad.gov.tr,2022)

Türkiye’de 2009-2019 yılları arasında meydana gelen depremler gösterilmektedir(Şekil 29).

6.1.2. Heyelan ve Kaya Düşmesi

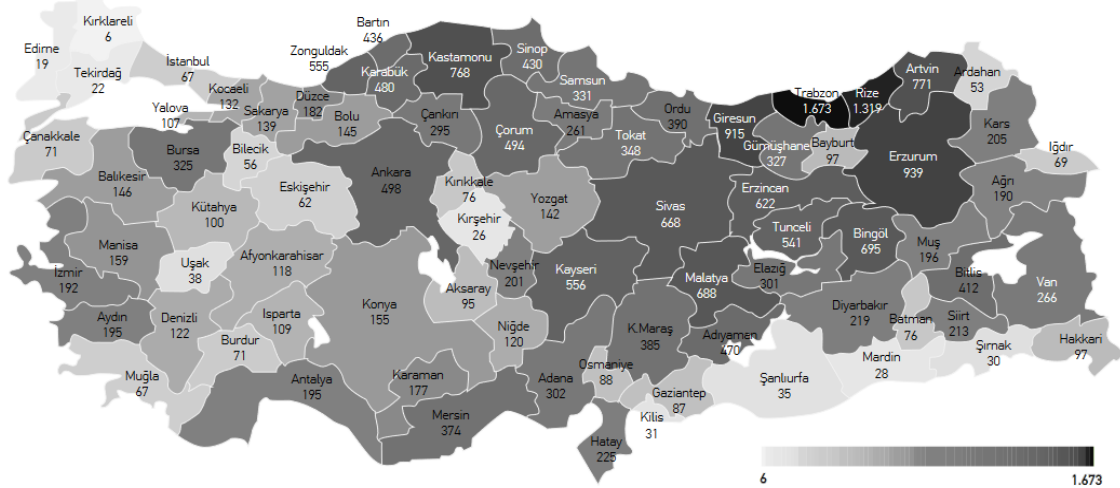
Heyelan, yerin yerçekimi etkisi ile aşağı yönde hareketi olarak tanımlanır. Türkiye’de çoğunlukla kayma, kaya düşmesi ve akma türündeki kütle hareketlerinin beraberinde heyelanı meydana getirdiği bilinmektedir. Türkiye’nin jeolojik ve jeomorfolojik yapısı incelendiğinde Karadeniz başta olmak üzere Orta-Doğu Anadolu bölgelerinde heyelan sıklıkla yaşanabilmektedir (AFAD, 2022). Türkiye heyelan haritası gösterilmektedir (Şekil 30).



Şekil 30. Türkiye Heyelan Haritası

(Kaynak: www.afad.gov.tr,2022)

1950-2019 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen heyelan ve kaya düşmesi olaylarının il bazında sayıları gösterilmiştir (Şekil 31). 1673 heyelan sayısı ile Trabzon ili en başta yer almaktadır. Sırası ile Rize’de 1319 heyelan, Erzurum’da 939 heyelan, Giresun’da 915 heyelan meydana gelmiştir. Toplamda bu dört il yaklaşık olarak yüzde 22 ile Türkiye’de meydana gelmiş heyelan sayılarının beşte birini oluşturmaktadır. Kırıkkale, Edirne, Tekirdağ gibi illerde ise heyelan çok seyrek yaşanmaktadır. Şekil 31’de verilen istatistiki bilgilere göre Trakya ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde heyelandan kaynaklı afetler az olmakla birlikte, heyelanın en çok yaşandığı bölgeler açısından değerlendirildiğinde, Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgelerinde fazla sayıda heyelan yaşanmaktadır.

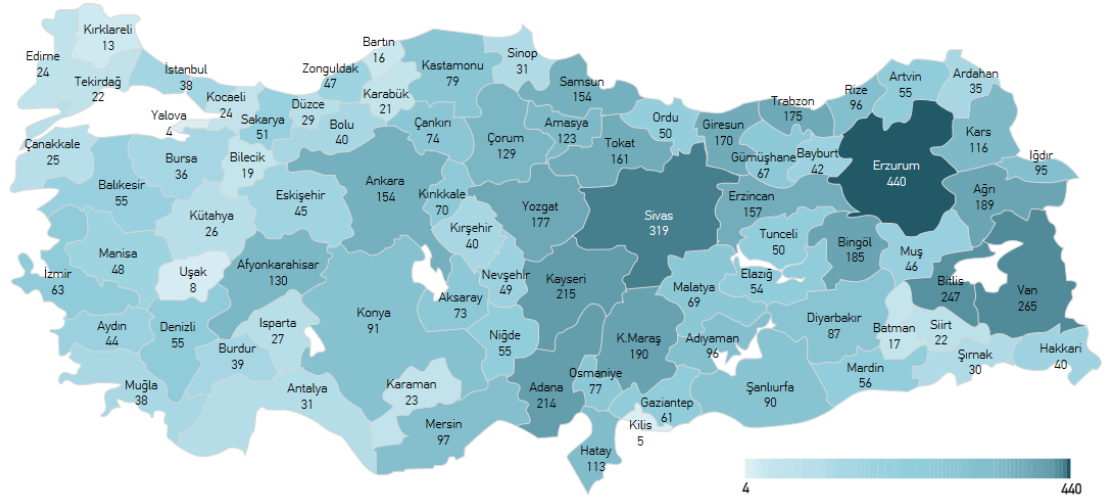


Şekil 31. İl Bazında heyelan ve kaya düşme sayıları

(Kaynak: www.afad.gov.tr,2022)

6.1.3. Sel ve Su Baskını

Türkiye’de en çok meydana gelen afet türlerinden bir tanesi de sel ve su baskını olayıdır. Suların oldukları konumdan yükselerek ya da başka bir alandan gelerek kuru alanları kaplamasıdır. Seller; yavaş, hızlı ve ani seller olarak sınıflandırılır. Dağlık alanların yağış sonrası veya yüksek tepelerdeki karların erimesi sonucunda dere yataklarının taşmasıyla ani seller oluşmaktadır. Türkiye’de 1950-2019 yılları arasında meydana gelen sel ve su baskını olaylarının il bazında sayıları gösterilmektedir (Şekil 32).



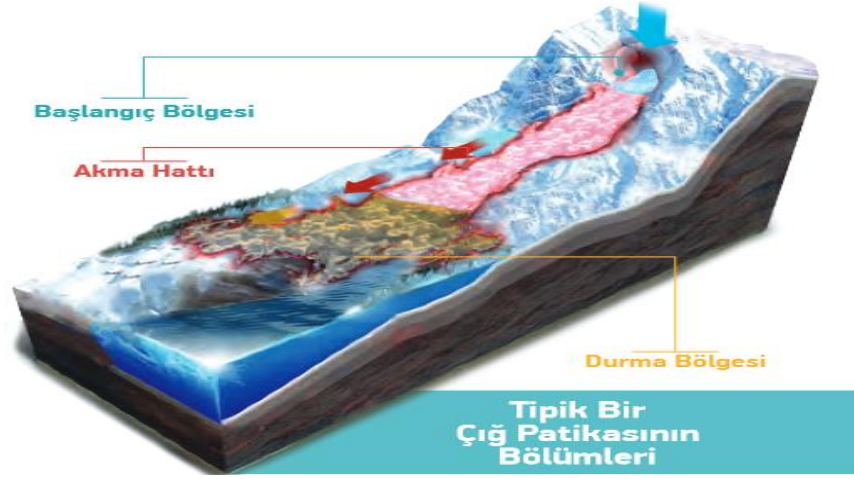
Şekil 32. İl Bazında sel ve su baskını sayıları

(Kaynak: www.afad.gov.tr, 2022)

Türkiye’de meydana gelen il bazında sel ve su baskınında, 440 olayla Erzurum ilk sırada yer almaktadır. Sivas 319, Van 265, Bitlis ise 247 olayla takip etmektedir. Sel ve su baskını en az olarak Yalova, Kilis ve Uşak gibi illerde çok az sayıda olay meydana gelmektedir.

6.1.4. Çığ

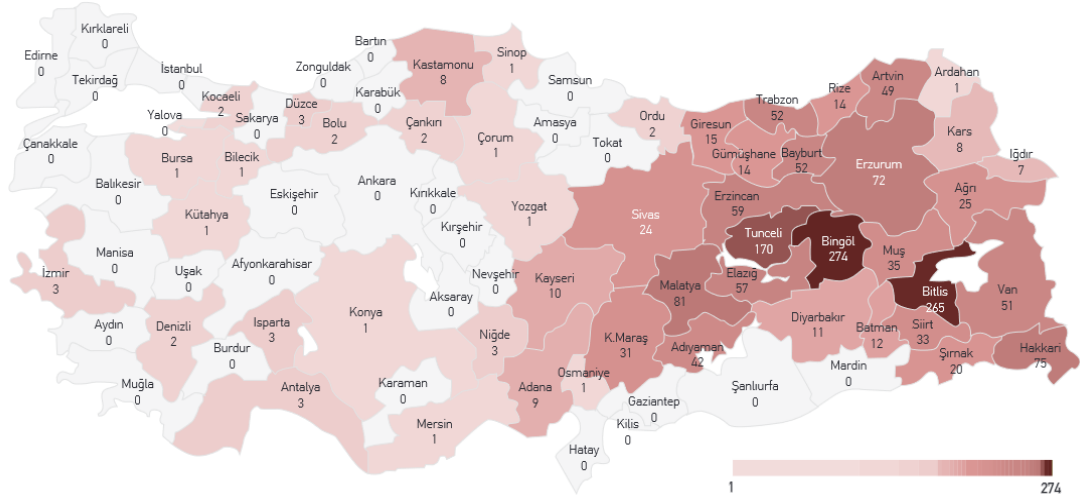
Çığ, kar kütesinin harekete geçmesi ve bu hareketin durdurulmaması sonucu oluşmaktadır. Doğal yollarla orman örtüsü gibi ya da kar çitleri gibi yapay unsurlarla çığın başlaması engellenebilir veya etkisi azaltılabilir. Şekil 33’te çığ oluşum şekli gösterilmektedir.



Şekil 33. Çığ oluşumu

(Kaynak: www.afad.gov.tr, 2022)

1950-2019 yılları arasında çığ olaylarına bakıldığında en çok çığ 274 olay ile Bingöl'de meydana gelmektedir. Bitlis'te 265 çığ, Tunceli'de 170 çığ, Malatya'da 81 çığ meydana gelmiştir. Bu dört ilde meydana gelen çığ, Türkiye'nin tamamında yaşanan çığ olaylarının yüzde 50'si gibi yüksek bir oranını oluşturmaktadır. Bu bağlamda 1950-2019 yılları arasında meydana gelen çığ olayların yarısı bu illerde oluşmaktadır (Şekil 34).



Şekil 34. İl bazında çığ oluşum sayıları

(Kaynak: www.afad.gov.tr, 2022)

Şekil 34 incelendiğinde yüksek rakımın çığ olaylarında belirleyici olduğu görülmektedir. Çığ olayları Doğu Anadolu Bölgesi ve Doğu Karadenizde oldukça fazla yaşanırken diğer bölgelerde az sayıda çığ meydana geldiği gözlemlenmektedir.

6.2. İnsan Kaynaklı Afetler

İnsan kaynaklı afetler, adından da anlaşılacağı gibi, insanın doğayı tahrip etmesi sonucu meydana gelen afetlerdir. Bu felaketler genellikle cehalet, ihmal, yetersiz tedbir ve eğitimsizlikten kaynaklanmaktadır. Bu felaketler kasıtlı olarak insanlar tarafından da meydana getirilebilir. Bu afetlerin türü örnek olarak nükleer, biyolojik, kimyasal, endüstriyel, aşırı kalabalık, ulaşım kazaları, savaş ve terör sayılabilir. Bu afetler sonucunda göçmenlerin ve yerinden edilmiş kişilerin kaybı da bir afet olarak değerlendirilebilir (AFAD, 2022).

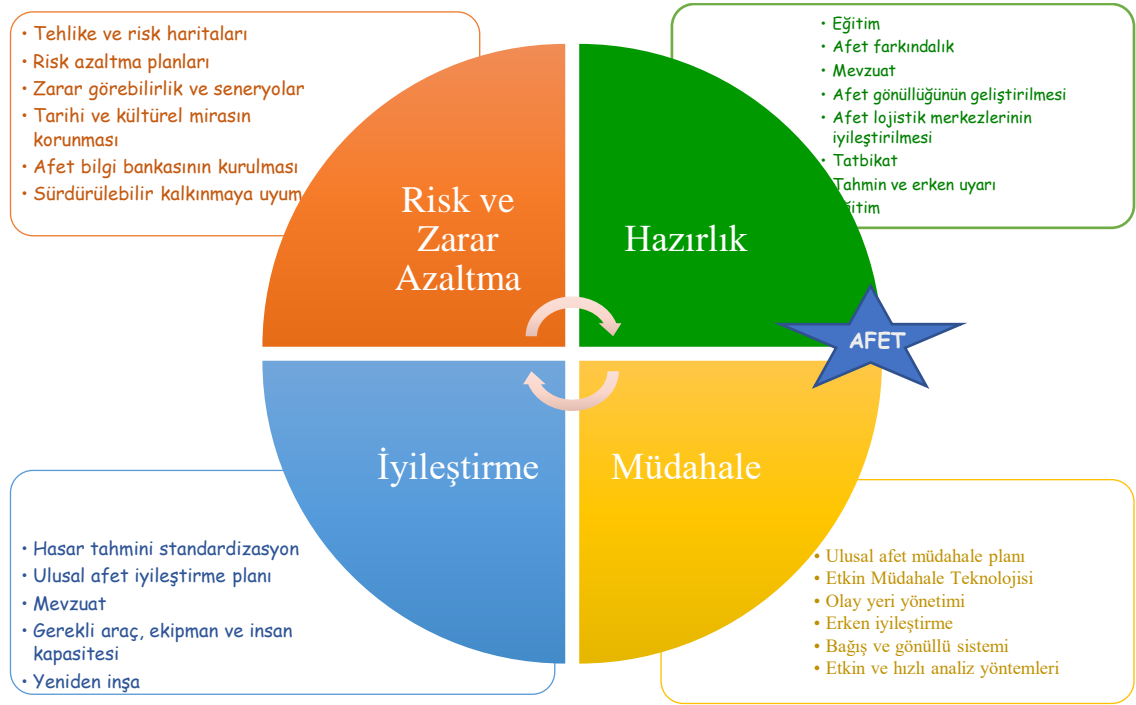
7. AFET YÖNETİMİ

Doğada meydana gelen olumsuz olayların afet olarak adlandırılabilmesi için insani faaliyetleri durdurması ya da kesintiye uğratması gerekmektedir. Örneğin insanların olmadığı ya da tedbirler alındıktan sonra oluşan bir olaydan insanlar etkilenmediği sürece bu olaylar afet sayılmaz. Afetler sonucu başka afetlerin oluşumuna zemin hazırlayabilir. Depremden sonra salgın hastalık çıkması veya yangın çıkması ikincil bir afeti meydana getirebilir.

Afetlerin ortak bir yönü vardır: Aniden meydana gelmeleri, meydana geldikleri bölgedeki nüfusun büyük bir bölümünü olumsuz yönde etkilemeleri, can ve mal kayıplarına sebep olmaları ve müdahale ile önlenememeleridir. Deprem, tsunami, heyelan, erozyon, volkanik patlamalar, moloz akıntıları, kaya düşmeleri, sel, kuraklık, çığ, fırtına, kasırga, aşırı soğuk, terör saldırıları, hava ve su kirliliği, toprak gibi doğal afetlerle savaş erozyon, silahlı saldırılar, ayaklanmalar, insanları mülteci konumuna düşüren olaylar, salgın hastalıklar, su ve gıda kaynaklı hastalıklar, tehlikeli maddelerin saçılması gibi endüstriyel kazalar, nükleer santrallerdeki sızıntılar afetlere örnektir.

Nesnelerin interneti, görüntü işleme, yapay zeka, büyük veri ve akıllı telefon uygulamalarının afet hafifletme, hazırlık, müdahale ve iyileştirme uygulamalarında etkili olarak kullanılabileceği öngörülmektedir. Ayrıca, modern teknolojinin kullanımı kurtarma, acil durum tahliyesi ve afet sonrası yönetim olanaklarını artırmaktadır. Afet risklerini azaltmak için afet yönetimi alanında var olan zorlukların üstesinden gelmek amacı ile modern teknolojiyle birleştirilmesi araştırılmıştır (Vorbach ve diğerleri, 2017; Zhang ve diğerleri, 2021; Alahakoon ve diğerleri, 2020).

Afet Yönetimi olası bir afet sonrası can ve mal kaybını en aza indirebilmek için afet öncesi risk/zarar azaltma ve hazırlık, afet sonrası müdahale ve iyileştirme aşamalarını kapsayan bir afet döngüsüdür. Afet yönetimi organizasyon şeması verilmiştir (Şekil 35).



Şekil 35. Afet yönetimi

(Kaynak: www.afad.gov.tr, 2022)

Genel afet yönetimi afetlerin önlenmesi ve kayıplarının azaltılması için zarar azaltma, hazırlık, afete müdahale ve iyileştirme olmak üzere dört ana aşamada gerçekleştirilen planlama, yönlendirme, destekleme, koordinasyon ve uygulama faaliyetlerini içermektedir. Tüm kurum ve kuruluşlar bu ortak çabaya kaynak sağlamaktadır. Birden çok tarafı, birden çok disiplini kapsayan ve kaynakların doğru kullanılmasını gerektiren çok kapsamlı ve karmaşık bir yönetim modelidir.

- **Risk ve Zarar Azaltma**

Afetler sonucu büyük kayıplara meydan vermemek için afet tehlike haritası oluşturulması ve afetlere karşı risk azaltıcı önlemlerin alınması faaliyetleri risk ve zarar azaltma olarak adlandırılmaktadır. Risk ve zarar azaltma faaliyeti sonucu can kaybı sayısını azaltmak, afetten etkilenen insan sayısını azaltmak, ekonomik kaybı azaltmak, ulusal ve yerel afet risk azaltma stratejileri olan ülke sayısını arttırmak gibi sonuçlara ulaşılabilir. Afet direnci oluşturmak dünya çapında bir önceliktir ve BM'nin sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasında yer almaktadır. 2030 yılına kadar afet riskini azaltmak ve şehirlerin dayanıklılığını büyük ölçüde artırmak için çalışmalar yürütülmektedir (Parker, 2020). Risk ve zarar azaltma çalışmalarında öngörülebilirliğin artırılması çalışmaları yürütülmesi gerekmektedir. Şekil 36'da obruk-karstik çökmeler tehlikesi için yapılan

jeolojik çalışmalar sonucunda öngörülebilirliğin artırılması ile karstik çökmeler nedeni ile oluşan can ve mal kayıplarının en aza indirilmesi için risk azaltma yapılabileceği gösterilmektedir.



Şekil 36. Risk ve zarar azaltma öngörülebilirliği

(Kaynak: www.konya.afad.gov.tr, 2022)

Risk ve zarar azaltma, muhtemel afet öncesi uzun çalışma dönemini kapsayan hazırlık aşamasını içermektedir. Risk ve zarar azaltmada yapılacak çalışmalar; hazırlık, müdahale ve iyileştirme aşamalarında yapılması gerekenlere göre daha kapsamlı ve belirsiz özellik taşımaktadır. Bu bağlamda aslında bu çalışmalar kamu ve birçok özel kuruluşun katılımı ile koordineli bir çalışmayı gerektiren aşamalardan oluşmaktadır.

- **Hazırlık**

Hazırlık aşaması, risk ve zarar azaltma aşamasında yapılması planlanan ya da yapılan çalışmalar afetlerin etkilerini tam anlamıyla önlemeyeceği ve bu nedenle olası bir afet

durumunda hazırlıklı olunması gerektiğinin sonucudur. Afetin etkilerinden can ve mal kayıplarını en aza indirme, hızlı ve etkin arama-kurtarma faaliyetleri ve iyileştirme aşamalarının tamamını kapsayan aşamadır. Dolayısıyla hazırlık aşaması afet sonrası müdahalede etkin ve hızlı arama-kurtarmaya, iyileştirme aşamalarında yeniden inşa çalışmalarına doğru ve hızlı bir yol haritası çıkarabilmektedir.

Afetlere karşı hızlı ve etkin müdahale için afet öncesi gerekli eğitim ve tatbikatların yapılması, planlama, erken uyarı sistemlerinin kurulumu ve halkın afetlere karşı bilgilendirilmesi gibi faaliyetler ile afetlerin etkilerini en aza indirebilmek büyük bir önem arz etmektedir.

- **Müdahale**

Afet oluşumundan sonra başlayıp afetin vermiş olduğu kayıp ve zararların şiddet ve büyüklüğüne bağlı olarak haftalarca süren, afetten etkilenen yerleşim bölgelerinde faaliyet gösterilen, arama- kurtarma çalışmalarının yapıldığı, afetzedelerin tedavi, geçici barınma, güvenlik, beslenme ve moral gibi insani ihtiyaçlarının karşılandığı faaliyet çalışmalarına müdahale aşaması denilmektedir. Arama kurtarma çalışmalarına ait örnek fotoğraflar Şekil 37’de görülmektedir.



Şekil 37. Müdahale çalışmaları

(Kaynak: www.konya.afad.gov.tr, 2022)

Afet sonrası arama ve kurtarma gibi acil müdahale ve acil yardım konularında başarılı olmak aslında afet öncesi hazırlık aşamalarında iyi bir organizasyon ve haberleşmeye bağlıdır. Müdahale aşamasında; can ve mal kayıplarının tespiti yapılmalı, afet bölgesinde müdahaleyi hızlandıracak haberleşme ve ulaşım sağlanmalı, gerekli insani ve teknik yardımlar sağlanmalıdır.

Müdahalenin en önemli aşaması arama-kurtarma faaliyetidir. Yıkılan binalar altında kalan insanların kurtarılması, zamana karşı bir yarış mücadelesi olduğu için enkazda çalışan arama-kurtarma birimlerinin daha önceden profesyonel eğitim alması ve birbirleri ile iş birliğinin sağlanması elzemdir.

- **İyileştirme**

Afet yönetimi evrelerinden biri olan iyileştirme afete uğramış toplulukların kullanacağı ulaşım, elektrik, doğalgaz, ısınma gibi hayati önem taşıyan kritik altyapının bir an önce çalışır duruma getirilmesi, geçici barınma ve iyileştirme çalışmaları ile normal hayata en kısa zamanda dönme çabasıdır. İyileştirme aşaması, geçici olarak sosyal alt yapının kurulmasından normal yaşam hayatına geçinceye kadarki barınma, alt yapı hizmetlerinin geçici çözümlerinin yer aldığı, afetten bir ya da iki hafta sonra başlayan kalıcı konut inşaat yapımı tamamlanıncaya kadarki süre olarak tanımlanabilir (Ergünay, 1999).

Afetten sonra afetin büyüklüğü ile doğru orantılı olarak bir ya da birkaç yıl süren faaliyetlerin tümü iyileştirme aşamasının bir parçasını oluşturur. Ana hedef, afete uğramış toplulukların ya da toplumların su, ulaşım, haberleşme, elektrik, kanalizasyon, eğitim, sosyal aktiviteler, geçici veya kalıcı barınma ihtiyacını karşılamak, çalışma ve ekonomik alanlarda hayati aktivitelerini az düzeyde de olsa karşılayarak, geliştirilerek devamını sağlamak ve afetten etkilenen insanlar için güvenli bir yaşam kalitesi oluşturmaktır. İyileştirme çok yönlü yerel bir çalışmadır. Olası tekrar bir afet tehlikesi ile karşı karşıya kalındığında güçlü olma ve eskiye göre standartları yükseltme fırsatı sunar.

İyileştirmede amaç, toplulukların daha önce etkilendikleri afetler ile tekrar karşılaşması durumunda, aynı olumsuzluklarla yüz yüze gelmemelerini sağlamaktır. Yani afet zararlarını azaltmayı sağlamaktır.

Afet Sonrası Geçici Barınma Merkezleri

Afete müdahale anında barınma alanını iki başlıkta inceleyebiliriz. Acil barınma (sığınma) ve geçici barınmadır:

Acil Barınma: Afetin hemen ardından en kısa süreli sığınılan korunma alanları (Depo, sosyal tesis, stadyum vb.)

Geçici Barınma: Geçici barınak ve Geçici iskân olarak ikiye ayrılır;

Geçici Barınak: Afet sonrasında, bireylerin kısa süreli çadırkent, kamp gibi yerlerden gıda ve acil temel ihtiyaçlarının karşılandığı yerlerdir.

Geçici İskân: Önceden belirlenmiş alanlarda yapılan (mevsim çadırı, konteyner, karavan, tesis vb.) günlük düzen kurulabilen, temel hizmetlerden düzenli olarak yararlanılabilen süreli yerleşim yerleridir.

Afet sonrası iyileştirme aşamalarının yapılması oldukça önem arz etmektedir. Afet sonrası iyileştirme planlarının hazırlanmaması ve afet yönetim organizasyonunda gerektiği kadar önem verilmemesi durumlarında maalesef yöneticileri içinden çıkılmaz bir hale düşürebilir. Ayrıca, afete uğrayan afetzedelerin beklentilerinin en kısa sürede karşılanmamasının toplumsal baskıları artırması ve bu baskılar yüzünden yöneticilerin iyileştirme aşamalarında plan yapmadan kararlar vermeleri iyileştirme yapım aşamasını kesintiye uğratabilmektedir. Bu bağlamda, yaşanan büyük afetlerden esinlenerek oluşturulan afet senaryoları tatbik edilerek iyileştirme planlarının oluşturulması ve hazırlanması, afet sonrası zararların ön tespiti, afetin etkilerini değerlendirme aşamaları yürütülmesi gerekmektedir (Şekil 38).



Şekil 38. Afet ve acil koordinasyon şeması

(Kaynak: www.afad.gov.tr, 2022)

İyileştirme aşamasının afetten etkilenen afetzedelerin ihtiyaçlarının karşılanmasının en az afetten önceki duruma getirilinceye kadar devam etmesi elzemdir. Afetler, deprem başta olmak üzere ev ve iş yerlerini tahrip etmekte kalmayıp su, elektrik, doğalgaz, yollar, köprüler gibi ülkenin altyapılarını kullanılmaz hale getirebilir. İyileştirme sadece afetzedelerin barınma ihtiyacının karşılanması ile sınırlandırılmamalıdır.

8. TÜRKİYE'DEKİ GEÇİCİ BARINMA MERKEZLERİ

Kurulacak barınma merkezlerinin yerel yaşam standartlarına uygun olarak konfor sağlamaları, hizmet sunmaları ve konum seçimi önemlidir. Afetten etkilenen bir bölgedeki yaşam standartları, diğer bölgelerdeki yaşam standartlarından farklılık gösterebilir. Geçici barınma için kullanılan tasarım modeli donör ülkenin yaşam standartlarına göre değil, uygulanacak bölgenin yerel yaşam standartlarına göre geliştirilmelidir (Abulnour, 2014).

8.1. Van Depremi Sonrası Geçici Barınma Merkezleri

Van İlinde 23 Ekim 2011 Pazar günü 7.2 (Mw) büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Yerin 19 km derinliğinde oluşan depremde 601 vatandaş hayatını kaybetmiş, 4000 vatandaş ise yaralanmıştır. Deprem Van merkezde olmasına rağmen en büyük hasar Erciş ilçesinde aksetmiştir. Bu depremde 43100'den fazla bina hasar görmüş, oturulacak bina sayısı toplamın yüzde 25'ini geçmemektedir. Bunun dışında alt yapıda (gaz, su, elektrik, ısınma, haberleşme vb.) ciddi sıkıntılar meydana gelmiştir.

Tablo 10. Van geçici barınma merkezleri

		Adet	Nüfus
VAN (MERKEZ)	Konteyner	24.014	147.319
VAN (ERCİŞ)	Konteyner	5.472	27.751
TOPLAM		29.486	175.070



Şekil 39. Van geçici barınma merkezi

(Kaynak: AFAD, 2022)

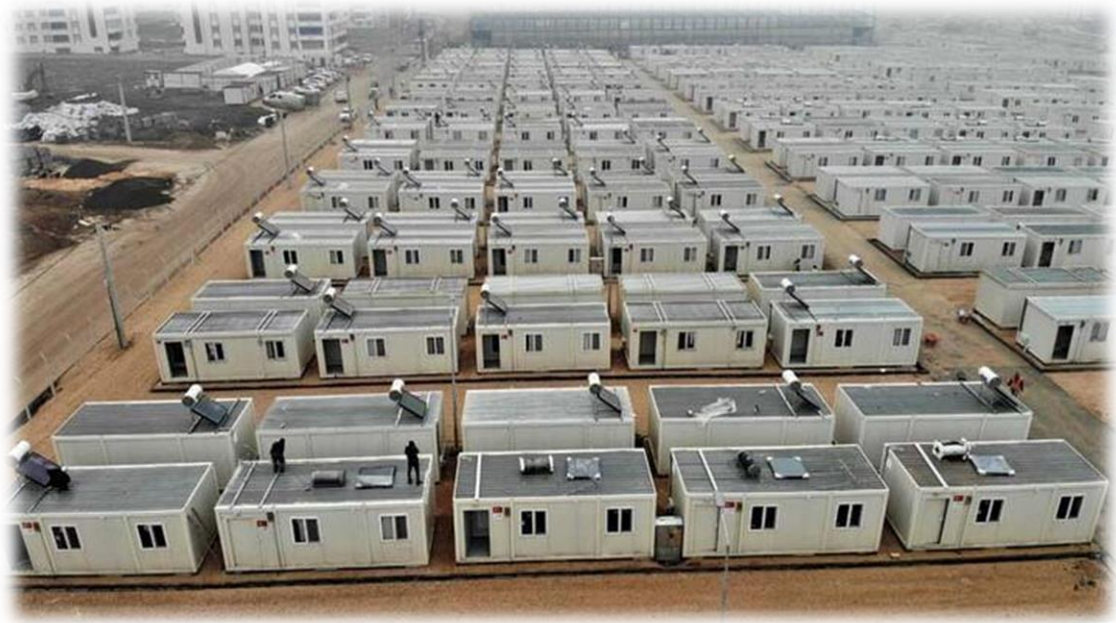
Van merkeze 24.014 adet, Erciş ilçesine ise 5.472 adet yaşam konteyneri kurulmuştur (Tablo10). Konteynerler 2 oda, banyo, tuvalet ve mutfaktan oluşmaktadır. 21 m² olan bu konteynerlerde 175 bin kişi barındırılmıştır (Şekil 39). Barınma merkezlerinde kalan tüm vatandaşların temel ihtiyaçları devlet tarafından karşılanmış, elektrik, su gibi ihtiyaçlar ücretsiz sunulmuştur. Van depremi sonrası depremden etkilenmiş afetzedelere ait 150 milyon TL tutarında elektrik faturası AFAD tarafından ödenmiştir.

8.2. Elazığ Depremi Sonrası Geçici Barınma Merkezleri

Elazığ İlinde 24 Ocak 2020’de 6.8 (Mw) büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Elazığ Merkez, Sivrice ve Maden ilçeleri olmak üzere toplamda 61.152 bina hasar görmüştür. Tespit çalışmaları sonucunda 263 binanın yıkık, 7698 binanın ağır hasarlı, 558 binanın ise acil yıkılması gereken 1.540 binanın orta hasarlı, 15671 binanın az hasarlı olduğu belirlenmiş ve depremde 41 kişi hayatını kaybetmiştir.

Tablo 11. Elazığ geçici barınma merkezleri

		Adet	Nüfus
ELAZIĞ (MERKEZ)	Konteyner	1.995	3560
ELAZIĞ (SİVRİCE)	Konteyner	4.790	19.440
MALATYA ve İlçeleri	Konteyner	700	330
TOPLAM		7.485	23.330



Şekil 40. Elazığ geçici barınma merkezi

(Kaynak: AFAD, 2022)

Elazığ merkezde 1.995 adet, Sivrice ilçesinde ise 4790 adet yaşam konteyneri kurulmuştur (Tablo 11). Konteynerler 2 oda, banyo, tuvalet ve mutfaktan oluşan 21 m² olan yerlerdir. Buralarda yaklaşık olarak 23 bin kişi barındırılmıştır (Şekil 40). Barınma merkezlerinde kalan tüm vatandaşların temel ihtiyaçları devlet tarafından karşılanmış, elektrik, su gibi ihtiyaçlar ücretsiz sunulmuştur. AFAD tarafından, Elazığ depremi sonrası konteyner ve çadırkentte yaşayan depremzedelere ait 71 milyon TL tutarında elektrik faturası ödenmiştir.

8.3. İzmir Depremi Sonrası Geçici Barınma Merkezleri

İzmir Seferihisar açıklarında 30 Kasım 2020'de 6.6 (Mw) büyüklüğünde deprem meydana gelmiştir. İzmir İlinde meydana gelen depremin ardından 215 bin binada hasar tespit çalışmaları yapılmış, 680 bina ağır hasarlı ve 800 binanın ise orta hasarlı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 12. İzmir geçici barınma merkezleri

		Adet	Nüfus
İZMİR (BAYRAKLI)	Konteyner	590	2500



Şekil 41. İzmir geçici barınma merkezi

(Kaynak: AFAD, 2022)

İzmir Seferihisar açıklarında meydana gelen deprem sonrası geçici barınma merkezleri oluşturulmuştur. İzmir Bayraklı ilçesinde 590 adet yaşam konteyneri kurulmuştur (Tablo 12). Bu geçici yaşam konteynerlerinde 1500 kişi barındırılmıştır (Şekil 41). İzmir depreminden sonra konteyner ve çadırkentte yaşayan depremzedelere ait 33 milyon TL tutarında elektrik faturası (ısınma, aydınlatma, sıcak su) AFAD tarafından ödenmiştir.

8.4. Suriye'den Göç Nedeniyle Kurulan Geçici Barınma Merkezleri

Suriye'de iç karışıklık sonucu 252 Suriye vatandaşının 29 Nisan 2011 tarihinde Cilvegözü Sınır Kapısı'ndan geçmesi ile başlamıştır. Türkiye'de Suriyeli vatandaşların misafir edilebilmesi için barınma merkezleri oluşturulmuştur (AFAD, 2014). Suriyeliler sınıra yakın yerlerde çadırkentlere yerleştirilmiştir. Fakat Suriye'de yaşanan iç karışıklık yayıldıkça ve gelen kişi sayısı arttıkça Hatay, Kilis ve Gaziantep illerine barınma merkezleri açılmıştır.

Türkiye'de 2017 itibarı ile Hatay, Gaziantep, Şanlıurfa, Kilis, Mardin, Kahramanmaraş, Osmaniye, Adıyaman, Adana, Malatya gibi illerde, AFAD tarafından göçmenler için geçici barınma merkezleri oluşturulmuştur. AFAD' ın koordinasyonunda 10 şehre kurulmuş 20 geçici barınma yaşam merkezinde yaklaşık 179 binin üzerinde Suriyeli ve Iraklı göçmen yaşamaktadır.

Tablo 13. Geçici barınma merkezleri

İl	Geçici Barınma Merkezleri	Barınma Tipi	GBM Nüfus	Nüfus
Adana	Sarıçam	6.136 konteyner	26.036 Suriyeli	26.038
	Merkez	2.302 çadır	8.957 Suriyeli	
Adıyaman	İslahiye	1.552 çadır	5.969 Suriyeli	20.152
	Karkamış	1.578 çadır	5.226 Suriyeli	
	Nizip 1	1.873 çadır	8.868 Suriyeli	
Gaziantep	Nizip 2	908 konteyner	3.838 Suriyeli	23.901
	Altınözü	776 konteyner	8.304 Suriyeli	
	Yayladağı	32 betonarme bölme	3.758 Suriyeli	
Hatay	Apaydın	1.181 konteyner	5.046 Suriyeli	17.108
	Güveççi	824 çadır		
	Merkez	5.008 konteyner	16.898 Suriyeli 4.709 Iraklı	
Kilis	Öncüpınar	3.089 konteyner	11.347 Suriyeli	24.087
	Elbeyli Beşiriye	3.586 konteyner	12.740 Suriyeli	
	Beydağı			
Malatya	Konteynerkenti	1.977 çadır	9.434 Suriyeli	9.434

Geçici barınma merkezleri (devamı)				
Mardin	Midyat Çadırkenti	1.053 çadır	2.634 Suriyeli 1.269 Iraklı	3.903
Osmaniye	Cevdetiye Ceylanpınar	3.352 konteyner 4.972 çadır	14.129 Suriyeli 18.857 Suriyeli	14.129
Şanlıurfa	Akçakale	6.461 çadır	23.921 Suriyeli	74.170
	Harran Suruç	2.069 konteyner 7.028 çadır	10.709 Suriyeli 20.683 Suriyeli	
		27.675 çadır ve betonarme bölme (96.400 kişi, %44,2)	Suriyeli	174.256
		30.138 konteyner (126.955 kişi, %55,8)	Iraklı	5.982
Toplam	57.813 toplam			223.338

(Kaynak: AFAD, 2018)



Şekil 42. Şanlıurfa Geçici barınma merkezi

(Kaynak: <http://www.gazete2023.com>,2022)

Şanlıurfa geçici barınma merkezinin insansız hava çekim aracı ile gece ve gündüz çekilmiş görüntüleri bulunmaktadır (Şekil 42).

9. TÜRKİYE' DEKİ GEÇİCİ BARINMA MERKEZLERİNE KURULAN KONTEYNERLERİN STANDARTLARI

Barınma merkezinde kişi başına düşen kapalı alan ortalama 3,5-4,5 m² olmalıdır. Barınma merkezlerinde bulunan konteynerler veya çadırlar arası 2 metre, kümeler arası 6 metre yangın önleyici boşluk bırakılmalıdır. Nemli ve sıcak iklime sahip bölgelerde hava akışı sağlanmalı ve konteynerler güneş ışığından korunmalıdır. Kuru ve sıcak iklime sahip yerlerde yüksek ısıya dayanıklı, yalıtkan ve çift kat çadır malzemesi kullanılmalıdır. İklimi soğuk bölgelerde ise yerden yüksekliği 30 cm'den az olmamak koşulu ile yangına karşı dayanıklı konteyner malzemesi kullanılmalıdır (AFAD,2015). 11 Nisan 2015 tarihli AFAD Geçici Barınma Yerlerinin Kurulması, Yönetimi ve İşletilmesi Yönetmeliğine göre geçici barınma alanlarının aşağıdaki kriterleri karşılaması gerekmektedir:

Yer seçimine ait kriterler

- Geçici barınma merkezleri yerleşim alanlarına yakın konuma konuşlandırılmalı, dış tehdit ve tehlikelerden korunaklı, hizmetlerin sunumuna elverişli ve koordine edilebilir şekilde dizayn edilmelidir.
- Planlanan barınma merkezi elektrik, su ve kanalizasyon şebekelerine ekonomik olarak verimli bir şekilde bağlanabileceği konum tercih edilmelidir.
- Okullar, kreşler, marketler, ibadethaneler, sağlık ocakları, psikososyal danışma merkezleri, spor tesisleri, çamaşırhaneler, içme suyu ve atık su arıtma tesisleri, oyun alanları, kurslar gibi sosyal tesis kurulumuna uygun planlanmalıdır.
- Zemin etüdü standartlara uygun yapılmalıdır.
- Yağış suların tahliyesi için en az 3 m yukarıda olan ve %2 ila %6 eğime sahip alan oluşturulmalıdır.
- Hakim rüzgarlar göz önünde bulundurulmalıdır.

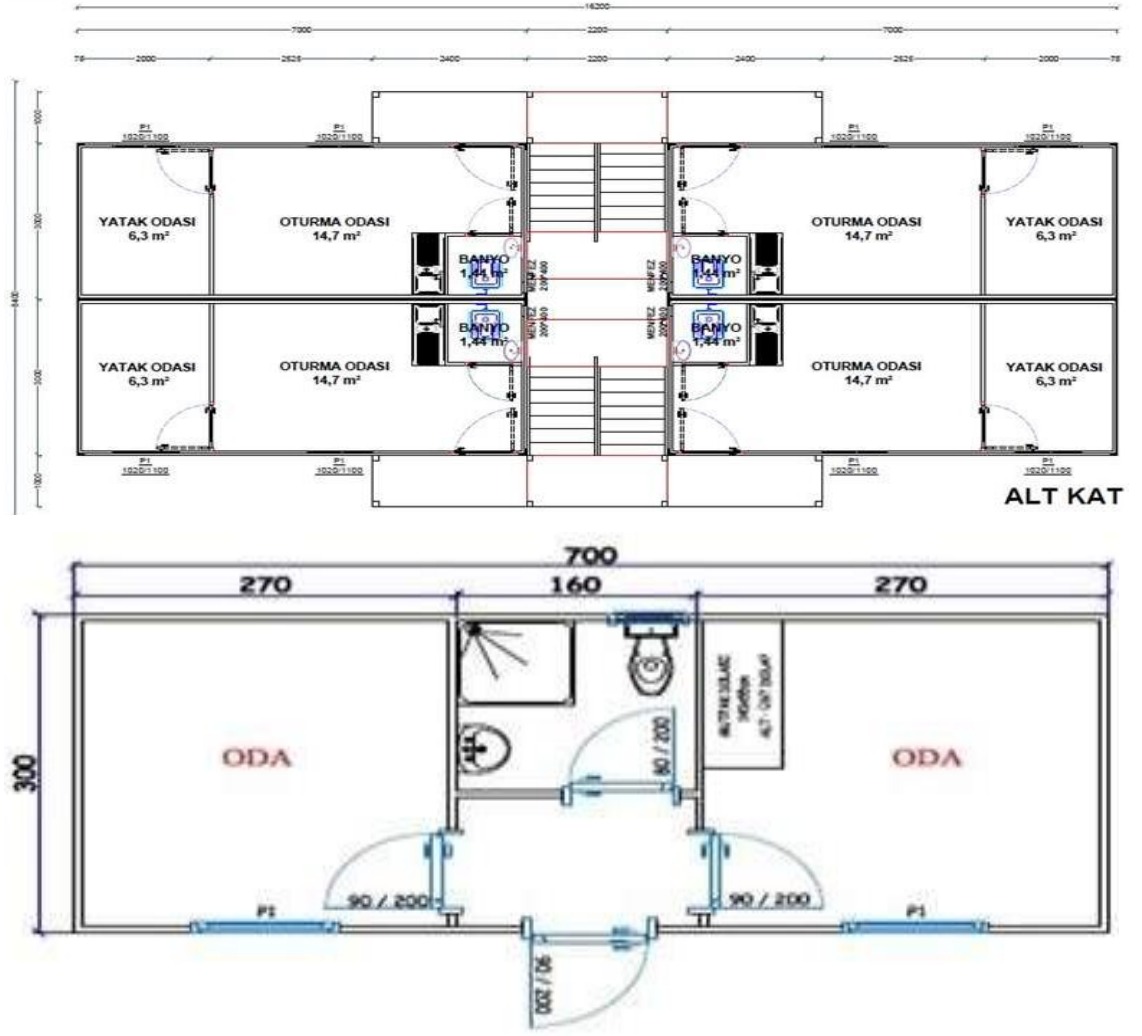
Barınma merkezine dair standartlar

- Barınak içindeki ana yollar en az 15 m, ara yollar en az 10 m genişliğinde olmalıdır.
- Barınma alanında yönetim ve güvenlik yapısı kurulmalıdır.
- Barınma merkezine ulaşım alt yapısını sağlamak için ana yollar asfalt veya parke taşı ile yapılmalıdır.

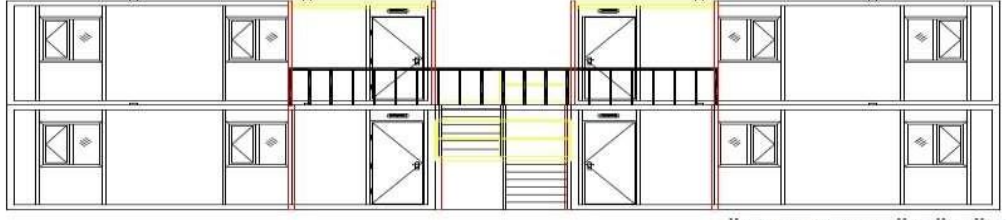
- Paylaşımli konteyner veya paylaşımli çadırlar dışındaki konteyner ve çadırlarda bir ailenin konaklaması sağlanmalıdır.
- Çadır veya konteynerler için kişi başına düşen iç alan 3,5-4,5 m² olmalıdır.
- Konteynerin yerden yüksekliği 30 cm olmalıdır.
- Çadır veya konteyner içindeki tüm odalara elektrik sağlanmalıdır.
- Çadır ve konteynerlerin yerel iklim şartlarına ve yangın güvenliği standartlarına uygun malzemelerden yapılması önemlidir.

Yukarıda kısaca özetlenen ilgili standart ve kriterler, Türkiye'deki geçici barınma merkezlerinin yönetimini, çadır veya konteyner için gerekli ekipmanın tedarikini, kurulum kriterlerini içerir. Bu standartların yanı sıra uluslararası "Sphere Projesi" hakkında da detaylı bilgiler içermektedir. Altyapı, yollar, okullar, işyerleri, su sistemleri, güvenlik/yardımcı sistemler, marketler, depolama tesisleri ve barınaklar dahil olmak üzere yerleşim alanlarının kişi başına en az 45 m² alana sahip olması gerekmektedir (The Sphere Project, 2018).

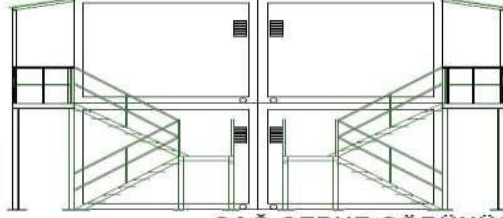
Geçici barınma merkezlerine kurulan tek katlı ve çift katlı konteynerler 2 oda, 1 tuvalet ve banyo içinde olacak şekilde Şekil 43 ve 44 da görüldüğü üzere 21 m²den oluşmaktadır. Standart plandaki afet yaşam konteynerlerinin temel özelliği üretimi kolay, hızlı nakliyeyle elverişli ve kullanıma en kısa sürede hazır hale gelebilmesidir. Tam fabrikasyon üretimi olması sebebiyle afet ve acil durumlarda demonte kurulum özelliği ile vinçten indirildiğinde kullanıma hazır haldedir. Konteynerler demonte özelliği sayesinde cıvata ve geçmeli yeni nesil sistem olması sebebiyle iki kişi ile başka malzeme ihtiyacı duyulmadan dakikalar içerisinde kullanıma hazır hale gelmektedir.



Şekil 43. Tek katlı konteyner
(Kaynak: www.afad.gov.tr, 2022)



ÖN CEPHE GÖRÜNÜŞ



SAĞ CEPHE GÖRÜNÜŞ

ÖN VE YAN
GÖRÜNÜŞLER

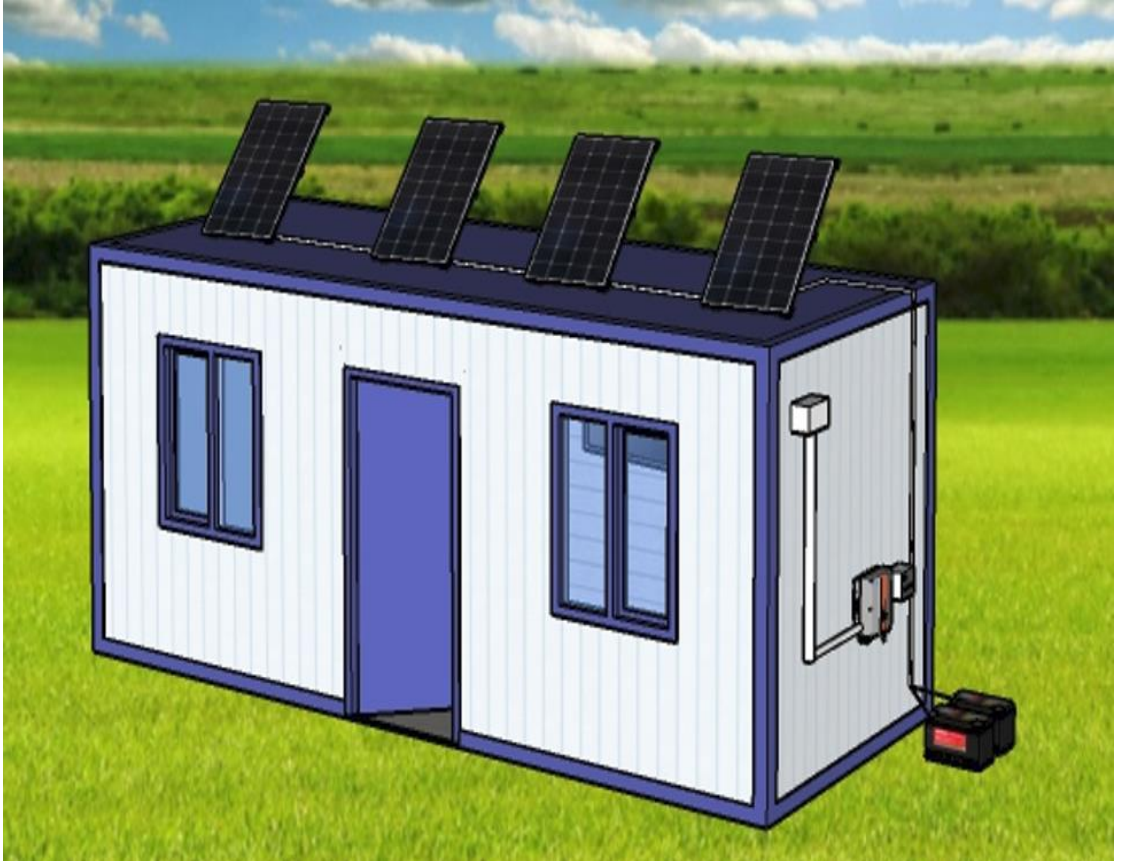


Şekil 44. Çift katlı konteyner
(Kaynak: www.afad.gov.tr, 2022)

10. YÖNTEM

Türkiye'de Kuzey Anadolu Fay Hattı, Doğu Anadolu Fay Hattı ve Batı Anadolu Fay Hattı olmak üzere üç büyük fay hattı bulunmaktadır. Bu çalışmada fay hatları üzerinde bulunan Van, Elazığ, İstanbul, İzmir illerinde olası bir deprem sonrası oluşturulacak konaklama merkezlerine güneş paneli sistemi entegrasyonu için senaryo planları oluşturulmuştur. İllerin 2021 yılına ait güneşlenme süreleri, radyasyon değerleri aylık olarak verilmiştir. Hesaplamalarda aritmetik ortalama denklemi kullanılmıştır. Yıllık güneş radyasyon değeri (kWh/m^2) ve güneşlenme süreleri (h) Bulgular başlığı altında grafik halinde verilmiştir.

Bu doğrultuda, konaklama merkezlerinde kurulması planlanan güneş enerji sistemlerinin üç boyutlu görselleştirilmeleri yapılmıştır. Tasarlanan konteynerde kullanılacak güneş panellerinin konumlandırılması, güneş panellerinden elde edilen enerjinin yatay ve dikey enerji kabloları ile invertere aktarılması, invertere aktarılan enerjinin akülere depolanması resmedilmiştir (Şekil 45).



Şekil 45. Konaklama merkezleri için tasarlanan konteyner

Tablo 14. Senaryo tanımlamaları

Senaryo	Şehir	Güneşlenme Süresi	Radyasyon Değeri	GPS' in Kurulum Maliyeti	GPS' den Üretilen Enerji Miktarı	Kar Durumu
A ₁	İstanbul	✓	✓	✓	✓	✓
A ₂	İzmir	✓	✓	✓	✓	✓
A ₃	Elazığ	✓	✓	✓	✓	✓
A ₄	Van	✓	✓	✓	✓	✓

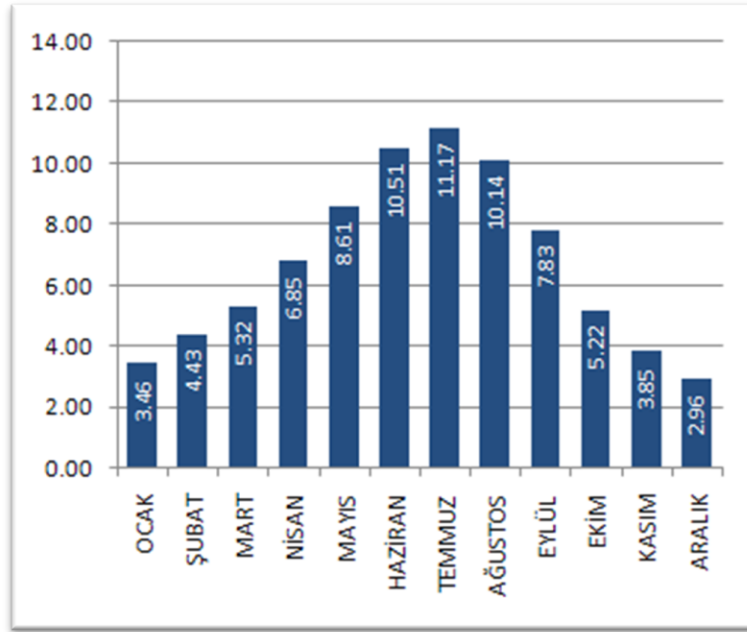
Senaryo maliyetlerinde belirtilen: A₁, A₂, A₃ ve A₄ dört şehrimizi temsil etmektedir (Tablo 14). Şehirlere ait yıllık güneşlenme süreleri, şebeke hattı kullanıldığında ihtiyaç duyulan enerji miktarı, güneş enerji sisteminden elde edilen enerji miktarı ve bu değerlerin karşılaştırılarak elde edilen kar durumu hesaplamaları yapılarak elde edilen sonuçlar Bulgular başlığı altında verilmiştir.

11. BULGULAR

Bu çalışma kapsamında Türkiye’de meydana gelmiş depremlerden sonra oluşturulan konaklama merkezlerindeki konteyner başı gerekli olan enerji ihtiyacının maliyet hesapları incelenmiştir. İncelenen enerji ihtiyacı doğrultusunda alternatif enerji kaynağı olan güneş enerjisinden faydalanılması düşünülmüştür. Bu doğrultuda Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) istasyonundan elde edilen 2021 yılı Türkiye’ye ait ortalama güneş ışınım şiddetleri saatlik, aylık ve yıllık dağılımı grafikleri gösterilmiştir. MGM meteoroloji istasyonundan alınan ortalama güneş ışınım şiddetleri ve 2021 yılı güneşlenme süreleri de grafikler halinde gösterilmiştir. Daha sonra incelenen maliyet hesaplarına ek olarak bir konteynerde kullanılacak televizyon, buzdolabı, çamaşır makinesi vb. elektrik ve elektronik malzemelerinin oluşturacağı enerji ihtiyacı maliyet hesaplamaları yapılmıştır.

11.1. Güneşlenme Süreleri

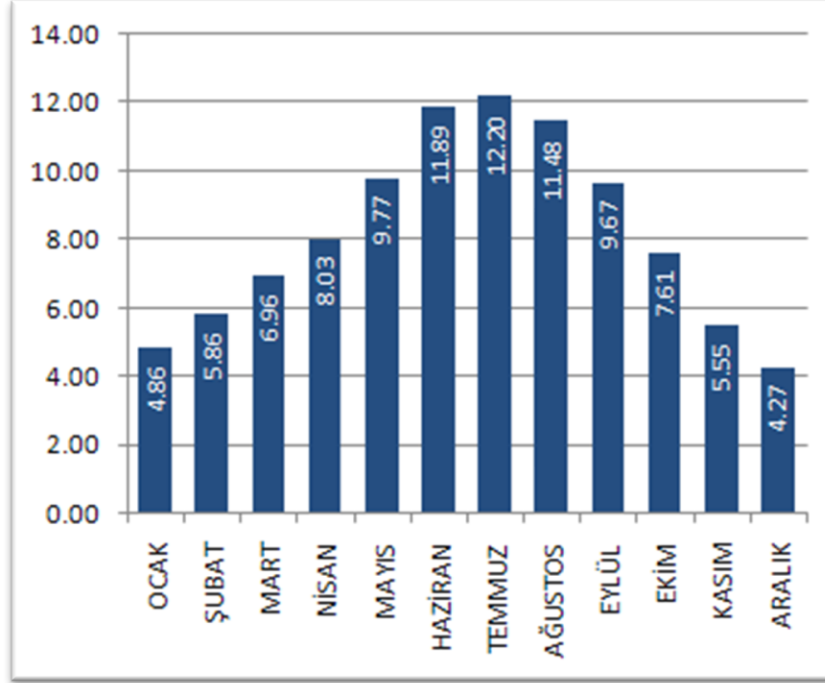
Yöntem kısmında belirtilen senaryolara göre konaklama merkezlerinde afet yaşam konteynerlerinin kurulması muhtemel iller için güneşlenme süreleri saatlik olarak verilmiştir. 2021 yılı verilerine ait grafikler görülmektedir (Şekil 46-49).



Şekil 46. İstanbul İli güneşlenme süreleri (saat)

(Kaynak: www.gepa.enerji.gov.tr, 2021)

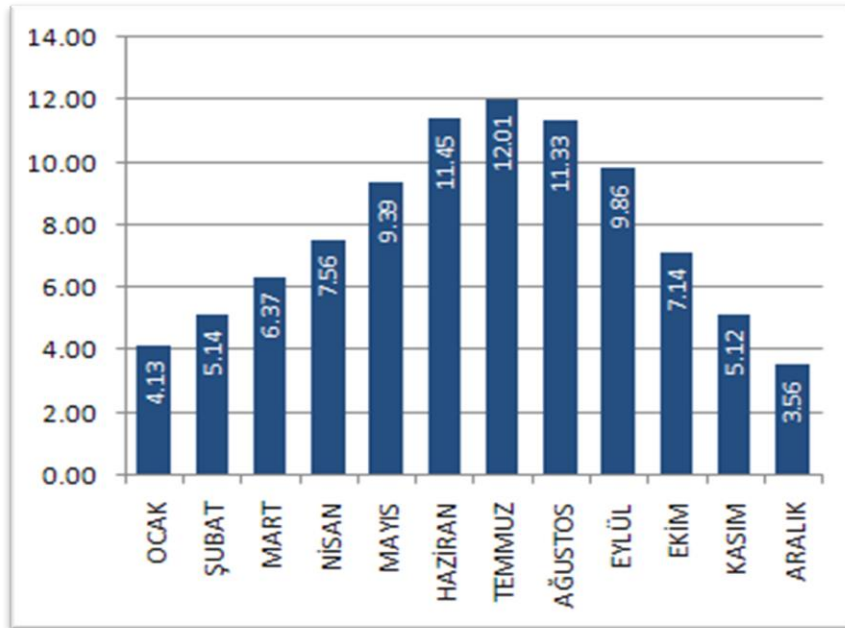
Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA)' dan elde edilen verilere göre İstanbul İli 2021 yılı en yüksek güneşlenme süresi ortalama 11,17 saat ile Temmuz ayı görülürken en az aylık güneşlenme süresi 2,96 saat ile Aralık ayı görülmektedir.



Şekil 47. İzmir İli güneşlenme süreleri (saat)

(Kaynak: www.gepa.enerji.gov.tr, 2021)

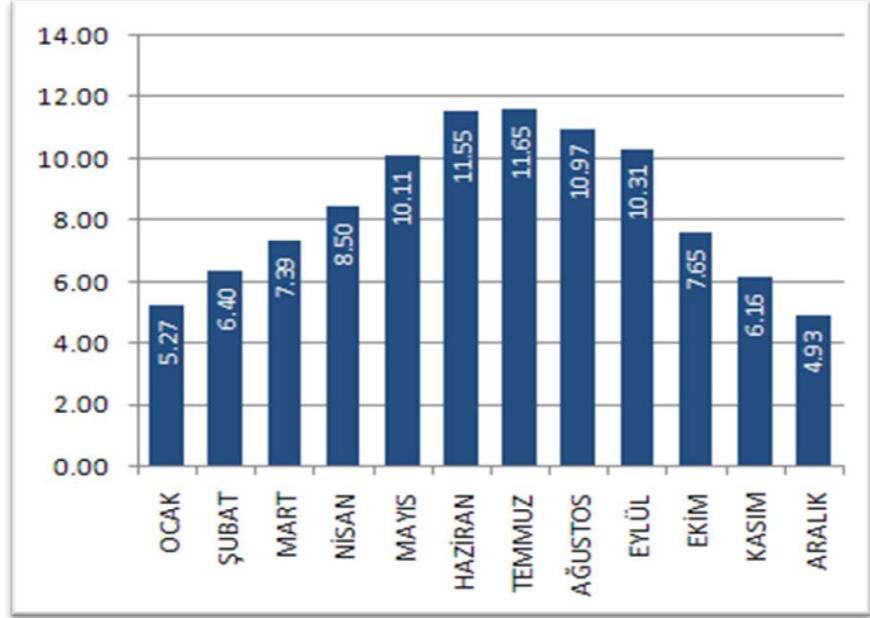
İzmir İli 2021 yılı en yüksek güneşlenme süresi ortalama 12,20 saat ile Temmuz ayı görülürken en az aylık güneşlenme süresi 4,27 saat ile Aralık ayı görülmektedir.



Şekil 48. Elazığ İli güneşlenme süreleri (saat)

(Kaynak: www.gepa.enerji.gov.tr, 2021)

Elazığ İli 2021 yılı en yüksek güneşlenme süresi ortalama 12,01 saat ile Temmuz ayı görülürken en az aylık güneşlenme süresi 3,56 saat ile Aralık görülmektedir.



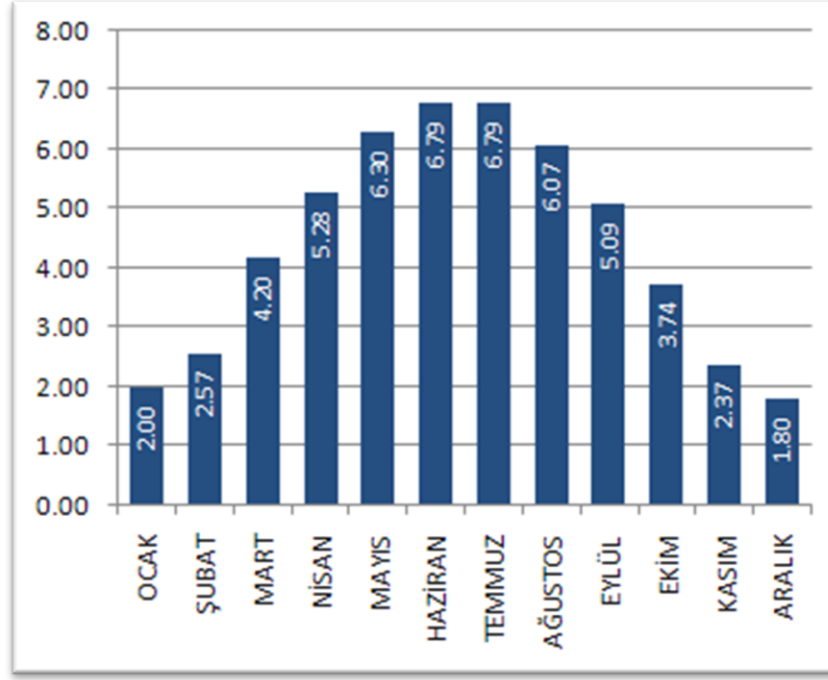
Şekil 49. Van İli güneşlenme süreleri (saat)

(Kaynak: www.gepa.enerji.gov.tr, 2021)

Van İli 2021 yılı en yüksek güneşlenme süresi ortalama 11,65 saat ile Temmuz ayı görülürken en az aylık güneşlenme süresi 4,93 saat ile Aralık ayı görülmektedir.

11.2. Güneşlenme Işınım Şiddeti

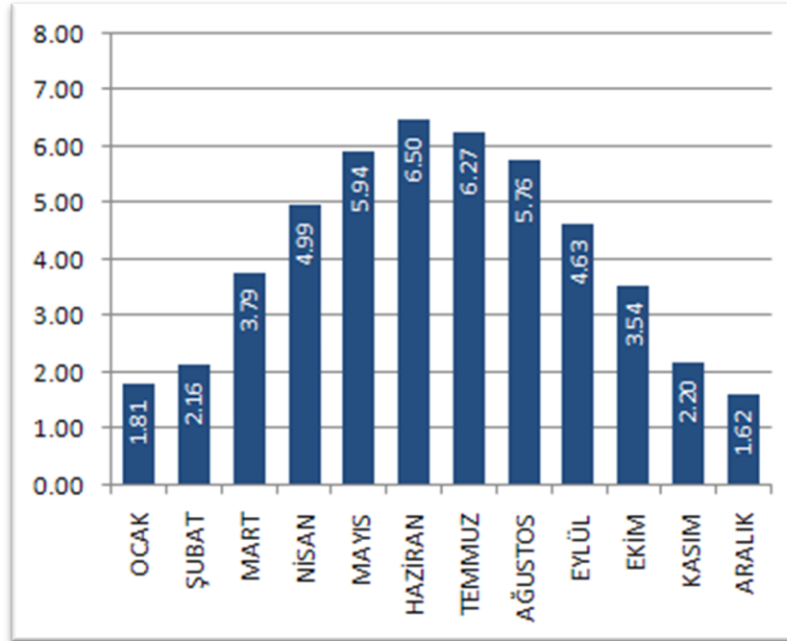
Yöntem kısmında belirtilen senaryolara göre konaklama merkezlerinde afet yaşam konteynerlerinin kurulması muhtemel iller için güneşlenme ışınım şiddetleri (KWh/m²) olarak verilmiştir. 2021 yılı verilerine ait grafikler görülmektedir (Şekil 50-53).



Şekil 50. İstanbul İli güneşlenme ışınım şiddetleri (KWh/m²)

(Kaynak: www.gepa.enerji.gov.tr, 2021)

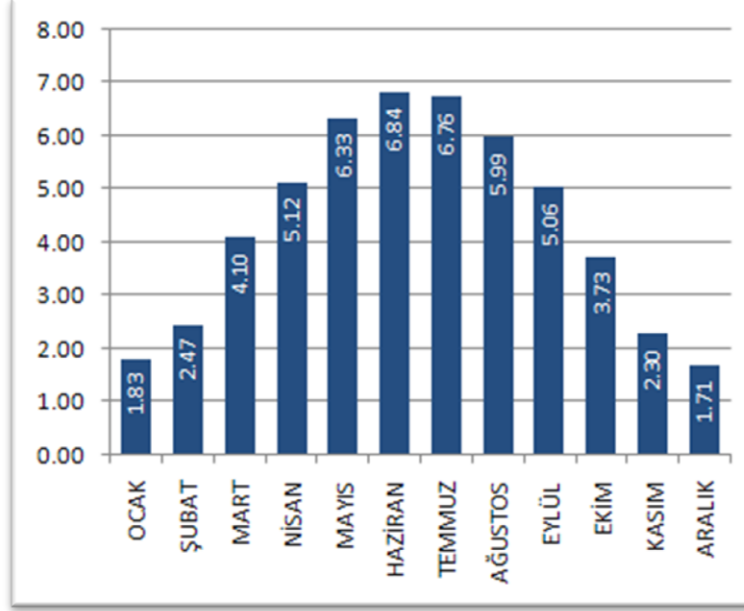
İstanbul İli 2021 yılı en yüksek güneşlenme ışınım şiddeti ortalama 6,79 KWh/m² ile Temmuz-Haziran ayı görülürken en az aylık güneşlenme ışınım şiddeti 1,80 KWh/m² ile aralık ayı görülmektedir.



Şekil 51. İzmir İli güneşlenme ışınım şiddetleri (KWh/m²)

(Kaynak: www.gepa.enerji.gov.tr, 2021)

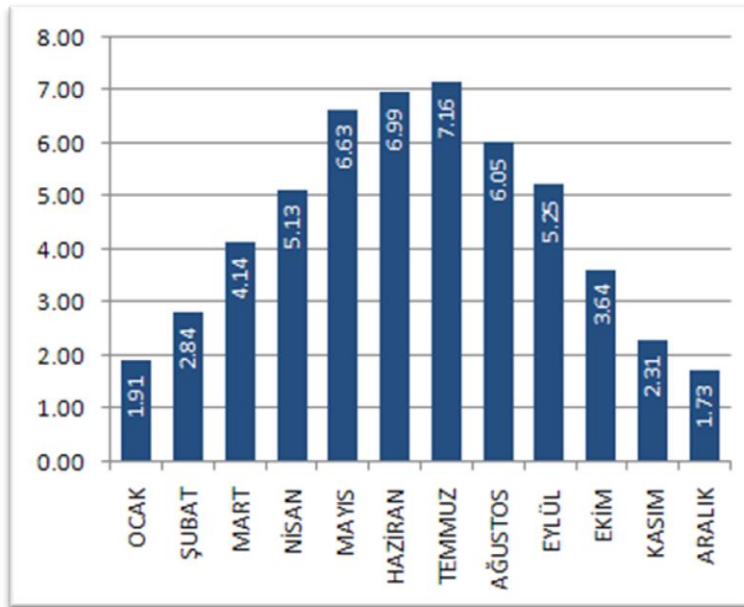
İzmir İli 2021 yılı en yüksek güneşlenme ışınım şiddeti ortalama 6,50 KWh/m² ile Haziran ayı görülürken en az aylık güneşlenme ışınım şiddeti 1,62 KWh/m² ile Aralık ayı görülmektedir.



Şekil 52. Elazığ İli güneşlenme ışınım şiddetleri (KWh/m²)

(Kaynak: www.gepa.enerji.gov.tr, 2021)

Elazığ İli 2021 yılı en yüksek güneşlenme ışınım şiddeti ortalama 6,84 KWh/m² ile Haziran ayı görülürken en az aylık güneşlenme ışınım şiddeti 1,71 KWh/m² ile Aralık ayı görülmektedir.



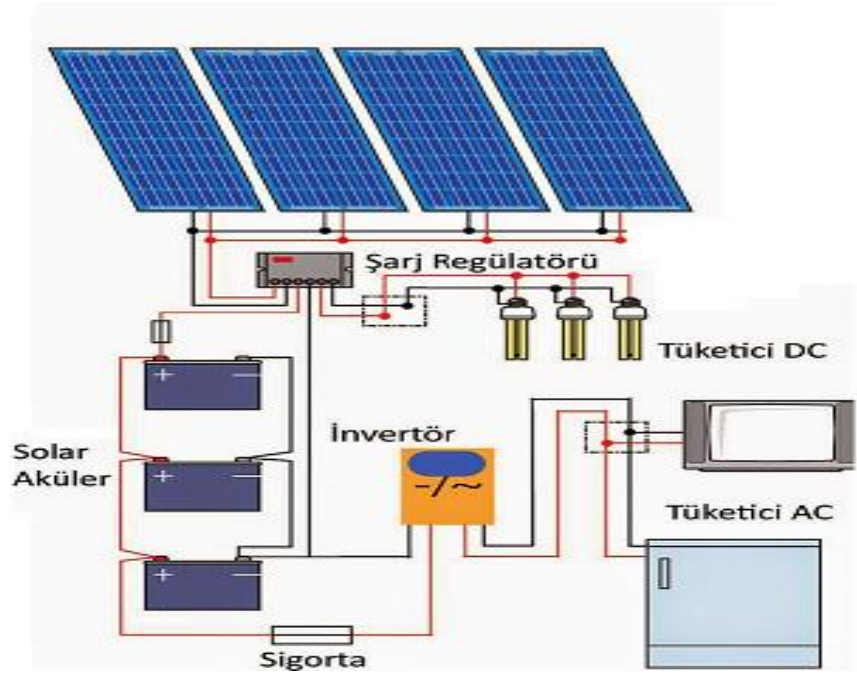
Şekil 53. Van İli güneşlenme ışıınım şiddetleri (KWh/m²)

(Kaynak: www.gepa.enerji.gov.tr, 2021)

Van İli 2021 yılı en yüksek güneşlenme ışıınım şiddeti ortalama 7,16 KWh/m² ile Temmuz ayı görülürken en az aylık güneşlenme ışıınım şiddeti 1,73 KWh/m² ile Aralık ayı görülmektedir.

11.3. Güneş Paneli Sisteminin Afet Konutlarına Entegrasyonu

Güneş Paneli Sistemi (GPS) kurulumunda dikkat edilmesi gereken aşamalar bulunmaktadır. Güneş paneli sistemi; güneş paneli (GP), inverter (doğru akımı alternatif akıma çevirici), şarj regülatörü ve çeşitli elektronik aksamdan oluşmaktadır. Bu elektronik aksam seçilirken dikkat edilmesi gereken durumlardan biri sistemi oluşturan elektronik ekipmanların verimliliğidir. Güneş paneli tasarımında ortalama güneş paneli verimi (η_{pv}) %80, akü verimi ($\eta_{akü}$) %80 ve inverter verimi (η_{inv}) %90 olmaktadır (Alkan, 2014). Güneş paneli sistemine ait örnek şema gösterilmiştir (Şekil 54).



Şekil 54. Güneş Paneli Sisteminin (GPS) dış gösterim şekli

(Kaynak: www.2bltd.com.tr, 2022)

İlk aşama güneş paneli seçimi; GPS' deki ihtiyaç olan enerji miktarına göre panel hesabı yapılırken verimliliği de göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

İkinci aşama akü seçimi; şebekeden bağımsız ve şebekeye bağımlı olarak çalışan sistem olarak iki farklı şekilde tasarlanması mümkündür. Gün ışığı olduğu dönemlerde aküye ihtiyaç duyulmaz iken gün ışığı olmadığı zamanlarda aküye ihtiyaç duyulur. Akü seçiminde ise ekonomik ve özelliklerine göre akü seçimi yapılır.

Üçüncü aşamada şarj regülatörü; akü seçimleri yapıldıktan sonra, aküde meydana gelebilecek aşırı şarj ve elektrik dalgalanmalarından korunması için şarj regülatörü kullanılması gerekmektedir.

Dördüncü ve son aşamada ise inverter; inverter seçimi güneş paneli sisteminin kapasitesine göre yapılmaktadır. Günlük hayatta kullanılan televizyon, çamaşır makinesi, buzdolabı gibi elektronik ve elektrikli eşyalar genellikle 220 volt ve 50 Hz elektrik akımında çalışmaktadır. Ayrıca kullanılan bu elektronik ve elektrikli eşyaların tamamı alternatif akım ile uyumludur. Güneş paneli sistemlerinde üretilen güneş enerjisi 12 voltluk doğru akımlıdır. Güneş paneli sistemleri ile üretilen güneş enerjisini alternatif enerji akımına dönüştürmek için inverter kullanılması gerekmektedir.

Geçici barınma merkezlerine kurulan konteynerler 2 oda, 1 tuvalet ve banyo içinde olacak şekilde 21 m²'den oluşmaktadır (Şekil 55). Standart plandaki afet yaşam konteynerlerinin temel özelliği üretimi kolay, hızlı nakliyeye elverişli ve kullanıma en kısa sürede hazır hale gelebilecek şekildedir. Tam fabrikasyon üretimi olması ve afet ve acil durumlarda demonte kurulum özelliği ile vinçten indirildiğinde kullanıma hazır haldedir. Konteynerler demonte özelliği sayesinde ve cıvata ve geçmeli yeni nesil sistem olması sebebiyle iki kişi ile başka malzemeye ihtiyaç duymadan dakikalar içerisinde kullanıma hazır hale gelmektedir.



Şekil 55. Afet yaşam konteyneri

(Kaynak: www.afad.gov.tr, 2022)

Afet sonrası oluşturulan geçici barınma merkezlerinde kurulması planlanan afet yaşam konteynerinin elektrik ihtiyacı Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15. Konteynerlerde günlük kullanılan cihazların enerjisi

Elektronik Cihazın Adı	Tahmini Kullanım Süresi	GÜÇ	Tahmini Elektrik Enerji İhtiyacı
Buzdolabı A+	4 (saat/hafta)	1400W	5600Wh
Çamaşır Makinası A+	6 (saat/hafta)	1000W	6000Wh
32 Ekran TV	10 (saat/hafta)	100W	1000Wh
Aydınlatma	15 (saat/hafta)	75 W	1125Wh
Elektrikli Termosifon	20 (saat/hafta)	30 W	600Wh
Klima	5 (saat/hafta)	1700W	8500Wh
Haftalık Enerji Toplamı			22825Wh
Günlük Enerji Toplamı			3260Wh

Geçici barınma merkezlerinde elektrik üretimi için tasarımı planlanan güneş paneli sistemi için günlük kullanılan cihazların enerji ihtiyacına ve hesaplanan panel sayı, panel gücü ve panel verimine istinaden TT320-72P güneş paneli seçilmiştir. TT320 72P güneş panelinin maksimum gücü 320Wp, üretilen maksimum voltaj 37,70V ve maksimum akım 8,49A’dır (Tablo 16). Güneş panelinin 12 yıl üretici garantisi bulunmaktadır. 10 yıl boyunca %90, 25 yıl boyunca %80 verimlilik garantisi vermektedir. Bu güneş paneli, 72 tane 156,75 mm x 156,75 mm silikon güneş hücresinden üretilmiştir.

Tablo 16. TT320 güneş paneline ait performans değerleri

Panel Modeli	P _{mak.}	V _{mak.}	I _{mak.}
TT320 72P	320Wp	37,70 V	8,49 A

11.4. Güneş Paneli Sisteminin Kurulması (1)

$$GPA = 1.959 \times 0.995 = 1,950 \text{ m}^2$$

Güneş paneli alanı (GPA) bulunması denklem 1’de hesaplanmıştır.

$$P_{mak.} = I_{mak.} \times V_{mak.} \quad (2)$$

Denklem 2 ile güneş panellerinin maksimum akım (I_{mak.}) ile gerilim (V_{mak.}) değerlerinin çarpımı ile güneş pillerine ait maksimum güç bulunabilmektedir (Altaş,1998).

$$\eta_{GP} = \frac{P_{mak.}}{(GPA \times H)} \times 100 \quad (3)$$

Güneş paneline ait verim η_{GP} denklem 3 de hesaplanabilmektedir. Denklem 3’de ışınım değeri (H) bölge ya da kurulacak il belli olmadığı için ($H \cong 4800 \text{ Wh/m}^2$) değeri kullanılmıştır. Panelin maksimum gücü (P_{mak.}) değeridir (Kutlu,2002).

$$\eta_{sis} = \eta_{GP} \times \eta_{akü} \times \eta_{inv} \quad (4)$$

Denklem 4’te sistemin verimi için; güneş paneli, akü verimi ve inverter verim değerlerinin çarpımı ile hesaplanmaktadır (Kutlu, 2002).

$$PS = \frac{GEİ \times \eta_{sis}}{(P_{mak.} \times GG_{süresi})} \quad (5)$$

Denklem 5’de GPS’ de kullanılacak panel sayısı (PS) hesaplanmaktadır. Günlük enerji ihtiyacı (GEİ) ile η_{sis} inverter veriminin çarpımı ve panelin maksimum gücü (P_{mak.}) ile günlük güneşlenme süresinin ($GG_{süresi} \cong 7.05$) çarpımlarının bölümü ile elde edilmektedir (Öztürk ve Dursun, 2011).

$$AS = \frac{GEİ \times A_k}{(V_a \times K_a)} \quad (6)$$

Denklem 6’da akü sayısı (AS) belirlenir (Öztürk ve Dursun, 2011). Akü gerilimi (V_a), Akü kayıpları (A_k) ve Akü kapasitesi (K_a) değerleri ile AS hesaplanmaktadır (Öztürk ve Dursun, 2011).

$$\dot{I}ÇK = \frac{GEİ \times C_{Kayıpları}}{GG_{Süresi}} \quad (7)$$

Güneş paneli sistemi için kullanılan akü sayısı ve cinsi belirlendikten sonra inverter çevrim kapasitesi (İÇK) denklem 7’de hesaplanmaktadır. İnverter çevrim kapasitesi hesaplanırken inverterden oluşacak kayıplar %10 olarak göz önünde bulundurulur (Öztürk ve Dursun, 2011).

$$\dot{ŞRK} = \frac{GEİ}{GG_{Süresi}} \quad (8)$$

Denklem 8’de şarj regülatörü kapasitesi (ŞRK), günlük enerji ihtiyacının günlük güneşlenme süresine bölümünden elde edilmektedir (Öztürk ve Dursun, 2011).

Afet sonrası oluşturulan ya da oluşturulması planlanan afet yaşam konteynerlerinin güneş paneli sistemi entegrasyonu için tasarlanan güneş paneli sisteminin maliyeti ekonomik olarak büyük bir kısmı ilk yatırım maliyeti, işletme ve bakım maliyetinden oluşmaktadır.

$$g = \frac{C_k + C_m + C_f}{E} = \frac{C_t}{E} \quad (9)$$

Tasarlanan sistem için elde edilen enerji üretim maliyeti hesaplanması gerekmektedir. Bu nedenle sistem masrafları ve Wh biriminden enerji birim fiyatı denklem 9’ da hesaplanmaktadır. Yıllık yatırım giderleri veya yıllık sermaye (C_k), yıllık işletme-bakım giderleri (C_m), yıllık yakıt giderleri (C_f), yıllık toplam gider (C_t) ve yıllık elektrik enerji üretim miktarını (E) ifade etmektedir (Keçeli, 2007).

$$C_k = I_{km} \times a \quad (10)$$

Denklem 10’da yıllık yatırım giderlerini veya yıllık sermaye giderlerini hesaplamak için; kurulum ve montaj maliyeti (I_{km}) ile amortisman katsayısının (a) çarpımı ile elde edilir (Köşker, 2007).

$$a = \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \quad (11)$$

Denklem 11’de amortisman hesaplanmaktadır. Toplam ömür süresi (n), faiz (i)’ dir (Kutlu, 2016).

$$E= I \times GPA \times \eta_{GP} \times \eta_{sis} \times 365 \quad (12)$$

Denklem 12’de yıllık ortalama ışınım değeri (I), güneş panel yüzey alanı (GPA), panel verimi (η_{GP}) ve sistem verimi (η_{sis}) olarak gösterilmektedir. Bu değerlere göre, bir yıllık üretilebilecek toplam enerji miktarı hesaplanabilmektedir. Güneş paneli sisteminin yıllık toplam maliyeti yıllık toplam enerji miktarına bölünerek denklem 9’ daki enerji başına düşen maliyet (g) hesaplanmaktadır (Korkmaz, 2019).

11.5. Güneş Paneli Sisteminin Maliyet Analizi ve Sonuçlar

Afet sonrası oluşturulan geçici barınma merkezlerinde kurulması planlanan afet yaşam konteynerlerinin güneş paneli sistemi entegrasi için elektrik enerji ihtiyacı; güneş panelinin maksimum gücü 320Wp, panel verimliliği %18, sistem verimliliği %90 olarak hesaplanmıştır. 2 adet aküye ihtiyaç duyulmaktadır. Panel sayısı İstanbul, İzmir, Elazığ ve Van için sırası ile 4,2,3,2 adet TT320 72P güneş paneli olarak hesaplanmıştır. İnverter (çevirici) kapasitesi 586,95 VA’ lık kapasite için 750VA inverter yeterli olmaktadır. Şarj regülatörü 450,8 W güç için 750 W kapasiteli şarj regülatörü tercih edilmiştir. GPS için ekonomik analiz sayısal değerleri verilmiştir (Tablo 17-20).

Tablo 17. İstanbul İli konteynerler için GPS 'nin ekonomik analizi

Ekipmanlar	Adet	Birim Fiyatı	Tutar (\$)	Tutar (₺)
Güneş paneli TT320 72P	4	229\$	916\$	13.576,4 TL
VRLA Akü	2	100\$	200\$	2.964,28 TL
Solar Şarj Regülatörü	1	190\$	190\$	2.816,07 TL
Tam Sinüs İnverter	1	230\$	230\$	3.408,92 TL
Ara Toplam			1563\$	23.165,85 TL
Kurulum Maliyeti	-	-	312,6\$	4.633,17 TL
(%20)				
Toplam			1.875,6\$	27.799,02 TL

*Merkez bankası 21.03.2022 1\$=14,82TL kur değerine göre hesaplanmıştır.

Tablo 18. İzmir İli konteynerler için GPS 'nin ekonomik analizi

Ekipmanlar	Adet	Birim Fiyatı	Tutar (\$)	Tutar
Güneş paneli TT320 72P	2	229\$	458\$	6.787,56 TL
VRLA Akü	2	100\$	200\$	2.964,28 TL
Solar Şarj Regülatörü	1	190\$	190\$	2.816,07 TL
Tam Sinüs İnverter	1	230\$	230\$	3.408,92 TL
Ara Toplam			1078\$	16.377,01 TL
Kurulum Maliyeti (%20)	-	-	215,6\$	3.275,4 TL
Toplam			1.293,6\$	19.171,15 TL

*Merkez bankası 21.03.2022 1\$=14,82TL kur değerine göre hesaplanmıştır.

Tablo 19. Elazığ İli konteynerler için GPS 'nin ekonomik analizi

Ekipmanlar	Adet	Birim Fiyatı	Tutar (\$)	Tutar
Güneş paneli TT320 72P	3	229\$	687\$	10.181,34 TL
VRLA Akü	2	100\$	200\$	2.964,28 TL
Solar Şarj Regülatörü	1	190\$	190\$	2.816,07 TL
Tam Sinüs İnverter	1	230\$	230\$	3.408,92 TL
Ara Toplam			1307\$	23.165,85 TL
Kurulum Maliyeti (%20)	-	-	261,40\$	4.633,17 TL
Toplam			1.568,4\$	23.243,69 TL

*Merkez bankası 21.03.2022 1\$=14,82TL kur değerine göre hesaplanmıştır.

Tablo 20. Van İli konteynerler için GPS 'nin ekonomik analizi

Ekipmanlar	Adet	Birim Fiyatı	Tutar (\$)	Tutar
Güneş paneli TT320 72P	2	229\$	458\$	6.787,56 TL
VRLA Akü	2	100\$	200\$	2.964,28 TL
Solar Şarj Regülatörü	1	190\$	190\$	2.816,07 TL
Tam Sinüs İnverter	1	230\$	230\$	3.408,92 TL
Ara Toplam			1078\$	16.377,01 TL
Kurulum Maliyeti (%20)	-	-	215,6\$	3.275,4 TL
Toplam			1.293,6\$	19.171,15 TL

*Merkez bankası 21.03.2022 1\$=14,82TL kur değerine göre hesaplanmıştır.

İllerin güneşlenme sürelerine göre panel sayıları hesaplanmıştır. Güneşlenme süreleri ile panel sayıları arasında ters orantı oluşmaktadır. Güneşlenme süreleri artıkça güneş panel sayısı düşmektedir. Bu bağlamda İstanbul İli için 4 adet, İzmir ve Van İli için 2 adet, Elazığ için ise 3 adet güneş paneli yeterli gelmektedir.

Tablo 21. İllere göre üretilecek toplam enerji miktarı

İl Adı	Işınım Değeri (KWh/m ²) (I)	Güneşlenme Süreleri (h)	Güne Panel Sayısı	Yıllık Enerji Miktarı	Panel Sayısı Enerji Miktarı
İstanbul	3,7	2,96	4	473,6 kW	1894,4 kW
İzmir	4,8	4,27	2	614,4 kW	1228,8 kW
Elazığ	3,9	3,56	3	499,2 kW	1497,7 kW
Van	4,75	4,93	2	608 kW	1216 kW

C_f yakıt gideri olmadığı için değeri sıfırdır, C_m değeri (yıllık=100\$) 1482 TL, C_k değeri 2949 TL ve C_t değeri ise 4431 TL dir. Panel alanı 1.950 m², güneş ışıınımı değerleri ortalama olarak İstanbul İli için 3,7 KWh/m², İzmir İli için 4,8 KWh/m², Elazığ ili için 3,77 KWh/m² ve Van İli için ise 3,87 KWh/m² 'dir. Panel verimi %20 ve sistem verimi %90 olarak alınmaktadır.

Bu değerlere göre Denklem 12 kullanılarak üretilecek yıllık enerji miktarı İstanbul için, 473,6 kW'tır. Konteyner başına üretilecek yıllık enerji miktarı güneş paneli sisteminde 4 güneş paneli olduğundan 4 katı alınarak hesaplanmalıdır bu da 1894,4 kW'tır. İzmir için yıllık enerji miktarı 614,4 kW'tır. Konteyner başına üretilecek yıllık enerji miktarı güneş paneli sisteminde 2 güneş paneli olduğundan 2 katı alınarak hesaplanmalıdır bu da 1228,8 kW'tır. Elazığ için yıllık enerji miktarı 499,2 kW'tır. Konteyner başına üretilecek yıllık enerji miktarı güneş paneli sisteminde 3 güneş paneli olduğundan 3 katı alınarak hesaplanmalıdır bu da 1497,7 kW'tır. Van için yıllık enerji miktarı 608 kW'tır. Konteyner başına üretilecek yıllık enerji miktarı güneş paneli sisteminde 2 güneş paneli olduğundan 2 katı alınarak hesaplanmalıdır bu da 1216 kW'tır.

Güneş panelleri sisteminin ömrü 25 yıllık kabul edildiğinden dolayı c_m , c_k ve c_t değerleri 25 ile çarpılır. $C_m= 371050$ TL, $C_k= 73745$ TL, $C_t= 444795$ TL'dir. İllere ait üretilecek yıllık toplam enerji miktarı verilmiştir (Tablo 21). İllere ait güneş paneli sisteminin 25 yıllık üretilecek enerji miktarı İstanbul 47360 kW, İzmir 30720 kW, Elazığ 37442,5 kW, Van 30400 kW'tır. Güneş paneli sisteminin birim elektrik fiyatı verilmiştir (Tablo 22).

Tablo 22. GPS' nin birim elektrik fiyatı (TL/Wh)

	İstanbul TL/WH	İzmir TL/WH	Elazığ TL/WH	Van TL/WH
Birim Elektrik Fiyatı (g)	0,02816424	0,03246542	0,02972142	0,03289542

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) onayladığı TEDAŞ şebeke elektriğinin 2022 yılına ait 1 Kw elektriğın fiyatı 150 kWh'e kadar tüketim bedeli 1.37 TL/kWh, 150

kWh'in üstü tüketimlerde ise 2,06 TL/kWh'dir. Günlük enerji tüketim miktarı 3260 Wh, yıllık enerji tüketim miktarı ise 1189,9 kWh' dir. Bu yıllık enerji tüketim miktarı 25 yıl için 29.747,5 kWh' dir. Bu 25 yıllık enerji tüketim miktarını TEDAŞ şebeke elektriği birim fiyatı ile çarparak 25 yıllık tüketim elektrik masrafı bulunur. TEDAŞ kurumuna ödenecek 25 yıllık kullanılacak elektrik faturası bedeli $29747,5 \text{ kWh} \times 1,37 \text{ TL/kWh} = 40.754,07 \text{ TL}$ (p)' dir. 25 yıl sonra faiz oranı hesabı $S = p(1+i)^{25}$ $S = 40.754,07(1+0,095)^{25} = 394.025,17 \text{ TL}$ olur.

Tablo 23. GPS' nin sağlayacağı ekonomik tasarruf

İl Adı	Enerji İhtiyacı kWh	TEDAŞ Fatura Bedeli (TL)	GPS' den Üretilen Enerji Miktarı	Kurulum Bedeli (TL)	Fark (TL)
İstanbul	1189,9	394.025,17	1894,4 KW	27.799,02	366.226,15
İzmir	1189,9	394.025,17	1228,8 KW	19.171,15	374.854,02
Elazığ	1189,9	394.025,17	1497,7 KW	23.243,69	370.781,68
Van	1189,9	394.025,17	1216 KW	19.171,15	374.854,02

Afet konteynerleri için tasarlanan güneş paneli sistemi için ödenilecek miktar, güneş paneli sisteminden üretilen enerji miktarı verilmiştir (Tablo 23).

12. SONUÇ

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi Türkiye'nin coğrafi konumu nedeniyle yüksek bir potansiyele sahiptir. Türkiye'nin güneşlenme süresi yıl içerisinde değişiklik gösterse de yıllık yaklaşık 2 bin 800 saattir. Afette konutlarını kaybetmiş vatandaşlar için kurulan barınma merkezleri şehir dışı konumda olması sebebi ile elektrik şebekesinden deprem gibi afetlerde enerji ihtiyacının karşılanamaması riski de göz önünde bulundurularak enerji ihtiyacının aynı lokasyonda çözülmesi deprem, savaş vb. afetlerin gelişim sürecinden dolayı önemli bir husus olarak varlığını sürdürmektedir. Yerinde enerji üretimi yaklaşımı son zamanlarda yaşanan Ukrayna'da enerji santrallerinin vurulması ardından şehrin enerjisiz kalması olayı ile şehirsiz alanlarda da kullanımının gerekliliğini ön plana çıkarmıştır. Paris Anlaşmasının 2054 yılındaki hedeflerinden biri riskleri önlemek için kullanılan alternatif enerji kaynaklarının karbon emisyonlarını artırmamasıdır. Ayrıca Kyoto Protokolü, sera gazı emisyonlarının azaltılmasını zorunlu kılan ve taraflara hedeflerine ulaşmaları için çeşitli mali teşvikler sağlayan bir anlaşmadır. Konvansiyonel enerji kaynaklarının alternatif enerji kaynakları ile değiştirilmesini amaçlayan Kyoto Protokolü, bu sürecin sağlıklı işlemesi için bölgesel ekonomik bütünleşme ve bu sürece ilişkin finansal mekanizmaların kurulmasını sağlamıştır. Emisyon ticareti adı verilen bir sistem kapsamında, üye ülkeler taahhütlerini yerine getirmeleri karşılığında finansal destek almakta ve emisyonları arttıkça borçlanmaktadırlar. Kyoto Protokolü'nün 2, 3, 11, 12, 17 ve 24. Maddeleri, Üye Devletlerin birbirlerine ödemesi gereken emisyon azaltma primlerini düzenler ve anlaşma ekonomik fayda elde etmenin önemli bir yolunu sağlar. Bu nedenle günümüz enerji üreten kurum ve kuruluşları, enerji sektörünü çevresel etkinin bir adım ötesine taşıyarak 'karbon ticareti' sistemine dönüştürmüştür. Bu nedenle alternatif enerji kaynağı olarak Türkiye'de erişimi kolay ve enerji üretim potansiyeli yüksek, yerli kaynak ve yeşil kaynak olan güneş enerjisi seçilmiştir. Bu çalışmada Türkiye'de insan ve doğal afet sonucu oluşturulan geçici barınma merkezlerinde kurulacak yaşam konteynerleri için güneş panelleri sistemi fizibilite çalışmaları yapılmıştır. Olası bir afet sonrası kurulacak konaklama merkezleri için Türkiye'de bulunan üç önemli fay olan Kuzey Anadolu Fay Hattı, Doğu Anadolu Fay Hattı ve Batı Anadolu Fay Hattı üzerinde bulunan dört farklı pilot il seçilmiştir. Bu illerde konaklama merkezi kurulması durumunda dört kişilik bir ailenin barınacağı bir konteynerin gerekli enerji ihtiyacı göz önünde bulundurulmuştur. İllere ait ortalama

güneşlenme süreleri, ortalama ışınım şiddetlerine göre, gerekli güneş paneli sayısı, üretilecek enerji miktarı, güneş paneli sisteminin kurulum maliyeti ayrı ayrı hesaplanarak maliyet analizi yapılmıştır.

Çalışma da dört il için GEPA'dan alınan güneşlenme süreleri ve ışınım şiddeti yüksek olan iller İzmir ve Van kurulum maliyeti, İstanbul ve Elazığ illerine göre daha uygun olduğu gözlemlenmektedir. Güneş paneli sisteminin ömrü 25 yıllık olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda TEDAŞ şebeke elektriğinin 25 yıllık kullanımı durumunda fatura bedeli 394.025,17 TL değerindedir. Ama güneş paneli sistemine tek seferde ödenilecek miktar 19.000,00 TL ile 30.000,00 TL arasında illere göre değişkenlik göstermektedir. Aralarındaki fark kurulum maliyetine göre 360.000,00 TL ile 375.000,00 TL arasındadır. Güneş enerjisi kurulum maliyeti yüksek olabilir fakat uzun süre kullanımda maddi açıdan rahatlık sağlamanın yanında dışa bağımlılığı azaltır. Güneş enerjisi kurulumu kompleks bir teknoloji olmadığından güneş enerjisi uygulamaları hem devlet olarak hem de halk tarafından kullanımı yaygın hale getirilerek teşvik edilmelidir. Bu çalışmada hesaplanan ekonomik analiz sonuçlarına göre konaklama merkezlerinde güneş panelleri sisteminden elektrik üretimi kullanılması durumunda yıllık güneşlenme süresi ve ışınım şiddetine bağlı olarak 25 yıl sonraki ülke ekonomisi açısından ekonomik kazanç elde edileceği düşünülmektedir.

Afet ve acil durumlarda oluşturulan konaklama merkezlerinde enerji yönetimi açısından kendine yeter hale gelmesinde sürdürülebilir konaklama merkezleri, afet bölgelerinin barınma ve enerji ihtiyacının etkin ve hızlı yönetim kabiliyeti oluşturulması adına güneş enerji kullanımı yönlendirilmelidir.

13. ÖNERİLER

Türkiye’de bir çok afet türü gözlemlenmektedir. Bu afetlerin başını deprem, sel, yangın ve göçmen sorunu oluşturmaktadır. Yaşanan bu afetler sonrası barınma sorunu ortaya çıkmaktadır. Türkiye’nin bu barınma sorunu acil barınma, geçici barınma, geçici barınak, geçici iskan imkanları sağlanarak çözülmeye çalışılmaktadır. Türkiye’deki geçici barınma merkezleri çadırkent ve daha yaygın olarak konteynerkent şeklinde kurulmaktadır. Oluşturulan barınma merkezlerinde geçici çözümler sunulması, göçmen kampında yerleşik nüfusun artması sebepleri ile bu geçici barınma merkezlerini işletmek gün geçtikçe artan bir maliyet haline dönmektedir.

Afet bölgelerinde kullanılan konteynerin nakliyesi ve montaj maliyeti düşük olması sebebiyle tercih edilmektedir. Bu nedenle konteynerler için tasarlanan güneş paneli sistemi ile 72 saatlik süreçte afetten etkilenen afetzedelerin barınma, ısınma/soğutma, aydınlatma ve sıcak su gibi temel ihtiyaçları sosyal devlet anlayışı ile karşılanmış olacaktır.

Türkiye için hızlı ve etkin afet yönetimi kabiliyeti oluşturulması adına:

- Afet sonrası iyileştirme çalışmalarının tam anlamı ile yapılabilmesi için olası bir afet öncesi iyileştirme aşamalarının usul ve esaslarını kapsayan yasal bir mevzuat çerçevesinde hangi kurumun görev ve sorumluluğuna ait olduğu bilinmesi gerekmektedir.
- Türkiye’de bulunan bölgelere ait risk planı çıkarılması ve bölgelere göre afet türleri belirlenerek olası bir afet durumunda geçici barınma yerlerinin tespit edilmesi gerekmektedir.
- Bölgelere kurulacak geçici barınma merkezlerindeki konteyner sayısı ve insan kapasitesi hesaplanmalıdır.
- Bölgelere ait olası afet riski en az olan il seçilerek kurulması planlanan konteynerlerin bu illerde muhafaza edilerek deprem bölgesine ya da güvenli bölgeye naklinin gerçekleşmesi planlanmalıdır.
- Geçici barınma merkezlerinde kurulacak konteynelerde kullanılması planlanan elektrikli ve elektronik cihazların enerji maliyeti hesaplanması gerekmektedir.

- Sosyal alanlar için aydınlatma, ısınma ve sıcak su ihtiyacı için lazım olan enerji miktarının hesaplanması gerekmektedir.
- Afet alanında planlanacak panel sayısı artırılırsa ve Ar-Ge çalışmaları sonucunda enerji depolama yapılabilmesi durumunda üretilecek fazla enerjinin talep durumunda ticareti yapılabilir.
- Güneş paneli sisteminin ticaretinin dolar kuru üzerinden yapılması kurulum sebebiyle kurulum maliyetini artırmaktadır. Bu sebeple devlet tarafından teşvik amacı ile uygulanacak vergi muafiyeti kurulum maliyetini düşürecektir.
- Devlet eli tarafından yerli üretim teşviki ile güneş paneli sisteminin yerli üretiminin yapılması ardından maliyetlerin düşmesiyle beraber yenilenebilir enerji üretiminin önemi artacaktır.

KAYNAKLAR

- Abulnour, A. H. (2014). *The post-disaster temporary dwelling: Fundamentals of provision, design and construction*. HBRC Journal, 10 (1), 10–24.
- Acerer, S., (1999), *Afet Konutları Sorunu ve Deprem Örneğinde İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- AFAD (2012). *Geçici Barınma Merkezlerinin Kurulması, Yönetimi ve İşletilmesi Hakkında Yönerge*. T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Erişim adresi: https://www.afad.gov.tr/upload/Node/2310/files/Gecici_Barinma_Merkezlerinin_Kurulmasi_Yonetimi_ve_Isletilmesi_Hakkinda_Yonerge.pdf adresinden erişildi. Erişim tarihi: 05 Mart 2022
- AFAD (2012). *Barınma Merkezlerindeki Son Durum*.T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Erişim adresi: https://www.afad.gov.tr/upload/Node/2374/files/Barinma_Merkezlerindeki_Son_Durum+6.pdf adresinden erişildi. Erişim tarihi: 05 Mart 2022
- AFAD (2014). *Suriyeli Misafirlerimiz Kardeş Topraklarında*. T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Erişim adresi: <https://www.afad.gov.tr/upload/Node/3493/xfiles/suriyelimisafirlerimiz.pdf>. Erişim tarihi: 01 Ocak 2022
- AFAD (2014b). *Suriye'den Türkiye'ye nüfus hareketleri: kardeş topraklarında misafirlik*. T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Erişim adresi: <https://www.afad.gov.tr/upload/Node/3931/xfiles/webformatsuriyedenturkiyeyenufushareketleri.pdf> adresinden erişildi. Erişim tarihi: 20 Şubat 2022
- AFAD. (2018). *Türkiye'de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri/Disaster Management and Natural Disaster Statistics in Turkey*. H. Benli, M. Bacanlı, Ş.T. Gündoğdu ve M.M. Yaman (Haz.) AFAD.
- AFAD (2022). *Çadırkentler/Konteynerkentler*. Erişim adresi: <https://www.afad.gov.tr/cadirkentler-konteynerkentler>. Erişim tarihi: 06 Mart 2022.
- Akbulut, U., Kıncay, O., & Köşker, F. (2006). *Güneş enerjisinin kapalı olimpik yüzme havuzlarında kullanımı-I*. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 98, 11-20.
- Akpınar A., Kömürcü M., Filiz M., (2008). “*Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Çevre*”, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 12-24, İstanbul.
- Alahakoon, D., Nawaratne, R., Xu, Y., De Silva, D., Sivarajah, U., & Gupta, B. (2020). *Self-building artificial intelligence and machine learning to empower big data analytics in smart cities*. Information Systems Frontiers, 1-20.
- Alkan, S., Öztürk, A., Zavrak, S., Tosun, S., & Avcı, E. (2014). *Bir Evin Elektrik Enerjisi İhtiyacını Karşılacak Fotovoltaik Sistemin Kurulumu Installation of Photovoltaic System That Can Supply Electrical Energy Needs of a House*. Erişim adresi: https://www.emo.org.tr/ekler/12f562f9f252bd3_ek.pdf. Erişim tarihi: 01 Mart 2022
- Altaş, İ. H. (1998). *Fotovoltaik güneş pilleri: yapısal özellikleri ve karakteristikleri*. Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e, 47, 66-71.
- Altaş, İ., & Şahin, E. (2019). *Dünyada ve Türkiye’de Dalga Enerjisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Dergisi, 465, 43-53.

- Altun, F. (2018). *Afetlerin ekonomik ve sosyal etkileri: Türkiye örneği üzerinden bir değerlendirme*. Sosyal Çalışma Dergisi, 2(1), 1-15.
- Atmaca, N. (2017). *Life-cycle assessment of post-disaster temporary housing*. Building Research & Information, 45(5), 524-538.
- Bayraktar, H., Sahtiyancı, E., & Kuru, A. (2019). *Risk Değerlendirme Matris Yöntemi Kullanarak Okullarda Deprem Kaynaklı Yapısal Olmayan Risklerin Olası Etkilerinin Belirlenmesi*. Afet ve Risk Dergisi, 2(2), 128-152.
- Can, İ., & Saka, A. E., (2022). *Deprem Sonrası Geçici Barınma Birimleri için Alternatif Bir Çözüm Önerisi: WikiGEB*. Online Journal of Art and Design, 10(2).
- Çınar, A. K., Akgün, Y., & Maral, H. (2018). *Afet sonrası acil toplanma ve geçici barınma alanlarının planlanmasındaki faktörlerin incelenmesi: İzmir-Karşıyaka örneği*. Planlama, 28(2), 179-200.
- Çınar, S., & Yılmaz, M. (2015). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği*. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1(30), 55-78.
- Deering, A., & Thornton, J. P. (1999). *Solar technology and the insurance industry: issues and applications (No. NREL/TP-520-26490; ON: DE00007137)*. National Renewable Energy Lab., Golden, CO (US).
- Demirbaş, B. (2022). *Türkiye'de yenilenebilir enerjinin durumu, ekonomiye ve çevreye etkilerinin değerlendirilmesi* Yüksek Lisans tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.
- Doğanay, H., & Coşkun, O., (2017). *Enerji Kaynakları, Güncellenmiş 3. Baskı*, Vadi Grup Ciltevi, Ankara.
- Erdoğan, M. (2014). *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Termodinamik Analiz Yöntemi ile İncelenerek, Yenilenebilir Enerji Kullanımının Gelecek Projeksiyonlarının Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ergünay, O., (1996). *Afet Yönetimi Nedir? Olmalıdır? TÜBİTAK Deprem Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 263s. Ankara.
- Ergünay, O., (2002). *Afet Yönetiminde İşbirliği ve Koordinasyonun Önemi, Afet Yönetiminin Temel İlkeleri*, JICA Türkiye Ofisi, 10s. Ankara.
- Ergünay, O., (2007). *Türkiye'nin Afet Profili*. TMMOB (Der.), TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık 2007 içinde (ss. 1-14). Ankara: TMMOB Yayınları.
- İnan, Z., & Korgavuş, B. (2017). *Mülteci kampları ve yerleşim alanlarında sürdürülebilir tasarım*. Contemporary Research in Economics and Social Sciences, 1(2), 103-122.
- Kadioğlu, M. (2011). *Afet yönetimi beklenilmeyeni beklemek, en kötüsünü yönetmek*. TC Marmara belediyeler birliği yayını, 65, 47-54.
- Kapluhan, E. (2014). *Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki Ve Türkiye'deki Kullanım Durumu*. Marmara Coğrafya Dergisi, (30), 97-125.
- Karagöl, E. T., & Kavaz, İ. (2017). *Dünyada ve Türkiye'de yenilenebilir enerji*. Analiz.

- Seta, 197, 18-28.
- Keçel, S. (2007). *Türkiye'nin değişik bölgelerinde evsel elektrik ihtiyacının güneş panelleri ile karşılanmasına yönelik model geliştirilmesi*. Yüksek Lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kıncay, O., Utlu Z., Ağustos H., Akbulut U., Açıkgöz, Ö., (2009). "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında Birleşme Eğilimi", *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 27, 60-8.
- Koç, E., Şenel, M. C. (2013). "Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu–Genel Değerlendirme," *Mühendis ve Makina Dergisi*.
- Koç, E., Şenel, M. C. (2013b). "Türkiye Enerji Üretim Potansiyeli ve Yatırım-Üretim Maliyet Analizi," *Termodinamik Dergisi*, (245), 72-84.
- Koç, E., & Kaya, K., (2015). *Enerji Kaynakları Yenilenebilir Enerji Durumu*. *Mühendis ve Makina*, 56(668), 36-47.
- Korkmaz, M. (2019). *Fotovoltaik Bir Sistemin Farklı Açılı ve Oryantasyonda Karşılaştırmalı Enerji Üretim Simülasyonu ve Analizi*. Doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Kutlu, N. (2016). *Isparta İlinde Bir Evin Elektrik İhtiyacını Karşılacak Panel Sayısı, Verimi ve Ekonomik Analizinin Hesabı*. *Yalvaç Akademi Dergisi*, 1(1), 41-52.
- Kutlu, S. (2016). *Güneş tarlası ile elektrik enerjisi üretimi ve Süleyman Demirel Üniversitesi kampüs alanında bir uygulama analiz*. Yüksek Lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Limoncu, S., & Bayülgen, C. (2008). *Türkiye'de Afet Sonrası Yaşanan Barınma Sorunları*. *Megaron*, 3(1).
- Maghami, M. R., Maghoul, A., Dehkohneh, S. S., Gomes, C., Hizam, H., & Othman, M. L. B. (2016). *Hybrid renewable energy as power supply for shelter during natural disasters*. In *2016 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS)* içinde (ss. 34-39). IEEE.
- Maral, H. (2016). *Afet Sonrası Geçici Yerleşim Yerlerinin Planlanmasında Üst Ölçekli Planlama: Karşıyaka Örneği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gediz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2021) *Türkiye Ortalama Güneşlenme Süresi (1991-2020)*. Erişim adresi: <https://mgm.gov.tr/kurumici/turkiye-guneslenme-suresi.aspx>
Erişim tarihi: 20 Şubat 2022
- Munawar, H. S., Mojtahedi, M., Hammad, A. W., Kouzani, A., & Mahmud, M. P. (2022). *Disruptive technologies as a solution for disaster risk management: A review*. *Science of the total environment*, 806, 151351.
- Özçelik, E. (2020). *Afetlerde Sosyal Hizmetler*. *Afet ve Risk Dergisi*, 3(1), 46-55.
- Özgür, M. A., (2008). *Review of Turkey's Renewable Energy Potential*. *Renewable Energy*, 33, 2345-2356.
- Öztürk, A, Dursun, M. (2011). *2, 10 ve 20 kVA'lık Fotovoltaik Sistem Tasarımı*. *6th International Advanced Technologies Symposium* içinde (ss. 1-10), Elazığ, Türkiye.

Öztürk, H. (2020). *Güneş Enerjisinden Fotovoltaik Yöntemle Elektrik Üretiminde Güç Dönüşüm Verimi Ve Etkili Etmenler*.

Rodríguez-Rodríguez, M., Moreno-Ostos, E., De Vicente, I., Cruz-Pizarro, L., & Da Silva, S. L. R. (2004). *Thermal structure and energy budget in a small high mountain lake: La Caldera, Sierra Nevada, Spain*. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 38(5), 879-894.

Sağlam, M., Uyar, T. S., & Göztepe, İ. (2005). *Dalga enerjisi ve Türkiye'nin dalga enerjisi teknik potansiyeli*. Elektrik Mühendisleri Odası, 19, 2020.

Satola, D., Kristiansen, A. B., Houlihan-Wiberg, A., Gustavsen, A., Ma, T., & Wang, R. Z. (2020). *Comparative life cycle assessment of various energy efficiency designs of a container-based housing unit in China: A case study*. Building and Environment, 186, 107358.

Sey, Y., & Tapan, M. (1987). *Afet Sonrasında Barınma ve Geçici Konut Sorunu Raporu*. Yayınlanmamış Akademik Çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Songür, D., (2000). *Afet Sonrası Barınakların ve Geçici Konutların Analizi ve Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Şanlı, B. G., & Dilsel, E. T. (2018). *Mersin İli'nde Kullanılan Yer Değiştirebilir Ofis-Konteyner Elektrik İhtiyacının Güneş Pili Sistemi ile Karşılanması ve Maliyet Analizi*. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(2), 93-100.

Tabak, C., Dinçer, H., Karayazı, K., Arslan, E., Yıldız, M. H., & Karayazı, S. (2009). *Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri İle Elektrik Enerjisi Üretimi. III. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu Bildirileri*.

The Sphere Project (2018). *Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response*. Erişim adresi: <http://www.sphereproject.org/handbook/> Erişim tarihi: 15 Kasım 2022

Turan, S. (2006). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Konya Ticaret Odası Dergisi, Erişim adresi: www.kto.org.tr/tr/dergi/dergiyazioku.asp?yno=700&ano=61 Erişim tarihi: 06 Mart 2022

Tutar, F., & Eren, M. (2011). *Geleceğin enerjisi: Hidrojen ekonomisi ve Türkiye*. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, (6).

TÜREB (2020). *Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu*. Erişim adresi: <https://tureb.com.tr/yayin/turkiye-ruzgar-enerjisi-istatistik-raporu-ocak2020/128> Erişim tarihi: 17 Mart 2022.

TÜREB (2021). *Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu*. Erişim adresi: <https://tureb.com.tr/haber/turkiye-ruzgar-enerjisi-istatistik-raporu-temmuz2021-/251>. Erişim tarihi: 17 Mart 2022

Türkyılmaz, O., (2008). *Türkiye'nin Yerli ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. S Mühendis ve Makine Dergisi, 576, 52-64.

- Türkyılmaz, Ö. G. T., & Kurban, M. (2020). *Rüzgar Enerjisi Sistemlerinin Sivrihisar Bölgesi İçin Analizi ve Uygulaması: International Congress of Energy Economy and Security* içinde (s. 78).
- Uçak, S., & Usupbeyli, A. (2015). *Türkiye’de Petrol Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi*. Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 3(70), 772.
- UNISDR (2009). UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. Erişim adresi: https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf. Erişim tarihi: 03 Mart 2022
- ÜÇGÜL, İ., ARSLAN, Ö., ELİBÜYÜK, U., & Yeşim, E. M. E. N. (2020). *Parabolik Oluk Yoğunlaştırıcı Sistemlerin Isparta Organize Sanayi Bölgesinde Kullanımı*. *Yekarum*, 4(2), 40-48.
- Üçgül, İ., & Elibüyük, U. (2017). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Enerji Jeopolitiği*. *Anka E-Dergi*, 2(1).
- Vorbach, S., Wipfler, H., & Schimpf, S. (2017). *Business model innovation vs. business model inertia: The role of disruptive technologies*. *BHM Berg-und Hüttenmännische Monatshefte*, 162(9), 382-385.
- Young Jr, W. (2005). *Renewable energy and disaster-resistant buildings: International Solar Energy Conference* içinde (47373, ss. 435-440).
- Zhang, Y., Geng, P., Sivaparthipan, C. B., & Muthu, B. A. (2021). *Big data and artificial intelligence based early risk warning system of fire hazard for smart cities*. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 45, 100986.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Muammer ŞAHİNER

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2016, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği

Yüksek Lisans Öğrenimi : Karatay Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Enerji Yönetimi

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri : TUNÇEZ, F. D., & ŞAHİNER, M. (2022). Energy Management of Disaster Shelter Centres Established in the Recent Earthquakes in Turkey. *Journal of International Environmental Application and Science*, 17(3), 123-130.

İŞ DENEYİMİ

Stajlar :

Projeler : 2017, Proje Yürütücüsü, Afet ve Acil Durum Çalışanlarına İleri Sürüş Teknikleri Eğitimi, MEVKA

Çalıştığı Kurumlar : 2013-, Konya Afet ve Acil Durum Müdürlüğü

Tarih: 30 Kasım 2022