



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



MARDİN
TİCARET ve SANAYİ ODASI
CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY

MARDİN ILISU BARAJI ÜZERİNE YÜZER SİSTEM GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİNİN KURULMASI FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI RAPORU





T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



MARDİN
TİCARET ve SANAYİ ODASI
CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY

MARDİN ILISU BARAJI ÜZERİNE YÜZER SİSTEM GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİNİN KURULMASI FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI RAPORU

MARDİN TİCARET ODASI

MARDİN, 2023

“Dicle Kalkınma Ajansı 2023 yılı TRC3/22/FZD/0011 Destek Programı Kapsamında Hazırlanan bu yayının içeriğinden sadece Mardin Ticaret Odası sorumludur ve herhangi bir şekilde Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve Dicle Kalkınma Ajansı’nın görüş ya da tutumunu yansıtmamaktadır.

A. YÖNETİCİ ÖZETİ

Mardin Ticaret Odası ve Dicle Kalkınma Ajansının yatırımcılara yatırım fırsatı yaratma amacıyla enerji ihtiyaçlarının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması, karbon ayak izinin azaltılması, mevcut su kaynaklarının kullanılması amacıyla Mardin Ilısu Baraj gölü üzerine yüzer güneş enerji santrali ve dip savak suyunun hidroelektrik potansiyelinin değerlendirmesi amacıyla fizibilite çalışması başlatmıştır.

Fizibilite çalışması kapsamında saha keşfi, ölçülmüş veriler, pazar araştırması ve mühendislik çalışmaları sonucunda yüzer güneş enerjisi ve hidroelektrik potansiyeli belirlenmiş, teknik tasarımları yapılmış, finansal analizi yapılmış, çevresel, sosyal etkileri incelenmiştir.

Yapılan değerlendirmelerin sonucunda Dargeçit Ilısu Barajı üzerine LUY'e bağlı olarak 5 MW'lık parçalar halinde 50 MW gücünde yüzer güneş enerjisi santrali için uygun kurulum yeri, sistem bileşenlerinin teknolojileri ve yöntemleri seçilmiştir. Sistemin kurulabilmesi için gerekli alan 540.000 m²'dir. Seçilen bileşenlere ve meteorolojik verilere bağlı olarak yıllık enerji üretim potansiyeli 117.000 MWh olarak hesaplanmıştır. Göl alanının soğutma etkisine bağlı olarak mevcut bölgedeki arazi üzerine kurulan güneş enerjisi sistemlerine göre %9 oranında yıllık daha fazla elektrik üretmesi beklenmektedir.

50 MW Sistemde üretilen enerji LUY mevzuatına bağlı olarak şebekeye verilecek ve son kullanıcının (Kurum/Kuruluş) ilişkilendirilecek tüketim aboneliklerinin perakende tek zamanlı elektrik satış tarifesinden şebekeye satılacaktır. Elde edilecek gelir son kullanıcının (Kurum/Kuruluş) enerji giderlerinden tasarruf etmesini sağlayacaktır.

Sistemin çevresel etkileri incelendiğinde, su yüzeyinde gölge etkisi yaratarak buharlaşmanın azalmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Bununla birlikte çevredeki fauna üzerinde oluşabilecek etkilerin en aza indirilmesi için uygun kurulum alanları, kıyıdan uzaklık ve platformlar arası açıklıklar belirlenmiştir.

Sistem on fazda kurulacağı için yatırım maliyetleri yıllara dağıtılmıştır. İlk kurulacak 5MW'lık sistemin maliyeti altyapı yatırımları sebebi ile diğerlerine oranla daha fazla

olacaktır. İlk kurulacak 5MW'lık sistemin maliyeti 4.228.515 ABD doları olarak hesaplanmıştır. Sistemin hayata geçirilmesi için gerekli süre 12 ay olarak ön görülmüştür.

Buna bağlı olarak her 12 ayda bir diğer fazların kurulacağı düşünülerek finansal analiz çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalara sonucunda güncel faiz oranları, elektrik fiyatları projeksiyonu, gider projeksiyonuna bağlı olarak 50 MW'lık sistem için beklenen toplam yatırım maliyeti 45.107.143 ABD doları'dır. Bu yatırım hayata geçirilmesi için İller Bankası'nın aracılık ettiği 30 yıl vadeli krediden yararlanmanın faydalı olduğu görülmüştür. Bu finansman opsiyonuna kullanılarak yapılan finansal analiz sonuçlarına bağlı olarak 50MW Yüzer GES'in 25 yıllık getirisinin Net Bugünkü Değeri 84.869.636,03 ABD doları, İç Karlılık Oranı %11 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere bakılarak yatırımın kamuya faydalı olduğu görülmüştür. Geri dönüş süresinin düşürülmesi için öz sermaye oranının artırılması, sistem maliyetlerinin düşürülmesi, gelirlerin artırılması için dağıtım sistemi kullanım bedelinden muafiyet alınması, DSİ su kullanım bedelinin düşürülmesi faydalı olacaktır.

Fizibilite çalışmalarında sistemde kullanılacak ana teknolojik bileşenler incelenmiş, teknik ve ekonomik analizleri çalışılmış, saha koşullarına uygun en ekonomik seçenek seçilmiştir. Sistemin kurulumu için ihtiyaç duyulan indirme alanı kıyıda montajı yapılarak suya itilebilecek şekilde montaja müsaade edecek şekilde belirlenmiştir. Sistemin göl yüzeyindeki konumu, gölge etkisi, zemin yapısı, bağlantı noktaları düşünülerek baraj gövdesinin güney bölgesi olarak belirlenmiş ve teknik analiz ve tasarım kısmında sunulmuştur.

Sistemde kullanılacak ana bileşenler, fotovoltaiik panel (FV), inverter, yüzer platform, transformatör ve elektrik bağlantıları olacaktır. Kullanılacak ürünlerin büyük çoğunluğu yerli imkanlar ile temin edilebilecektir. 10 fazda 50 MW'lık bir kapasiteye ulaşacak sistemin her fazının 12 ayda tamamlanması ön görülmektedir.

Kurulacak sistem son kullanıcı mülkiyetinde olacak ve üretilen elektriğin LÜY kapsamında satılması ile elde edilecek kazanç kurum/kuruluşun enerji maliyetlerinin

azaltılmasını sağlayacaktır. Bununla birlikte sistemin su üzerine yaptığı gölge etkisi ile su buharlaşması azalacak ve kaynak sürdürülebilirliğine katkı sağlanacaktır.

İÇİNDEKİLER

A. YÖNETİCİ ÖZETİ.....	3
ŞEKİLLER DİZİNİ	9
TABLOLAR DİZİNİ.....	10
KISALTMALAR	11
1. PROJE KÜNYESİ.....	12
2. PROJENİN GEREKÇESİ, HEDEF VE AMAÇLARI	13
2.1. Projenin Konusu ve Sorun/İhtiyaç Tanımı	13
2.2. Projenin Arka Planı ve Müdahale Gerekçesi.....	21
2.2.1. Sosyo-Ekonomik Durum (Genel, Sektörel ve/veya Bölgesel)	22
2.2.2. Sektörel ve/veya Bölgesel Politikalar ve Programlar	25
2.2.3. Kurumsal Yapılar ve Yasal Mevzuat	27
2.2.4. Proje Fikrinin Kaynağı ve Uygunluğu	28
2.2.5. Projenin Sektörel ve/veya Bölgesel Kalkınma Amaçlarına (politika, plan ve programlar) Uygunluğu.....	29
2.3. Projenin Genel Hedefi.....	29
2.4. Projenin Genel ve Özel Amacı	30
2.5. Projenin Hedef Aldığı Kesim	32
2.5.1. Hedef Gruplar	32
2.5.2. Nihai Faydalanıcılar	33
3. PROJE FİKRİNİN KAYNAĞI ve DAYANAKLARI	35
3.1. Projenin Politika Dokümanlarına ve Yasal Mevzuatlara Uygunluğu	36
3.2. Proje İhtiyacı/Talebi.....	37
3.3. Proje Alternatifleri	38
3.3.1. Projesiz Durum.....	38
3.3.2. Bakım Onarım veya Tevzii Yatırımı	39
3.3.3. En İyi İkinci Alternatif	40
3.3.4. En İyi Alternatif	40
3.4. Teknik Analiz ve Tasarım	42
3.4.1. Alternatifler, Yer Seçimi ve Arazi Maliyeti	42
3.4.2. Elektriksel Bağlantı Noktasının Belirlenmesi.....	44

3.4.3.	Kapasite Analizi ve Seçimi.....	45
3.4.4.	Alternatif Teknolojilerin Analizi ve Teknoloji Seçimi	46
3.4.5.	Yüzer GES Projesi için Seçilen Teknolojinin Teknik Analizi, Koruma Önlemleri ve Maliyet Analizi.....	59
3.4.6.	Teknik Tasarım	59
3.4.7.	Bağlantı Sistemi Tasarımı.....	68
4.	PROJE UYGULAMASI İLE İLGİLİ AYRINTILI BİLGİLER	74
4.1.	Fiziki Coğrafya Özellikleri.....	74
4.1.1.	Yerleşme Coğrafyası	74
4.1.2.	Proje Sahasına Erişim.....	76
4.1.3.	İklim (yağış oranı, nem, sıcaklık, rüzgâr vb.).....	77
4.1.4.	Toprak ve Arazi Yapısı ile İlgili Bilgiler	79
4.1.5.	Bitki Örtüsü	80
4.1.6.	Su Kaynakları	80
4.1.7.	Diğer Doğal Kaynaklar	81
4.1.8.	Jeolojik Yapısı	82
4.1.9.	Nüfus	82
4.1.10.	Gelir Dağılımı	83
4.1.11.	Yüzer GES’te Su Yönetimi	84
4.1.12.	Yüzer GES’in Termal Tabakalaşma ve Çözünmüş Oksijen Seviyelerine Etkisi .	87
4.1.13.	Yüzer GES’in Biyoçeşitliliğe Etkisi	88
4.1.14.	Yüzer GES’in Sucul Flora ve Fauna’ya Etkisi	89
4.1.15.	Yüzer GES’te Güneş Işığının Etkisi.....	91
4.1.16.	Yüzer GES’te Gürültü Kirliliği ve Yönetimi.....	92
4.1.17.	Yüzer GES’te Atık Yönetimi.....	93
4.1.18.	Yüzer GES’te Tehlikeli Madde	94
4.1.19.	Yüzer GES’te Emisyon	95
4.1.20.	Yüzer GES’te Kullanılan Ekipmanlar	96
4.1.21.	Yüzer GES’te Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalma	96
4.1.22.	Yüzer GES’ Kullanılacak Malzemelerin Özellikleri	97
4.1.23.	Yüzer GES’in Bitki Örtüsüne Etkisi	98
4.1.24.	Yüzer GES’te Kirlilik Oluşumu.....	98

4.1.25. Yüzer GES'in Kuş Yaşamına Etkisi	98
4.1.26. Yüzer GES'te Görüntü Kirliliği.....	99
4.1.27. Yüzer GES'in Kara Peyzajına, Su Peyzajına ve Görselliğe Etkileri	100
4.2. Geleneksel Güneş Enerji Sistemleri ve Yüzer Güneş Enerji Santrallerinin Çevresel Boyutta Karşılaştırılması	100
4.3.Yüzer GES'te Çevresel Ana Etkileri Azaltma Önlemleri.....	103
5. PROJE YÖNETİMİ VE UYGULAMA PROGRAMI	106
5.1. Proje Yürütücüsü Kuruluşlar ve Teknik Kapasiteleri	106
5.2. Proje Organizasyonu ve Yönetim	106
5.1. Proje Uygulama Programı	106
6. FİNANSAL ANALİZ	109
6.1. Sabit Sermaye Yatırımı	111
6.2. Elektrik Üretim Miktarı.....	116
6.1. Projenin Bütçesi	119
7. RİSK ANALİZİ	121
8. ÇEVRESEL ANALİZ	123
8.1. Çevresel Etkilerin Ön-Değerlendirmesi.....	123
8.1.1. Çevresel Kapsamda Yüzer GES	123
8.1.2. Yüzer GES'in Çevresel Etkileri.....	124
9. SOSYAL ANALİZ	126
9.1. Projenin Sosyal Etkileri.....	126
9.2. Projenin Toplumsal Gruplara Etkisi	126
10. PROJE YÖNETİMİ VE UYGULAMA PROGRAMI	128
10.1. Proje Organizasyonu ve Yönetim	128
10.2. Proje Uygulama Planı ve Projede Kritik Aşamalar	130

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Dünyada Kurulu Yüzer GES Kapasitesi (Research Gate)	14
Şekil 2: Anhui, Çin (Kaynak: Ciel & Terre).....	15
Şekil 3: Kapasite Artışının Yıllara Bağlı Dağılımı Kaynak: (Q2, 2019).....	18
Şekil 4: Malzeme indirme alanı	43
Şekil 5: Malzeme montaj alanı.....	43
Şekil 6: Malzeme indirme alanı yolu.....	44
Şekil 7: Bağlantı Noktası	45
Şekil 8: Polietilen Duba	47
Şekil 9: (a) Beton Ponton, (b) Metal Yapı.....	49
Şekil 10: Yüzer GES Membranı.....	50
Şekil 11: Yüzer GES Bağlantı Metotları	53
Şekil 12: Yüzer GES panel taşıyıcı duba.....	63
Şekil 13: Yüzer GES yürüme yolu dubası	64
Şekil 14: Yüzer GES bağlantı dubası	64
Şekil 15: Sabit azimut açılı Yüzer GES yerleşimi	67
Şekil 16: İki eksenli Yüzer GES yerleşimi	67
Şekil 17: Yüzer GES ankraj bağlantı konfigürasyonu	68
Şekil 18: Yüzer GES uygun kurulum alanı ve yerleşimi.....	71
Şekil 19: Ilısu Barajı Rezervuar Görünümü.....	75
Şekil 20: Mardin İli Yer Buldur Haritası.....	76
Şekil 21: Mersin Dargeçit Ilısu Barajı Yolu	77
Şekil 22: Global Rüzgâr Atlası- Türkiye Rüzgâr Hızı Haritası	78
Şekil 23: Mardin İli Büyük Toprak grupları Haritası.....	79
Şekil 24: Mardin İli Yıllara Göre Nüfus Artış Hızı.....	83
Şekil 25: Yüzer GES için başvuru süreci	107
Şekil 26: Projenin Başabaş Noktası Analizi	120
Şekil 27: Yüzer GES İşletme Organizasyon Şeması.....	129

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Kurulu Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri	16
Tablo 2 Altıncı kademe gelişmiş iller	27
Tablo 3: Mardin Ocak 2023 Elektrik Enerjisi Tüketimi (MWh) (EPDK).....	29
Tablo 4: Farklı Yerleşimlerin Analizi	45
Tablo 5: Yüzdürücü Platform Karşılaştırma Tablosu	50
Tablo 6: Fotovoltaik (PV) Modül tipleri ve karşılaştırma tablosu	55
Tablo 7: Fotovoltaik (PV) Modül tipleri ve karşılaştırma tablosu	60
Tablo 8: Yüzer GES sisteminin bileşenlerinin teknik özellikleri.....	61
Tablo 9: Yüzer GES platformunun teknik özellikleri	62
Tablo 10: Yüzer Platformun Teknik Özellikleri	65
Tablo 11: İnverter ve Transformatör Yüzer Platformun Teknik Özellikleri.....	66
Tablo 12: Su altı bağlantı sistem komponentleri.....	69
Tablo 13: 5MW Yüzer GES Malzeme Keşif Listesi.....	72
Tablo 14: Mardin Yıllık Meteoroloji Verileri (Meteoroloji GM)	78
Tablo 15: Eşdeğer hane halkı kullanılabilir fert gelirine göre yoksul sayıları ve yoksulluk oranları	84
Tablo 16: Yüzer PV ve Geleneksel PV Karşılaştırma.....	102
Tablo 17: İş Planı	108
Tablo 18: İşletme giderleri.....	110
Tablo 19: 5 MW için Yatırım Maliyeti	112
Tablo 20: Projenin Yıllık Geliri, Gideri ve Net Gelir Tablosu	117
Tablo 21: Projenin Net Bugünkü Değer Analizi.....	119

KISALTMALAR

(AB) AVRUPA BİRLİĞİ

(DSİ) DEVLET SU İŞLERİ

(DİKA) DİCLE KALKINMA AJANSI

(MTSO) MARDİN TİCARET VE SANAYİ ODASI

(LUY) ELEKTRİK PİYASASINDA LİSANSSIZ ELEKTRİK
ÜRETİM YÖNETMELİĞİ

(RPS) YENİLENEBİLİR PORTFÖY

STANDARTLARI

(RES) RÜZGAR ENERJİ SANTRALİ

(PV) FOTOVOLTAİK

(YGES) YÜZER GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ

(FRP) POLİMER MALZEME

1. PROJE KÜNYESİ

Projenin Adı:	MARDİN ILISU BARAJI ÜZERİNE YÜZER SİSTEM GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİNİN KURULMASI FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI RAPORU
Projenin Türü:	AR-GE ve Yenilik üzerine düşünülmüş yüzer GES teknolojisinin bu yenilikleri, güneş enerjisi sistemlerinin daha verimli, sürdürülebilir ve ekonomik olmasını sağlar. Bu nedenle, yüzer GES sistemleri, güneş enerjisinin gelecekteki enerji ihtiyaçlarını karşılamak için önemli bir rol oynayabilir.
Projenin Yürütücüsü:	Mardin Ticaret Odası
Ortaklar:	Proje Ortağı Yoktur.
İştirakçiler:	İştirakçi Yoktur.
Uygulama Yeri:	MARDİN İLİ DARGEÇİT İLÇESİ ILISU BARAJI
Uygulama Süresi:	Projenin hayata geçirilme süresi 12 aydır.
Projenin Kapsamı:	Bu kapsamda Dargeçit Ilısu Barajı gölünün güneş enerjisi sistemi kurulumu için kullanılması planlanmıştır. Göl alanı üzerine 50 MW'lık Yüzer GES kurulması değerlendirilmiş ve fizibilitesi bu raporda sunulmuştur.

2. PROJENİN GEREKÇESİ, HEDEF VE AMAÇLARI

2.1. Projenin Konusu ve Sorun/İhtiyaç Tanımı

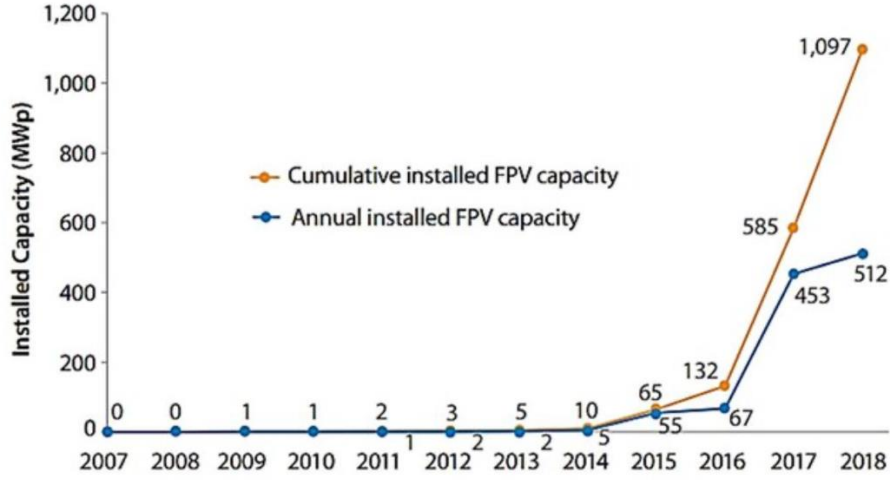
Yüzer güneş enerjisi sistemleri (floating PV systems), güneş enerjisi üreten sistemlerin su üzerinde kurulduğu bir tür güneş enerjisi üretim sistemidir. Bu sistemler, göller, su rezervuarları veya göletler gibi su yüzeylerinin üzerine güneş panelleri yerleştirilerek kurulur. Böylelikle, güneş ışığından elektrik üretimi sağlanırken, su yüzeyi de soğutma amacıyla kullanılır ve yüksek sıcaklıklardan kaynaklanan enerji kaybı azaltılır.

Güneş enerjisine erişim konusunda artan bir kısıtlama ile birlikte, yüzer güneş panellerinin “özellikle arazi kısıtlamaları olan ülkelerde küresel olarak güneş enerjisini büyütmek için yeni ufuklar” açmaktadır. (Dünya Bankası Raporu).

Dünyadaki ilk yüzer güneş enerjisi sistemi 2007 yılında Japonya’da kurulmuştur. Araştırma amaçlı küçük ölçekli sistemler daha sonra Fransa, İtalya, Güney Kore’de kurulmuştur. İlk ticari uygulama Kaliforniya’da Far Niente Bağları’na enerji sağlamak amacıyla 2008 yılında hayata geçirilmiştir. (Bank, 2018)

Japonya, sınırlı arazi kaynaklarına sahip olmasının yanı sıra, nükleer felaketin ardından enerji ihtiyacını karşılamak için yenilenebilir enerjiye yönelik büyük çaba harcamıştır. Yüzer GES, bu çabaların bir parçası olarak ortaya çıkmıştır. Japonya, özel olarak inşa edilen göletler, barajlar, rezervuarlar ve denizlerde yüzen güneş enerjisi sistemlerini kullanarak güneş enerjisinden yararlanmaktadır.

Japonya'nın yüzer GES alanındaki öncülüğü, diğer ülkeleri de bu teknolojiyi benimsemeye teşvik etmiştir. Bu sistem, arazi kullanımını optimize ederek çevre dostu enerji üretimini desteklemekte ve aynı zamanda su kaynaklarını korumaktadır. Japonya'nın yenilenebilir enerjiye olan bağlılığı ve yatırımları, yüzer GES gibi yeni ve yenilikçi teknolojilere odaklanarak ülkenin enerji dönüşümünü hızlandırmaktadır. Dünyada YGES kurulu gücü 2016 yılında 10MW, 2018 yılında 1100 MW’a ulaşmıştır. Şekil1. (Bank, 2018).



Şekil 1: Dünyada Kurulu Yüzer GES Kapasitesi (Research Gate)

Kurulmuş en büyük 100 santralin 73'ü Japonya'da yer alırken ve toplam 246 MW kapasitededir. Japonya'nın Hyogo şehri tek başına en büyük 100 santralin yarısına ev sahipliği yapmaktadır. (How Japonya Became The World Leader in Floating Solar Power, 2019) Tek başına en büyük santral 70MW kapasite ile 2019 yılında Çin'de kurulmuştur.



Şekil 2: Anhui, Çin (Kaynak: Ciel & Terre)

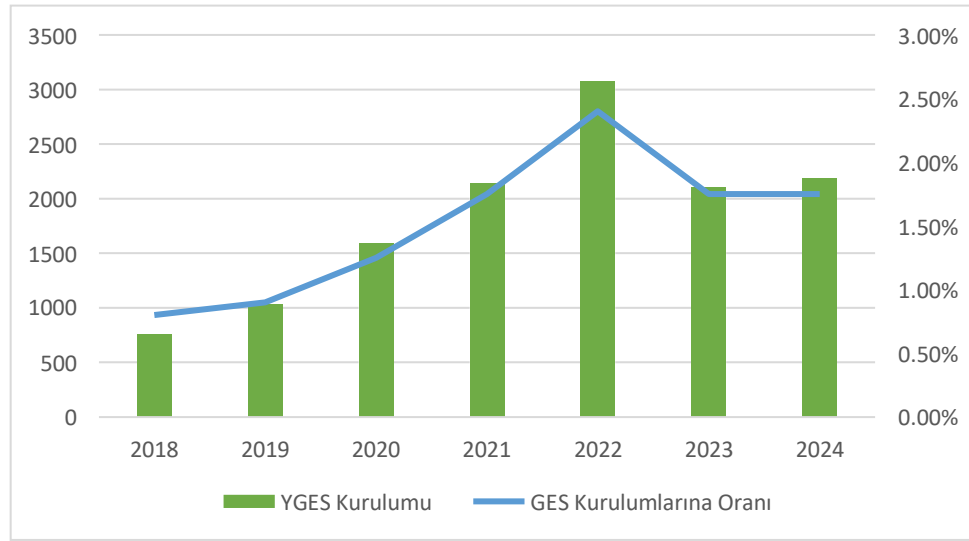
Dünya genelindeki en büyük yüzer güneş enerjisi santrali, Haziran 2021 itibarıyla yapım aşamasında olan ve tamamlandığında kapasitesi 2,2 gigawatt (GW) olacak olan "Asian Renewable Energy Hub" projesidir. Bu proje, Avustralya'nın kuzeybatısında, Batı Avustralya ile Kuzey Bölgesi arasında yer alması planlanmaktadır. Ancak, proje henüz tamamlanmadığı için en büyük yüzer güneş enerjisi santrali olarak kesin olarak listeleyemeyiz. Diğer büyük yüzer güneş enerjisi projeleri arasında Çin'deki Longyangxia Dam Solar Park (1 GW) ve Vietnam'daki Tengeh Reservoir Solar Project (1 GW) yer almaktadır. Dünyadaki en büyük 25 yüzer güneş enerjisi santrali listesi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Kurulu Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri

	Konum	Ölçek (kW)	Ülke	Şehir/İlçe	Devreye Alma	Yüzer Platform Tedarikçisi
1	Longyangxia Dam Solar Park	100.000	Çin	Longyangxia	2015	-
2	Tengeh Reservoir Solar Project	100.000	Vietnam	Tngeh	2021	-
3	Kömür madeni havzası, Huainan City	40.000	Çin	Anhui	May 2017	-
4	Kömür madeni havzası, Huainan City	20.000	Çin	Anhui	Nis 2016	-
5	Yamakura	13.700	Japonya	Chiba	Mar 2018	Ciel & Terre
6	Pei County	9.982	Çin	Anhui	Tem 2017	Ciel & Terre
7	Umenoki	7.550	Japonya	Saitama	Eki 2015	Ciel & Terre
8	Jining GCL	6.776	Çin	Shandong	Ara 2017	Ciel & Terre
9	Hirofuta Ike	6.800	Japonya	Hyogo	Eki 2018	Takiron Engineering
10	Queen Elizabeth II Rezervuarı	6.338	Birleşik Krallık	Londra	Mar 2016	Ciel & Terre
11	Cheongpung Gölü	3.000	Güney Kore	Chungju	Ara 2017	LG CNS
12	Otae	3.000	Güney Kore	Sangju	Eki 2015	LG CNS
13	Jipyeong	3.000	Güney Kore	Sangju	Eki 2015	LG CNS
14	Sujang Rezervuarı	3.000	Güney Kore	Jindo Adası	2017	Seaflex
15	Godley Rezervuarı	2.991	Birleşik Krallık	Godley	Oca 2016	Ciel & Terre
16	Kato Shi	2.870	Japonya	Hyogo	Mar 2015	Ciel &

						Terre
17	Deoku, Myeoku Rezervuarı	2.700	Güney Kore	Hwaseong	Kas 2016	-
18	Ichigo Kasaoka Iwano Ike	2.640	Japonya	Okayama	Mar 2018	Ciel & Terre
19	Hiragio Ike	2.600	Japonya	Kagawa	Kas 2017	Sumitomo Mitsui Construction
20	Tano Ike	2.548	Japonya	Mie	Ara 2017	Ciel & Terre
21	Ootori Ike	2.502	Japonya	Osaka	Kas 2016	Ciel & Terre
22	Noma Ike	2.435	Japonya	Kagawa	Mar 2017	Ciel & Terre
23	Hachigo Ike	2.402	Japonya	Hyogo	Eki 2017	Ciel & Terre
24	Higashiouda Ike	2.400	Japonya	Kagawa	Ağu 2018	Ciel & Terre
25	Nakaouda Ike	2.400	Japonya	Kagawa	Nis 2018	Ciel & Terre
26	Tsuga Ike	2.400	Japonya	Mie	Ağu 2016	Ciel & Terre
27	Sohara Ike	2.398	Japonya	Mie	Mar 2016	Ciel & Terre

Dünya genelinde 2018 ile 2024 yılları arası kurulmuş olan Yüzer GES kapasitesi aşağıdaki grafikte gösterildiği gibi artış göstermekte olup her yıl kurulacak normal GES sistemlerinin %2'sinin YGES olacağı beklenmektedir. Kapasite artışının yıllara bağlı dağılımı Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3: Kapasite Artışının Yıllara Bağlı Dağılımı Kaynak: (Q2, 2019)

Türkiye'nin ilk Yüzer Güneş Enerjisi Santrali Mersin'in Mut ilçesinde bulunan Azmak 2 Hidroelektrik Santrali rezervuarına 2014 yılında kurulmuştur. Bu sistem aynı zamanda dünyanın hidroelektrik santral rezervuarına kurulan ilk yüzer güneş enerji santrali olmuştur. Ticari uygulamada ise İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştiraki İstanbul Enerji A.Ş. ve bağlı kuruluşu İSKİ ile Büyükçekmece Gölü üzerinde bir Ar-Ge projesi olarak hayata geçirdiği Türkiye'nin ilk Yüzer Güneş Enerjisi Santrali (YGES) ile Türkiye, dünyada yüzer güneş enerjisi santrali kurulumu yapılan ilk 10 ülke arasına girdi.

Enerji alanında düzenlemeler içeren kanun teklifinin ardından gündeme gelen yüzer güneş enerjisi santralleri (GES) ile elektrik üretiminin yanında suyun buharlaşmasının önüne geçilerek su kaynaklarının korunması amaçlanıyor. Türkiye'nin yüzer GES potansiyeli ise yaklaşık 80 GW olarak hesaplanıyor.

Enerji alanında düzenlemeler içeren Maden Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Teklifi, TBMM Sanayi, Ticaret, Enerji, Tabii Kaynaklar, Bilgi ve Teknoloji Komisyonunda kabul edildi. Bu kapsamda, içme-kullanma suyu temin edilen rezervuarlar ve sulak alanlar ile Kıyı Kanunu kapsamında kalan kıyı ve sahil şeritleri hariç olmak üzere denizler, baraj gölleri, suni göller ve tabii göllerin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca yenilenebilir enerji kaynak alanı olarak ilan edilen alanlarında imar planı yapılmaksızın yenilenebilir enerji üretim santralleri kurulabilecek.

Natura Sustainability'de yayımlanan rapora göre, dünya genelindeki 115 bin rezervuarın yüzde 30'unun yüzer GES ile donatılması durumunda yıllık 9 bin 500 TWh yakın elektrik üretimi gerçekleştirilebilecek. Türkiye'nin yıllık elektrik üretimi ise yaklaşık 330 TWh düzeyinde bulunuyor.

Yenilenebilir enerjinin küresel elektrik üretimindeki payı yeni teknolojilerle artarken, son yıllarda ekosistemin korunmasında etkili olabilecek tasarımlarla kullanıcılara sunulan güneş enerjisi santrallerine ilgi artıyor. Bireysel olarak güneş enerjisinden elektrik üretimi ve bunun şebekeye aktarılmasına yönelik kamusal düzenlemelerle tüm dünyada güneş enerjisine yönelim hızını koruyor.

Karbon ayak izinin azaltılması, mevcut su kaynaklarının kullanılması amacıyla Dargeçit Ilısu Baraj gölü üzerine yüzer güneş enerjisi santrali ve dip savak suyunun hidroelektrik potansiyelinin değerlendirmesi amacıyla fizibilite çalışması başlatmıştır.

Fizibilite çalışması kapsamında saha keşfi, ölçülmüş veriler, pazar araştırması ve mühendislik çalışmaları sonucunda yüzer güneş enerjisi ve hidroelektrik potansiyeli belirlenmiş, teknik tasarımları yapılmış, finansal analizi yapılmış, çevresel, sosyal etkileri incelenmiştir.

Yapılan değerlendirmelerin sonucunda Dargeçit Ilısu Barajı üzerine LÜY'e bağlı olarak 5 MW'lık parçalar halinde 50 MW gücünde yüzer güneş enerjisi santrali için uygun kurulum yeri, sistem bileşenlerinin teknolojileri ve yöntemleri seçilmiştir. Sistemin kurulabilmesi için gerekli alan 540.000 m²'dir. Seçilen bileşenlere ve meteorolojik

verilere bağlı olarak yıllık enerji üretim potansiyeli 117.000 MWh olarak hesaplanmıştır. Göl alanının soğutma etkisine bağlı olarak mevcut bölgedeki arazi üzerine kurulan güneş enerjisi sistemlerine göre %9 oranında yıllık daha fazla elektrik üretmesi beklenmektedir.

50 MW Sistemde üretilen enerji LÜY mevzuatına bağlı olarak şebekeye verilecek ve son kullanıcının (Kurum/Kuruluş) ilişkilendirilecek tüketim aboneliklerinin perakende tek zamanlı elektrik satış tarifesiyle şebekeye satılacaktır. Elde edilecek gelir son kullanıcının (Kurum/Kuruluş) enerji giderlerinden tasarruf etmesini sağlayacaktır.

Sistemin çevresel etkileri incelendiğinde, su yüzeyinde gölge etkisi yaratarak buharlaşmanın azalmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Bununla birlikte çevredeki fauna üzerinde oluşabilecek etkilerin en aza indirilmesi için uygun kurulum alanları, kıyıdan uzaklık ve platformlar arası açıklıklar belirlenmiştir.

Sistem on fazda kurulacağı için yatırım maliyetleri yıllara dağıtılmıştır. İlk kurulacak 5MW'lık sistemin maliyeti altyapı yatırımları sebebi ile diğerlerine oranla daha fazla olacaktır. İlk kurulacak 5MW'lık sistemin maliyeti 4.228.515 EUR olarak hesaplanmıştır. Sistemin hayata geçirilmesi için gerekli süre 12 ay olarak ön görülmüştür.

Buna bağlı olarak her 12 ayda bir diğer fazların kurulacağı düşünülerek finansal analiz çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalara sonucunda güncel faiz oranları, elektrik fiyatları projeksiyonu, gider projeksiyonuna bağlı olarak 50 MW'lık sistem için beklenen toplam yatırım maliyeti 45.107.143 ABD Doları'dır. Bu yatırım hayata geçirilmesi için İller Bankası'nın aracılık ettiği 30 yıl vadeli krediden yararlanmanın faydalı olduğu görülmüştür. Bu finansman opsiyonuna kullanılarak yapılan finansal analiz sonuçlarına bağlı olarak 50MW YGES'in 25 yıllık getirisinin Net Bugünkü Değeri 84.869.636,03 ABD Doları, İç Karlılık Oranı %11, olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere bakılarak yatırımın kamuya faydalı olduğu görülmüştür. Geri dönüş süresinin düşürülmesi için öz sermaye oranının artırılması, sistem maliyetlerinin düşürülmesi,

gelirlerin artırılması için dağıtım sistemi kullanım bedelinden muafiyet alınması, DSİ su kullanım bedelinin düşürülmesi faydalı olacaktır.

Fizibilite çalışmalarında sistemde kullanılacak ana teknolojik bileşenler incelenmiş, teknik ve ekonomik analizleri çalışılmış, saha koşullarına uygun en ekonomik seçenek seçilmiştir. Sistemin kurulumu için ihtiyaç duyulan indirme alanı kıyıda montajı yapılarak suya itilebilecek şekilde montaja müsaade edecek şekilde belirlenmiştir. Sistemin göl yüzeyindeki konumu, gölge etkisi, zemin yapısı, bağlantı noktaları düşünülerek baraj gövdesinin güney bölgesi olarak belirlenmiş ve teknik analiz ve tasarım kısmında sunulmuştur.

Sistemde kullanılacak ana bileşenler, fotovoltaiik panel (FV), inverter, yüzer platform, transformatör ve elektrik bağlantıları olacaktır. Kullanılacak ürünlerin büyük çoğunluğu yerli imkanlar ile temin edilebilecektir. 10 fazda 50 MW'lık bir kapasiteye ulaşacak sistemin her fazının 12 ayda tamamlanması ön görülmektedir.

Kurulacak sistem son kullanıcı mülkiyetinde olacak ve üretilen elektriğin LÜY kapsamında satılması ile elde edilecek kazanç kurum/kuruluşun enerji maliyetlerinin azaltılmasını sağlayacaktır. Bununla birlikte sistemin su üzerine yaptığı gölge etkisi ile su buharlaşması azalacak ve kaynak sürdürülebilirliğine katkı sağlanacaktır.

2.2. Projenin Arka Planı ve Müdahale Gerekçesi

Projenin arka planının değerlendirmesi yapılırken Dicle Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanan “Mardin İş Ortamı” raporundan yararlanılmıştır. Raporda Mardin'nin sosyo-ekonomik durumu genel, sektörel ve/veya bölgesel olarak, projenin yatırım alanları; öncü sektörler ve öncelikli sektörler olarak ayrılarak, sektörlerle göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

2.2.1. Sosyo-Ekonomik Durum (Genel, Sektörel ve/veya Bölgesel)

Söz konusu “Mardin İş ve Ortamı” ve T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının “Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik” raporunda, Mardin ilçelerinin sosyo-ekonomik açıdan farklılıklar gösterdiğini bu farklılıkların daha iyi anlaşılması için DİKA Ekonomik Araştırmalar ve Planlama biriminin ayrı ayrı ilçe değerlendirme çalışması yaptığı anlatılmaktadır. Yapılan çalışmaya göre Artuklu ilçesi; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sanayi ve TİCARET yapısıyla önemli yer işgal ederek dikkat çekmeye başlamıştır. Geleneksel ekonomik yapısı tarım, el sanatları, TİCARET ve son zamanlarda artış gösteren imalat sanayi ile küçük çaplı sanayiye dayalıdır. Uluslararası Nakliyat ilçenin ekonomisinde önemli bir yeri tutmaktadır. İlçenin Nusaybin Sınır kapısı (Suriye) ve Habur Sınır kapısına çok yakın olması sebebiyle nakliyecilik gelişmiştir. Son yıllarda Artuklu ilçesine verilen teşviklerin büyük bir kısmı nakliyecilik, tarım ve hayvancılık sektörüne yöneliktir.

Tarımda; ilçe Topraklarının %57 si ovada olan Artuklu ilçesinde ekonomik yaşam tarımsal üretime bağlıdır. Tahıl ürünlerine (Buğday, Arpa vb.), Pamuk ve Mısır'a dayalı tarımsal üretim, buna ek entegre tesisleri de beraberinde getirmiştir. Organize Sanayii Bölgesinde bu ürünleri işlemek üzere fabrikalar çoğalmıştır. Bahçe ve bostanlıklarda domates, patlıcan, salatalık, kavun-karpuz ekilir. Bağcılık ilçemizin dağ kesiminde özellikle Zınнар, Şeyhan ve Kabala bölgesinde gelişmiştir. 150 bin tonu geçen üzüm istihsalı ile Türkiye'de dördüncü sırada, Karpuz da onuncu sırada yer alır.

Zeytin, Badem, Ceviz ve Nar gibi yemişlerin yetiştiriciliği günden güne artmaktadır. İlçemize özgün olan Imlebbes (Badem Şekeri), bademin işlenmesi ile ortaya çıkan bir Kuruyemiş çeşididir. Nohut ve Mercimek yetiştiriciliğinde bölgede sayılı ilçelerin arasında yer almakta olup Sade ve tuzlu Leblebi üretiminde, ülkede Çorum ili ile yarışmaktadır. Hayvancılıkta; Çok miktarda küçükbaş hayvan yetiştirilen Artuklu ilçesinde hayvancılık başlıca gelir kaynakları arasında yer alır. Koyunun yanı sıra kıl keçisi ve yöreye özgü bir çeşit Ankara keçisi de yetiştirilen ilçemizde bu hayvanlardan

elde edilen yün, kıl ve tiftik gibi hayvansal ürünler dokumacılıkta kullanılır. İlçenin iç kesimlerindeki bazı yörelerde sığır yetiştiriciliği de yapılır.

Ticarete; Bölgemizin ve İlimizin birinci pazarı konumunda bulunan Irak pazarının, Irak'ta yaşanan iç savaş nedeniyle ihracatçımıza büyük darbe vurmuştur, İlçemizin ihracatı %99 Kuzey Irak'a gerçekleşmektedir. Sanayide; İlçede sanayileşme faaliyetleri öncelikle Türkiye Kalkınma Bankası ve Kamu İktisadi Kuruluşlarının önderliğinde kurulan sanayi tesisleri ile başlamıştır. Bu tesislerin en önemlileri Çimento Fabrikası, Boru Fabrikası ve Kireç Fabrikasıdır. Artuklu ilçesi, sanayileşmede atağa kalkmış bir ilçedir. Organize Sanayi Bölgesi dolduğundan Ek Organize sanayi Bölgesi açılmış bu dahi kısa sürede büyük, orta ve küçük ölçekli işletmelerle dolmuştur. 2.Organize Sanayii Bölgesinin 600 hkt alanda Ortaköy Mah. civarında kurulması kararı alınmış, yer belirlenmiş ve Sanayii Bakanlığından oluru alınmıştır. Yeraltı zenginlikleri; Artuklu ilçesi civarında çimento hammaddesi ve Yalım mahallesi civarında iyi kalitede mermer ve Nahit taşı sahaları bulunmaktadır. Kızıltepe ilçesinin ekonomisinin temelini tarım ve hayvancılık oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra İlçemizin karayolu (ipek yolu) üzerinde bulunması, Irak'a ağırlıklı olmak üzere Avrupa ülkelerine ve Türki Cumhuriyetlere yapılan karayolu taşımacılığı ilçe ekonomisinde 2. sırada olup sektör oldukça hareketlidir. Mardin yolu üzeri 3.101 dönümlük alanda kurulu bulunan Kızıltepe Küçük Sanayi Sitesi 200 işyerinden müteşekkil olup burada; oto tamir, ağaç işleri, metal iş sanatkarları hizmet vermektedir. 2005 yılında faaliyete geçen küçük sanayi sitesinde yaklaşık 1000-1200 kişi çalışmaktadır. Ayrıca ilçemizde iki ayrı yerde galericiler sitesi mevcut olup biri Güneydoğu Galericiiler Sitesi adı altında Nusaybin yolu üzerinde diğeri 1 Galericiiler Sitesi adı altında Viranşehir yolu üzerinde faaliyet göstermektedir. 213 dönüm üzerinde kurulu 609 İlçedeki hububat merkezi Ortadoğu'nun ve Türkiye'nin en büyük hububat merkezidir. 2013 yılında faaliyete geçmiştir. Bu merkezde nakliyeciler, 2 banka şubesi, cami, 112 Acil ve 500 kişilik konferans salonu hizmet vermektedir. Midyat ilçesi Tarımsal faaliyetler sulama imkânı olmadığı için kuru tarım esasları çerçevesinde yapılmaktadır. Arazinin dağlık ve engebeli oluşu da işlenebilir

arazilerin irili ufaklı havzalara serpiştirilmesine sebep olmuştur. Mevcut arazilerin çoğunun engebeli ve küçük olması nedeni ile büyük bir bölümü insan ve hayvan gücü ile işletilmekte olup, tarımda makine kullanımı çok azdır. Başta gelen tarımsal ürünler buğday, arpa, mercimek, acur, (Midyat'a has bir salatalık çeşidi olan acur tamamen susuz arazide yetişmekte olup özellikle turşusu meşhurdur) kavun, karpuz gibi mevsimlik tarım ürünlerinin yanında bağcılık ve Antep fıstığı yetiştiriciliği önemli tarımsal faaliyetlerdir. Özellikle son yıllarda ilçe tarım müdürlüğünün yaptığı çalışmalarla kiraz yetiştiriciliği teşvik edilmekte Kaymakamlığın da desteği ile örnek kiraz bahçeleri kurulmuştur. Son yıllarda Kaymakamlığın teşvikleri ile seracılık özendirilmeye ve teşvik edilmeye çalışılmaktadır. Sosyal Yardım ve Dayanışma Vakfı tarafından çiftçilerimize 70 sera verilmiştir. Ayrıca son iki yıldır ücretsiz olarak 30 000 Antep fıstığı aşılması yapılmıştır. Sanayide; İlçede bir tuğla fabrikası bir yem fabrikası ve bir un fabrikası (faal değil) dışında sanayi kuruluşu bulunmamaktadır. İlçemizde küçük sanayi sitesi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. İlçenin geleneksel el sanatları arasında, gümüş işlemeciliği (Telkâri), taş işlemeciliği, halı dokumacılığı ön sıralarda yer almaktadır. İnşaat; ilçe ekonomisine büyük katkı sağlayan bu sektörün, son on yıl içerisinde büyük bir gelişme gösterdiği rahatlıkla söylenebilir. Ticarete; İlçenin yol kavşakları üzerinde bulunması, ticaret sektörü açısından önemli bir avantajdır. Buna Habur Sınır Kapısı ve Nusaybin Sınır Kapısına yakınlığı da eklenebilir. Özellikle mazot taşımacılığı, ilçe halkı için her yönden bir gelir kaynağıdır. Sadece ilçemizde kayıtlı nakliyecisi sayısı 750'dir. İlçenin ticaretine, Telkâri gümüş işleme atölyeleri ve sayıları 40'u bulan kuyumcu dükkanları da önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Mazıdağı ilçesi Genel olarak tütüncülük, arıcılık, bağcılık, kümes hayvancılığı ilçenin başlıca geçim kaynaklarıdır. Eskiden beri el sanatlarının önemli bir ekonomik değer olduğu ilçede, bu faaliyetlerin yeniden canlandırılması amacı ile çalışmalar devam etmektedir. Fosfat tesisleri yöresinin can damarlarından biridir. İlçe merkezinin 17 km kuzeybatısındaki fosfat yataklarının 1976 yılından sonra işletilmeye başlanması ile önemli bir istihdam alanı potansiyeline kavuşmuştur. Fakat 1994 yılında zarar ettiği

gerekçesiyle kapatılmıştır. (Mazıdağı Metal Geri Kazanım ve Entegre Gübre Tesisleri). Âtıl durumuna düşen fabrika 2011 yılında özelleştirme kapsamında TMC adı altında Cengiz holding bünyesindeki ETİ Bakır AŞ'ye bağlı fabrika, fosfat üretimi ile başlayıp sonra gübre üretimine de geçti. 2020 itibarıyla gübre, asit vb. ürünler üretmektedir. Fabrikada 2020 yılında 1400 personel çalışmaktadır. 2021 yılında açılan Diyarbakır- Mazıdağı İltisak Hattı aracılığıyla tesisin Fevzi Paşa bağlantısı sağlanmıştır. Mazıdağı ilçesi fosfat yatakları Türkiye'nin fosfat yataklarının %86'sını oluşturmaktadır. Nusaybin ilçesi hayvancılık, tarım gibi faaliyetler yapılmakta ve bununla beraber turizm faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle yerleşim yeri olarak Nusaybin ekonomik faaliyetler bakımından ticari ve turizm faaliyetlerin yapıldığı bir yerdir. Ülke ekonomisine de katkı sağlayan bir yer olarak kendi ekonomik kalkınma gücünü de beraberinde oluşturmaktadır.

2.2.2. Sektörel ve/veya Bölgesel Politikalar ve Programlar

Mardin turizm başta olmak üzere sanayi ve tarımda üretim ve ticaretin önemli merkezlerinden biri olarak gelişimini sürdürmektedir. İlde tarım reformuna yönelik olmak üzere toplulaştırma çalışmaları çeşitli problemler olmakla birlikte %85 oranında tamamlanmıştır. Yer altı kaynaklarının tespit ve etüdüne ilişkin çalışmalara 2017 yılı itibarıyla öncelik verilmeye başlanmıştır. Bölgenin ve ilin en önemli enerji yatırımı olan Ilısu Barajı kaynak kullanımı açısından %100 seviyesinde tamamlanmıştır. Mardin'in kültürel gelişimi açısından önemli görülen yeni Kütüphane yatırımlarının birçoğu tamamlanmıştır. Mardin Artuklu Üniversitesi başta olmak üzere eğitim alanında altyapı çalışmaları hızla devam etmektedir. Mardin'e yatırım yapmak isteyen girişimcilerin en önemli beklentisi olan Mardin II. OSB'nin yatırım tahsislerine ve özel sektör yatırımlarına hazır hale geldiği ve yatırımcılar için genişleme alanları artırılacağı öngörülmektedir. İlin en önemli sorunlarından biri olan Mardin-Midyat-Dargeçit-Ömerli ilçeleri içme suyu problemi 65,6 milyon TL'lik DSİ yatırımıyla çözülmüştür.

AB kaynaklı Mardin Kanalizasyon Projesi (AB) Atıksu Arıtma Tesisi (76.801 m³/gün) 154 milyon TL'si dış kaynak olmak üzere 183 milyon TL'lik yatırımla 2019 yılında tamamlanmıştır. İlin tarımsal ekonomisi için en önemli altyapı yatırımı olan GAP Sulama projesi son dönemde hız kazanmıştır. Yaklaşık 1 Milyar ABD dolarlık ihracat rakamıyla öne çıkan Mardin, ayrıca 2014 yılında Türkiye'deki toplam teşvik belgeli yatırım tutarının yaklaşık %2'sini almıştır. Ancak, özellikle sağlık, eğitim ve yaşam kalitesi boyutlarındaki değişken durumu, ilin 6. Gelişmişlik kademesinde yer almasına neden olmaktadır. Altıncı gelişmişlik kademesinde yer alan Şırnak ve Hakkâri sınır illeri de olmaları nedeniyle görece yüksek ihracat rakamları görülmektedir. Ancak bu ihracatın ilin genelindeki diğer ekonomik ve sosyal değişkenlere yansımadağı görülmektedir. Mardin'de kısa, orta ve uzun vadede öncü, öncelikli ve hedef sektörlerle değerlendirmeler yapılmıştır. Öncü sektörler olarak; tarımsal üretim, hayvancılık, turizm kısa vadeli, öncelikli sektörler; turizm, yenilenebilir enerji, organik tarım, tarıma dayalı sanayi, tarihi yapılar turizmi orta vadede, hedef sektörler ise; bilgi ve iletişim teknolojileri ile sanayileşme olarak uzun vadede yatırımın çekilmesi ve yatırım ortamının iyileştirilmesi noktasında değerlendirilmiştir.

Tablo 2 Altıncı kademe gelişmiş iller

İller	SEGE 2017 Sırası	SEGE 2017 Endeks Değeri
Adıyaman	66	-0,926
Ardahan	67	-0,983
Diyarbakır	68	-1,074
Kars	69	-1,125
Iğdır	70	-1,179
Bingöl	71	-1,208
Batman	72	-1,324
Şanlıurfa	73	-1,350
Mardin	74	-1,396
Siirt	75	-1,405
Bitlis	76	-1,428
Van	77	-1,452
Hakkari	78	-1,518
Muş	79	-1,704
Ağrı	80	-1,752
Şırnak	81	-1,788

2.2.3. Kurumsal Yapılar ve Yasal Mevzuat

Proje oluşum aşamasında “Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik”, “Yap-İşlet-Devret Modeline İlişkin Mevzuat”, “6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu’nun” amaç, kapsam ve dayanakları dikkate alınmıştır.

Projenin yapım ve değerlendirme aşamasında ise; 5346 (Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun), Yenilenebilir enerji kaynaklarının belgelendirilmesi ve desteklenmesine ilişkin yönetmelik, Yenilenebilir enerji kaynak alanları yönetmeliği, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Atık Yönetimi Yönetmeliği, İçme Suyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin hazırlanmasına ait teknik şartname, üretim tesislerinde kullanılacak teçhizat, bağlantı sistemi, kurulum ve performans kriterlerine ilişkin olan, IEEE/CE/CENELEC/IEC/TSE ve diğer uluslararası standartlar, TEDAŞ Teknik Şartnameleri ve Proje Uygulama Usulleri yol göstermiştir. Bunlara dahil olarak ETKB

tarafından çıkarılmış elektrik üretim, iletim ve dağıtım tesislerinin güvenli ve kararlı işletilebilmesi için gereken şartları ve standartları içeren,

- 16.06.2004 tarihli ve 25494 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği,

- 21.08.2001 tarihli ve 24500 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan Elektrik Tesislerinde topraklama Yönetmeliği

- 16.12.2009 tarih ve 27434 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan Elektrik Tesisleri Proje Yönetmeliği

- 02.10.2013 tarihli ve 28783 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğin Uygulanmasına Dair Tebliğ

- 06.11.2015 tarihli ve 29524 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan Elektrik üretim Tesisleri Kabul Yönetmeliği esasları ve dokümanları da kapsam dahilindedir.

2.2.4. Proje Fikrinin Kaynağı ve Uygunluğu

2023 Ocak ayı sonu itibariyle lisanssız elektrik kurulu gücün Mardin iline dağılımı 23,89 MWh olmuştur. Kurulu güçte 23,89 MWh'ın tamamının kaynağını güneş (fotovoltaik) oluşturmaktadır. Ocak 2023 dönemi Mardin lisanssız elektrik üretimi Türkiye dağılımı: %0,42'lik bir oran ile 2.720,95 MWh olup ve bu enerjinin tamamının kaynağı güneş enerji sistemleridir. Aynı dönemde elektrik enerjisi tüketimi toplamda 123.257,53 MWh 'tır. Mardin ilinde yapılması muhtemel tarımsal, sanayi tesisleri ve yatırımlarını destekleyecek, tüketime fayda sağlayacak ve maliyet girdilerini düşürecek faktör yenilenebilir enerjidir. Yüzer güneş enerji santrallerinin kurulum amacı gerekli enerji açığını azaltacak faaliyetlerden biri olmasıdır.

Tablo 3: Mardin Ocak 2023 Elektrik Enerjisi Tüketimi (MWh) (EPDK)

İller	Aydınlatma	Kamu ve Özel Hiz Sek ile Diğer	Mesken	Sanayi	Tarımsal Faaliyetler	Genel Toplam	Pay
MARDİN	5.726,24	33.394,43	48.011,86	26.222,79	9.902,21	123.257,53	0,59%

2.2.5. Projenin Sektörel ve/veya Bölgesel Kalkınma Amaçlarına (politika, plan ve programlar) Uygunluğu

Mardin Ticaret Odası ve DİKA iş birliği ile; doğayı koruyan, geleceği planlayan projelerle Mardin'e değer katacağını düşünerek bu projeye destek vermektedir. Bu kapsamda Mardin iline katma değeri olacak, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin kullanılacağı Ilısu Barajının üzerine Yüzer GES kurulumuna yönelik proje çevresel analizlerinin takip edilmesi, potansiyel olarak verimliliğin artırılması ve temiz enerjinin kullanılması adına kaynak ve kamusal stratejik planlara uygunluk teşkil edecektir. Mardin'in turizm ve tarım sektörlerinde önde gelen illerden olması beraberinde kurulacak olan YGES ile bütünlük sağlayacaktır. Proje yerli turistler için yenilenebilir enerji kapsamında bir örnek teşkil edecek, yabancı turistler içinse vizyoner olma niteliği taşıyarak yabancı yatırımcılara imkân ver fırsat yaratacaktır.

2.3. Projenin Genel Hedefi

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) projelerinin genel hedefi, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisini kullanarak temiz ve sürdürülebilir elektrik üretmektir. Projenin genel hedefi olarak; temiz enerji üretimi sağlayarak yüzer GES'in, fosil yakıtlara bağımlılığını azaltarak çevre dostu bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden elektrik üretmeyi amaçlar. Bu sayede, sera gazı emisyonlarının azaltılması

ve iklim değışikliğı ile mücadele edilmesi hedeflenir. Enerji arzının çeşitlendirilmesini sağlayarak yüzer GES'in enerji arzını çeşitlendirerek enerji güvenliğini artırmayı hedefler. Güneş enerjisi, her yerde mevcut olan ve sınırsız bir kaynak olduğu için yerel enerji üretimini destekler ve enerji arzının bağımsızlığını artırır. Su üzerinde etkin kullanımı sağlayarak yüzer GES projesi su üzerinde konumlandıkları için arazi kullanımını optimize ederler. Bu proje, su yüzeylerini etkin bir şekilde kullanarak arazi kullanımını üzerindeki baskıyı azaltır ve su üzerinde ekonomik bir faaliyet sağlar.

sürdürülebilir kalkınma sağlayarak yüzer GES projesinin sürdürülebilir kalkınma hedeflerini destekler. Temiz enerji üretimi ile çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği bir arada sağlamayı amaçlarlar. Bu sayede, yerel ekonomilere katkı sağlar ve toplumsal refahı artırır. Yüzer GES projesi, yerel ekonomilere katkı sağlayarak istihdam yaratır ve yerel ekonomik kalkınmayı teşvik eder. İnşaat, işletme ve bakım süreçlerinde yerel hizmet ve malzeme sağlayıcılarına olan talep artar ve bölgesel ekonomik büyümeyi destekler.

Yüzer GES projelerinin genel hedefi, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanarak enerji üretimini temiz, sürdürülebilir ve ekonomik olarak sağlamaktır. Bu hedef, çevresel koruma, enerji güvenliği ve ekonomik kalkınma gibi önemli alanlarda olumlu etkiler sağlamayı amaçlar.

2.4. Projenin Genel ve Özel Amacı

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), su üzerinde konumlandırılan güneş panelleri aracılığıyla güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Bu sistemlerin genel ve özel amaçları şunlardır:

Genel Amaçlar:

Yenilenebilir Enerji Üretimi: Yüzer GES projelerinin en önemli genel amacı, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisini kullanarak temiz elektrik

üretmektir. Bu şekilde, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmak ve sera gazı emisyonlarını azaltarak iklim değişikliğiyle mücadele etmek amaçlanmaktadır.

Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevresel Koruma: Yüzer GES projeleri, sürdürülebilir kalkınma hedeflerini desteklemektedir. Temiz enerji üretiminin yanı sıra, bu projeler çevre dostu bir teknoloji olarak kabul edilir ve doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunur.

Enerji Güvenliği ve Bağımsızlık: Yüzer GES projeleri, yerel enerji üretimini artırarak enerji güvenliğini sağlamaya yöneliktir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji arzının çeşitlendirilmesine ve bağımsızlığın artırılmasına katkıda bulunabilir.

Özel Amaçlar:

Su Kaynaklarını Koruma: Yüzer GES projeleri, su üzerinde konumlandıkları için su kaynaklarının korunmasına da katkıda bulunabilir. Kıyı alanlarında veya iç su kaynaklarında yer alabilirler ve bu bölgelerin ekosistemlerine minimum etkiyle enerji üretebilirler.

Su Yüzeylerini Etkin Kullanımı: Yüzer GES projeleri, su yüzeylerini daha etkin bir şekilde kullanarak arazi kullanımı üzerindeki baskıyı azaltabilirler. Özellikle su üzerinde tarım veya endüstriyel faaliyetlerin sınırlı olduğu alanlarda yüzer GES projelerinin kurulması, arazi kullanımı açısından avantajlı olabilir.

Toplumsal ve Ekonomik Gelişim: Yüzer GES projeleri, yerel ekonomilere katkı sağlayarak istihdam yaratma ve toplumsal kalkınmayı teşvik etme potansiyeline sahiptirler. Ayrıca, yerel enerji ihtiyacını karşılayarak enerjiye erişimi artırabilirler.

Yüzer GES projelerinin genel amacı, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanarak temiz ve sürdürülebilir enerji üretmek iken, özel amaçları ise proje konumuna ve yerel ihtiyaçlara göre değişebilir. Bu projeler, çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunmayı hedefler.

2.5. Projenin Hedef Aldığı Kesim

2.5.1. Hedef Gruplar

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), genellikle çeşitli gruplar ve paydaşlar tarafından hedeflenir ve etkilenir. Bu gruplar arasında şunlar bulunabilir:

Enerji Kullanıcıları: Yüzer GES projeleri, enerji tüketen endüstriler, işletmeler ve hane halkı gibi enerji kullanıcılarını hedefler. Temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen elektrik, bu gruplar için çevre dostu bir seçenek olarak görülür.

Yerel Topluluklar: Yüzer GES projeleri, kuruldukları bölgedeki yerel toplulukları etkiler. Projenin inşası ve işletilmesi sırasında, yerel ekonomiye, istihdama ve sosyal kalkınmaya katkı sağlarlar.

Çevre Koruma ve Sivil Toplum Kuruluşları (STK'lar): Yüzer GES projeleri, çevre koruma ve sürdürülebilirlik konularına duyarlı olan STK'ları hedefler. Temiz enerji üretimi ve sera gazı emisyonlarının azaltılması gibi çevresel faydalar sunarlar.

Hükümet ve Regülatör Kurumlar: Yüzer GES projeleri, hükümetlerin ve regülatör kurumların yenilenebilir enerji politikalarını ve hedeflerini destekler. Bu projeler, yerel, bölgesel ve ulusal düzeyde enerji politikalarının uygulanmasına katkıda bulunabilir.

Yatırımcılar ve Finans Kurumları: Yüzer GES projeleri, yenilenebilir enerji alanına yatırım yapmak isteyen yatırımcılar ve finans kurumlarını hedefler. Bu projeler, karlı ve çevresel olarak sürdürülebilir yatırım fırsatları olarak görülebilir.

Enerji Endüstrisi ve İşletmeler: Yüzer GES projeleri, enerji endüstrisi içerisinde yer alan şirketleri ve işletmeleri hedefler. Bu şirketler, temiz enerji üretimi ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş konusunda liderlik rolü üstlenmek isteyebilirler.

Yüzer GES projeleri, geniş bir paydaş yelpazesine etki eder ve farklı grupların çıkarlarına ve hedeflerine hitap eder. Temiz enerji üretimi ve çevresel sürdürülebilirlik sağlama amacıyla, bu projelerin paydaşlar arasında iş birliği ve iletişim önemlidir.

2.5.2. Nihai Faydalanıcılar

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), bir dizi nihai faydalanıcıyı etkileyebilir ve onlara doğrudan veya dolaylı yollarla fayda sağlayabilir. Bu nihai faydalanıcılar arasında şunlar bulunabilir:

Elektrik Tüketicileri: Yüzer GES projeleri, temiz ve yenilenebilir enerji üretirler ve bu elektrik tüketicileri tarafından kullanılır. Bu kişiler veya kuruluşlar, güneş enerjisi aracılığıyla elde edilen elektriği kullanarak enerji ihtiyaçlarını karşılarlar ve çevre dostu bir seçenekten yararlanırlar.

Endüstriler ve İşletmeler: Yüzer GES projeleri, endüstriyel tesisler, fabrikalar, ofis binaları ve diğer işletmeler için temiz enerji sağlarlar. Bu işletmeler, elektrik ihtiyaçlarını güneş enerjisiyle karşılayarak enerji maliyetlerini düşürebilirler ve çevresel sürdürülebilirliği artırabilirler.

Hükümet ve Toplum: Yüzer GES projeleri, hükümetlerin ve toplumun genel çıkarlarına hizmet ederler. Temiz enerji üretimi ile sera gazı emisyonlarının azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi ve iklim değişikliği ile mücadele gibi konularda fayda sağlarlar.

Çevre ve Ekosistemler: Yüzer GES projeleri, doğal çevrenin korunması ve ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından önemli bir rol oynayabilirler. Bu projeler, kara üzerindeki enerji tesislerine göre daha az doğal alanın kullanılmasını sağlarlar ve habitatların korunmasına katkıda bulunurlar.

İşletme Sahipleri ve Yatırımcılar: Yüzer GES projeleri, işletme sahipleri ve yatırımcılar için çeşitli faydalar sağlar. Bu projeler, karlı yatırım fırsatları sunarlar ve enerji sektöründeki değişen trendlere uyum sağlarlar.

Gelecek Nesiller: Yüzer GES projeleri, gelecek nesiller için de fayda sağlarlar. Temiz enerji üretimi ve çevresel sürdürülebilirlik, gelecek kuşaklara daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir çevre bırakılmasını sağlar.

Yüzer GES projelerinin nihai faydalanıcıları, projenin doğrudan etkilediği ve projenin sağladığı faydaları doğrudan deneyimleyen kişiler veya kuruluşlardır. Bu faydalanıcılar arasında elektrik tüketicileri, endüstriler, hükümetler, çevre ve ekosistemler, işletme sahipleri ve gelecek nesiller bulunmaktadır.

3. PROJE FİKRİNİN KAYNAĞI ve DAYANAKLARI

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) projelerinin kaynağı ve dayanakları genellikle çeşitli faktörlerden etkilenir. Söz konusu bu projelerin fikrinin kaynakları ve dayanakları şöyle izah edilebilir; yüzer GES projeleri genellikle devletin yenilenebilir enerji politikaları ve hedefleri ile uyumludur. Birçok ülke, temiz enerji üretimini teşvik etmek için çeşitli teşvikler, sübvansiyonlar ve yasal düzenlemeler sunmaktadır. Bu politikalar, yüzer GES projelerinin geliştirilmesini ve uygulanmasını teşvik eder. Artan çevresel ve sosyal bilinç, yenilenebilir enerji projelerine olan talebi artırmıştır. İklim değişikliği endişeleri, fosil yakıtların sınırlı kaynakları ve çevresel etkileri gibi faktörler, yüzer GES projelerinin geliştirilmesine yönelik bir itici güç olabilir. Güneş enerjisi teknolojisindeki sürekli ilerlemeler ve maliyetlerin düşmesi, yüzer GES projelerinin daha ekonomik hale gelmesini sağlamıştır. Gelişmiş fotovoltaiik PV paneller, daha verimli inverterler ve daha dayanıklı yüzer platformlar gibi teknolojik yenilikler, bu projelerin çekiciliğini artırmıştır. Yüzer GES projeleri, su yüzeylerinin etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayarak arazi kullanımı sorunlarına çözüm sunar. Su rezervuarları, göletler, barajlar ve maden havuzları gibi su yüzeyleri, güneş enerjisi üretimi için ideal bir ortam sağlar. Birçok bölgede enerji talebinin artması, yerel enerji üretimine olan ihtiyacı artırmıştır. Yüzer GES projeleri, yerel enerji ihtiyacını karşılayarak enerji bağımsızlığını artırabilir ve elektrik fiyatlarının istikrarını sağlayabilir. Yüzer GES projeleri, işletme sahipleri ve yatırımcılar için çekici ekonomik fırsatlar sunar. Karlı yatırım getirileri, uzun vadeli enerji alım anlaşmaları ve vergi teşvikleri gibi faktörler, bu projelerin finansmanını ve geliştirilmesini kolaylaştırabilir. Sonuç olarak yüzer GES projelerinin fikri, yukarıda belirtildiği gibi birçok kaynaktan beslenir ve bu faktörlerin bir kombinasyonu genellikle bu projelerin başarısını ve uygulanabilirliğini belirler. Bu projeler, çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar sağlama potansiyeline sahiptir ve bu nedenle genellikle çeşitli paydaşlar tarafından desteklenir.

3.1.Projenin Politika Dokümanlarına ve Yasal Mevzuatlara Uygunluğu

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) projelerinin politika dokümanlarına ve yasal mevzuatlara uygunluğu, projenin başarısı ve sürdürülebilirliği açısından son derece önemlidir. Bu uygunluk, projenin geliştirilmesi, izin alınması, finansman sağlanması ve işletilmesi aşamalarında dikkate alınmalıdır. İşte yüzer GES projelerinin politika dokümanlarına ve yasal mevzuatlara uygunluğunu sağlamak için alınması gereken bazı önlemler: Yüzer GES projeleri, bulundukları bölgeye bağlı olarak çeşitli yerel, ulusal ve uluslararası düzenlemelere tabidir. Bu düzenlemeler, çevresel etki değerlendirmesi, arazi kullanımı, su hakları, enerji izinleri, inşaat standartları ve güvenlik gereklilikleri gibi konuları kapsayabilir. Bu nedenle, projenin bu düzenlemelere uygunluğu sağlanmalı ve izin alınması gereken belgeler titizlikle hazırlanmalıdır. Yüzer GES projeleri, genellikle devletlerin ve yerel yönetimlerin yenilenebilir enerji politika ve stratejileriyle uyumlu olmalıdır. Bu politika ve stratejiler, temiz enerji üretimini teşvik etmek, sera gazı emisyonlarını azaltmak, enerji güvenliğini sağlamak ve ekonomik kalkınmayı desteklemek amacıyla oluşturulur. Projenin bu politika ve stratejilerle uyumlu olduğundan emin olunmalıdır. Yüzer GES projeleri, çevresel ve sosyal etkilerinin değerlendirilmesi için kapsamlı bir değerlendirme sürecinden geçmelidir. Bu süreç, proje alanının ekosistemler üzerindeki etkilerini, yerel toplulukları ve kültürel mirası nasıl etkilediğini değerlendirir. Politika dokümanları ve yasal mevzuatlar çerçevesinde gerekli düzeltmeler yapılmalı ve paydaşların görüşleri dikkate alınmalıdır. Yüzer GES projeleri genellikle çeşitli finansal düzenlemelere tabidir. Bu düzenlemeler, proje finansmanı, vergi teşvikleri, enerji fiyatlandırması ve ticaret mekanizmalarını kapsar. Projenin bu finansal düzenlemelere uygunluğu sağlanmalı ve finansman kaynakları doğru şekilde kullanılmalıdır. Yüzer GES projeleri, güncel teknoloji ve iş uygulamalarına uygun olmalıdır. Bu, projenin verimliliğini artırmak, maliyetleri düşürmek ve sürdürülebilirliği sağlamak için önemlidir. Yenilikçi teknolojilerin ve en iyi uygulamaların takip edilmesi gerekmektedir. Sonuç itibarıyla yüzer GES projelerinin

politika dokümanlarına ve yasal mevzuatlara uygunluğu, proje sürecinin her aşamasında önemlidir ve proje başarısını etkileyebilir. Bu nedenle, projenin planlama, geliştirme, izin alımı, finansman ve işletme süreçlerinde bu uygunluğun sağlanması büyük önem taşır.

3.2.Proje İhtiyacı/Talebi

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), genellikle çeşitli nedenlerle projelendirilir ve uygulanır. Ilısu barajı, Mardin, Şırnak ve Siirt il sınırlarında yer aldığından dolayı bu yüzer GES projesi bu iller bölgesinde; bireysel, ticari veya endüstriyel enerji tüketimini karşılamak için kurulabilir. Elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla, özellikle güneş enerjisinden yararlanmanın avantajlarından faydalanarak kurulan yüzer GES projeleri, enerji talebini karşılamak ve enerji güvenliğini artırmak için hizmet verir. Yüzer GES projeleri, çevresel etkiyi azaltmak, karbon ayak izini küçültmek ve sürdürülebilir enerji üretimine katkıda bulunmak için oluşturulabilir. Kuruluşlar, toplumlar veya hükümetler, çevresel bilinci artırmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi teşvik etmek amacıyla yüzer GES projelerini destekleyebilir. Kara üzerindeki arazi kullanımı kısıtlamaları veya arazi kıtlığı durumunda, su yüzeylerinde yüzer GES projeleri kurulabilir. Bu, arazi kullanımını optimize ederken temiz enerji üretimine olanak sağlar. Su rezervuarları, göletler veya barajlar gibi su kaynaklarının üzerinde yüzer GES projeleri kurulabilir. Bu projeler, su kaynaklarının üzerinde etkin bir şekilde güneş enerjisi kullanımına olanak sağlar. Yüzer GES projeleri, yerel ekonomik kalkınmayı teşvik eder ve bölgedeki iş imkanlarını artırabilir. İnşaat, montaj, işletme ve bakım aşamalarında istihdam sağlayarak yerel ekonomiye katkıda bulunurlar. Yüzer GES projeleri, yatırımcılar için çekici yatırım fırsatları sunabilir. Temiz enerjiye yönelik artan talep, yatırımcıların bu projelere ilgi göstermesine ve portföylerine yenilenebilir enerji varlıklarını eklemelerine yol açabilir. Bu gibi nedenlerle, yüzer GES projeleri genellikle enerji ihtiyacını karşılamak, çevresel etkileri azaltmak, arazi kısıtlamalarını

aşmak veya yerel ekonomik kalkınmayı teşvik etmek gibi belirli ihtiyaçları veya talepleri karşılamak için geliştirilir ve uygulanır.

3.3.Proje Alternatifleri

3.3.1. Projesiz Durum

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) projesiz durumda, genellikle şu durumlar olabilir: Yüzer GES projesi olmadan, enerji ihtiyacı genellikle geleneksel enerji kaynaklarına dayalı olarak karşılanır. Bu, fosil yakıtlara (kömür, doğal gaz, petrol) veya nükleer enerjiye dayalı olabilir. Ancak bu enerji kaynakları çevresel etkilere sahip olabilir ve iklim değişikliği gibi sorunlara katkıda bulunabilir. Yüzer GES projesi olmadan, kara üzerindeki arazi daha fazla kullanılabilir veya diğer amaçlar için kullanılabilir. Bu, tarım, sanayi, konut veya doğal alanlar gibi farklı amaçlar için kullanılabilir. Ancak bu, ekosistemlere, biyoçeşitliliğe ve doğal yaşam alanlarına zarar verebilir. Yüzer GES projesi olmadan, su yüzeyleri genellikle başka amaçlar için kullanılmaz. Su rezervuarları, göletler veya barajlar sadece su depolama veya sulama amaçları için kullanılabilir. Ancak yüzer GES projeleri olmadan, bu su yüzeyleri üzerinde güneş enerjisi kullanılamaz. Yüzer GES projesi olmadan, yenilenebilir enerji kaynakları daha az kullanılır veya hiç kullanılmaz. Bu durumda, fosil yakıtların kullanımı daha yaygın olabilir ve temiz enerji kaynaklarından yararlanma fırsatları kaçırılabilir. Yüzer GES projesi olmadan, ekonomik ve sosyal faydaların elde edilme potansiyeli azalabilir. Yüzer GES projeleri, yerel ekonomilere istihdam ve yatırım fırsatları sunabilirken, enerji maliyetlerini düşürerek yerel toplulukları destekleyebilir. Sonuç olarak, yüzer GES projesiz durumda, genellikle çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan bazı potansiyel faydalar kaçırılabilir veya sınırlı olabilir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı yüzer GES projelerinin geliştirilmesi, sürdürülebilirlik ve enerji güvenliği açısından önemli bir rol oynayabilir.

3.3.2. Bakım Onarım veya Tevzii Yatırımı

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), uzun vadeli sürdürülebilirlik ve verimlilik için düzenli bakım, onarım ve tevzi yatırımlarını gerektirebilir. Bu yatırımlar, sistemlerin çalışma performansını optimize etmek, işletme sürekliliğini sağlamak ve güvenilirliklerini artırmak amacıyla yapılır. Güneş panellerinin düzenli olarak temizlenmesi ve bakımı, verimliliği artırabilir. Yüzeylerde biriken toz, kir, yapraklar veya kuş pislikleri, güneş ışığının panellere ulaşmasını engelleyebilir ve verim kaybına neden olabilir. Bu nedenle, periyodik bakım ve temizlik rutinleri belirlenmeli ve uygulanmalıdır. İnverterler, kablolar, bağlantılar ve diğer elektrik ve elektronik bileşenlerin düzenli olarak kontrol edilmesi önemlidir. Potansiyel arızaların erken tespiti ve önlenmesi, sistem performansını ve güvenilirliğini artırabilir. Yüzer GES'in platformları, su yüzeyinde uzun süre maruz kaldıkları için düzenli bakım gerektirebilir. Platformların dengesi, stabilitesi ve su geçirmezliği düzenli olarak kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır. Güneş panelleri ve diğer bileşenlerden elde edilen verilerin düzenli olarak izlenmesi ve analiz edilmesi, sistem performansının değerlendirilmesine ve gerektiğinde iyileştirmelere olanak sağlar. Yüzer GES'in ömrü boyunca, bazı ekipmanların veya bileşenlerin değiştirilmesi veya yenilenmesi gerekebilir. Bu, eski veya işlevsiz ekipmanların tevzi edilmesini ve daha verimli veya güncel teknolojiye sahip ekipmanların kullanılmasını içerebilir. Yüzer GES'in çevresel etkilerinin düzenli olarak değerlendirilmesi ve iyileştirme önlemlerinin alınması önemlidir. Su kalitesi, su yaşamı ve ekosistemler üzerindeki etkilerin izlenmesi ve minimize edilmesi gerekebilir. Netice olarak, bu tür bakım, onarım ve tevzi yatırımları, yüzer GES'in uzun vadeli sürdürülebilirliği ve performansı için kritik öneme sahiptir. Düzenli olarak planlanmış ve uygulanmış bakım ve onarım programları, sistemin güvenilirliğini artırabilir ve işletme maliyetlerini azaltabilir.

3.3.3. En İyi İkinci Alternatif

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) için en iyi ikinci alternatif, genellikle proje yerine getirilirken dikkate alınan öncelikli kriterler ve belirlenmiş hedeflerin karşılanmasıyla belirlenir. Ancak, genel olarak yüzer GES için en iyi ikinci alternatifler şunlar olabilir: Yüzer GES projeleri su yüzeylerinde kurulduğu için, kara üzerinde güneş enerjisi sistemleri, yüzer sistemlerin en iyi ikinci alternatiflerinden biri olabilir. Kara üzerinde GES kurulumu, arazi kullanımını etkilemeden büyük ölçekli güneş enerjisi üretimine olanak sağlar. Ayrıca, kara üzerindeki sistemler genellikle daha kolay erişilebilir ve bakımı daha düşüktür. Teras üstü güneş enerjisi sistemleri, binaların çatılarında veya park edilebilir alanlarda kurulan sistemlerdir. Bu sistemler, arazi kullanımını optimize ederken güneş enerjisi üretimine olanak sağlar. Teras üstü sistemler, bina elektrik ihtiyaçlarını karşılamak veya şebekeye elektrik sağlamak için kullanılabilir. Bu alternatifler, yüzer GES projelerinin uygulanmasında veya mevcut sistemlerin optimize edilmesinde dikkate alınabilir. Karar verirken, belirlenen hedefler, bölgesel koşullar, çevresel etkiler ve ekonomik faktörler gibi bir dizi kriter göz önünde bulundurulmalıdır. Her bir alternatifin avantajları ve dezavantajları değerlendirilmeli ve projenin spesifik gereksinimlerine en uygun olan seçilmelidir.

3.3.4. En İyi Alternatif

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) ve kara üzerindeki güneş enerjisi sistemleri (GES), farklı avantajlara ve dezavantajlara sahip olabilirler. İki sistem türünü karşılaştırmak için çeşitli faktörler dikkate alınabilir:

Yüzer GES, su yüzeyleri üzerine kurulduğu için kara üzerindeki arazi kullanımını etkilemez. Bu, özellikle arazi kısıtlamaları veya arazi kullanımıyla ilgili sınırlamalar bulunan bölgelerde avantaj sağlar. Kara üzerindeki GES ise geniş arazi alanları gerektirebilir ve tarım, konut veya doğal yaşam alanları gibi diğer amaçlar için

kullanılan arazilerin işgal edilmesine neden olabilir. Yüzer GES, kara üzerindeki GES'e kıyasla genellikle daha az çevresel etkiye sahiptir. Kara üzerindeki sistemler, arazi kullanımıyla ilgili doğal habitatların ve ekosistemlerin bozulmasına neden olabilirken, yüzer GES su yüzeylerindeki ekosistemlere minimum etki yapar. Yüzer GES, su yüzeylerinde daha serin bir ortamda bulunduğu için güneş panellerinin verimliliğini artırabilir. Su buharlaşması nedeniyle panel sıcaklıklarının düşük kalması, panel verimliliğini artırabilir. Ancak kara üzerindeki GES, toprak veya çatı gibi daha sabit ve stabil bir zeminde bulunduğu için kurulum ve bakım açısından daha kolay olabilir. Yüzer GES sistemleri, su ortamında bulundukları için korozyon etkilere daha fazla maruz kalabilirler. Bu nedenle, yüzer GES sistemlerinin malzeme seçimi ve koruyucu kaplama gibi konularına daha fazla dikkat edilmesi gerekebilir. Kara üzerindeki GES sistemleri ise genellikle daha az korozyon etkilere maruz kalır. Yüzer GES sistemleri genellikle daha karmaşık kurulum gerektirebilir ve bu nedenle başlangıçta daha yüksek yatırım maliyetlerine sahip olabilirler. Ancak, kara üzerindeki GES sistemleri için arazi satın alımı veya kira maliyetleri gibi ek maliyetler düşünülmelidir.

Sonuç olarak, yüzer GES ve kara üzerindeki GES sistemleri farklı avantajlara sahiptir ve her birinin belirli koşullar altında tercih edilme nedenleri vardır. Projeye özgü ihtiyaçlar, yerel koşullar ve çevresel etkiler göz önüne alınarak en uygun seçenek belirlenmelidir.

3.4.Teknik Analiz ve Tasarım

3.4.1. Alternatifler, Yer Seçimi ve Arazi Maliyeti

3.4.1.1.Yüzer GES Kurulum Alanının Belirlenmesi

Ilısu Barajı’nda Yüzer GES kurulumunun yerinin seçimi için su seviyesi ve değişimi, gölgelenmesi ve topografyası detaylı incelenmiştir.

3.4.1.2.İndirme ve Montaj Alanlarının Belirlenmesi

Yüzer GES’in kurulacağı alanların belirlenmesinden sonra saha keşfine, rezervuar derinliği verilerine ve uydu görüntülerine göre malzeme indirme alanı ve Yüzer GES montaj alanı belirlenmiştir.

İndirme alanı seçiminde aşağıdaki maddelere dikkat edilerek seçilmiştir.

- Mevcut karayolunun olması
- Mevcut karayolunun nakliye araçlarına uygun olması
- İndirme ve depolama için gerekli uygun alanın bulunması
- İndirme noktasında araçların manevra mesafesinin bulunması
- Yüzer GES’in karada montajı için uygun alanın bulunması
- Kıyının Yüzer GES’in suya indirilebilecek veya indirme için platform kurulabilecek şekilde uygun olması
- Kıyının eğiminin düşük olması ve su seviye değişiminden az etkilenmesi
- Kıyıda montaj ve suya indirme için hafriyat çalışmasına uygun olması
- Yüzer GES’in kurulacağı alana yakın olması ve su üzerinde engel olmaması

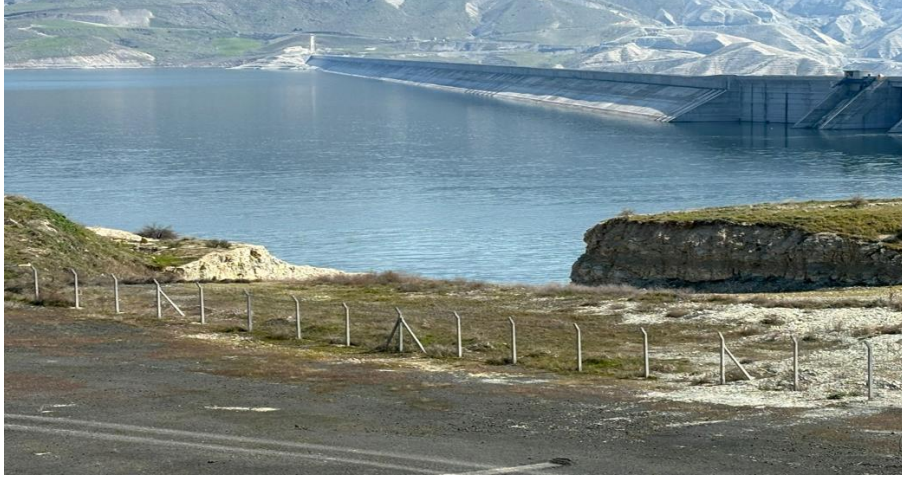
Saha gezisi sırasında yol, indirme ve montaj alanı için çekilen fotoğraflar Şekil 4,5 ve 6 ve gösterilmiştir.



Şekil 4: Malzeme indirme alanı



Şekil 5: Malzeme montaj alanı



Şekil 6: Malzeme indirme alanı yolu

Saha gezisi sırasında seçilen indirme alanından rezervuara inen bir yol bulunmaktadır. Kıyıda mevcutta bir çalışma yapılmış olduğunu göstermektedir.

3.4.2. Elektriksel Bağlantı Noktasının Belirlenmesi

Dargeçit Ilısu Barajı'na kurulacak Yüzer GES'in elektrik şebekesine bağlanacağı nokta belirlenirken mevcut tesisin altyapısı ve hatları incelenmiştir.

Kurulacak Yüzer GES'in Ilısu Baraj sahasında mevcut bulunan DSİ yerleşkesinin arkasında TEİAŞ'a ait 154/33 kV gerilim kademesiyle 25 MVA Transformatör kapasiteli bir indirici merkez bulunmaktadır. Yüzer GES'in üretim kapasitesi, baraj gölünden uzaklığı yaklaşık 4 km mesafede bulunan bu indirici merkezin fiderlerine enjekte edilecektir. Yüzer GES'in kurulu gücü 50 MW olduğundan dolayı söz konusu bu güç kapasitesinin maksimum şekilde şebekeye enjekte edilebilmesi için indirici merkeze olan 4 km'lik enerji nakil hattı (ENH) ve ayrıca ilave 25 MVA'lık bir Transformatör ve ona bağlı olduğu malzemeler göz önünde bulundurularak kurulum maliyetine eklenmelidir.



Şekil 7: Bağlantı Noktası

3.4.3. Kapasite Analizi ve Seçimi

Yüzer GES sistemleri kullanılarak tablo 4'teki yapılandırma dikkate alınmıştır; Güneye Bakan 144 Hücreli PV, Güneye Bakan 144 Hücreli PV, Tek Yönlü 144 Hücreli PV. 5MWac/6MWdc adalarının yüzer platform yerleşimleri tasarlanmış ve analiz edilmiştir. Hesaplama sonuçlarının bir özeti Tablo 4'de mevcuttur.

Tablo 4: Farklı Yerleşimlerin Analizi

YERLEŞİM	GÜNEY (CEPHE)									
	144 hücre	144 hücre	144 hücre	144 hücre	144 hücre	144 hücre	144 hücre	144 hücre	144 hücre	144 hücre
PV Modül Gücü (Watt)	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Modül Sayısı	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909
DC Güç (MW)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
PCF/WWF 144 Duba Sayısı	11,672	11,672	11,672	11,672	11,672	11,672	11,672	11,672	11,672	11,672
Panel Destek Aparatı	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909	10,909
Bağlantı Pinleri	45,512	45,512	45,512	45,512	45,512	45,512	45,512	45,512	45,512	45,512
Klipsler/Kelepçeler	43,636	43,636	43,636	43,636	43,636	43,636	43,636	43,636	43,636	43,636

Tabloda her bir PV modül için 550 W'lık planlanmış olup toplamda her bir ada için 10,909 adet modül kullanılarak 6 MW'lık DC güç ve dolayısıyla bu kapasite ile en etkin şekilde 5 MW'lık AC çıkış gücü elde edilecektir. Toplamda 10 adet ada ve her bir adanın AC çıkış gücü 5 MW'tır. Böylece $10 \times 5 \text{ MW} = 50 \text{ MW}$ AC çıkış gücü kapasitesi elde edilecektir. Söz konusu Yüzer GES adalarının duba sayısı, panel destek aparatları, bağlantı pinleri ve klipsler 6 MW'lık DC kurulu güçlerine istinaden tasarlanmıştır.

3.4.4. Alternatif Teknolojilerin Analizi ve Teknoloji Seçimi

3.4.4.1. Yüzdürücü Platform Teknolojileri ve Seçimi

Büyük ölçek Yüzer GES tesislerinin birçoğunun üstünde fotovoltaik (PV) modüllerin sabit bir eğim açısıyla montajı yapıldığı duba yüzdürücülere sahiptir. Söz konusu yüzer sistem, bütün bir ada olarak Polietilen Dubalardan, metal sistem yüzdürücülerden veya özel yüzdürücü membranlardan oluşabilir.

3.4.4.2. Polietilen Duba Sistemleri

Yüzer Güneş Enerjisi Santralleri (GES), güneş panellerinin su yüzeyinde yüzen platformlar üzerine monte edildiği sistemlerdir. Bu platformların stabilitesini sağlamak ve güneş panellerinin optimum performansını sağlamak için kullanılan bir yöntem polietilen dubaların kullanımudur. Polietilen dubalar, genellikle dayanıklı ve hafif yapıya sahip plastik malzemeden üretilen, silindirik biçimdeki yapı elemanlarıdır. Yüzer GES'lerde bu dubalar, genellikle platformun alt kısmına bağlanır ve platformun yüzeyde sabit kalmasını sağlar. Ayrıca, güneş panellerinin güneş ışığına en iyi şekilde maruz kalması için platformun yüzeyde tutulmasını sağlar.

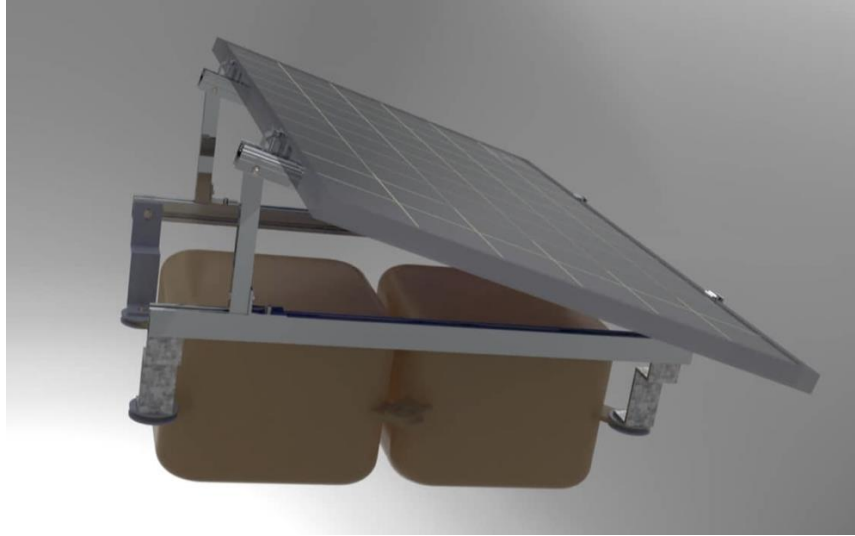
Polietilen dubaların yüzer GES'lerde kullanılmasının avantajları şu şekilde sıralanabilir:

Hafiflik ve Dayanıklılık: Polietilen malzemenin hafif olması, montajı kolaylaştırır ve dubaların taşınabilirliğini artırır. Aynı zamanda, dayanıklı bir malzeme olduğu için uzun süreli kullanım için uygundur.

Korozyon Direnci: Su ortamında kullanılan polietilen dubaların korozyona karşı dayanıklı olması önemlidir. Bu özellik, dubaların uzun ömürlü olmasını sağlar. Çevresel

Dostluk: Polietilen malzeme genellikle çevre dostu bir seçenektir. Geri dönüşüme uygun olması ve çevreye zarar veren kimyasallar içermemesi, yüzer GES'lerin çevresel sürdürülebilirliğini artırır.

Maliyet Etkinliği: Diğer malzemelere göre polietilen dubaların maliyeti genellikle daha düşüktür. Bu da yüzer GES projelerinin maliyetini azaltabilir. Polietilen dubalar, yüzer GES'lerin stabilitesini sağlamak ve güneş panellerinin performansını optimize etmek için önemli bir bileşen olarak kullanılmaktadır.



Şekil 8: Polietilen Duba

3.4.4.3.Ponton ve Metal Yapı Sistemleri

Yüzer GES santralleri, güneş panellerinin su yüzeyinde yüzen platformlar üzerine monte edildiği sistemlerdir. Bu platformların oluşturulmasında farklı malzemeler kullanılabilir. İki yaygın malzeme türü, pontonlar ve metal yapılar olarak öne çıkar. Pontonlar: Pontonlar, genellikle plastik veya fiberglastan yapılan yüzer platformlardır. Hafif ve dayanıklı olmaları, suyun yüzeyinde kolayca yüzebilmesini sağlar. Pontonlar, genellikle modüler yapıya sahiptir, bu da montajı kolaylaştırır ve istenilen boyutta ve şekilde özelleştirilebilirler. Ayrıca, pontonlar genellikle çevre dostu malzemelerden yapıldığı için su ortamına uygun bir seçenek olabilir. Metal Yapılar: Bazı yüzer GES tasarımlarında metal yapılar da kullanılabilir. Metal yapılar, çelik veya alüminyum gibi malzemelerden yapılabilir. Bu yapılar genellikle daha sağlam ve stabil bir yapı sunarlar. Ancak, metal yapılar genellikle daha ağır olabilir ve montajları daha karmaşık olabilir. Ayrıca, metal yapılar korozyona karşı korunmalıdır, aksi takdirde suya dayanıklılıkları azalabilir. Her iki malzeme türü de yüzer GES platformlarının stabilitesini sağlamak ve güneş panellerinin doğru konumlanmasını sağlamak için kullanılabilir. Hangi malzemenin tercih edileceği, projenin gereksinimlerine, bütçesine ve çevresel koşullarına bağlı olacaktır. Her iki durumda da güneş panellerinin en iyi performansı gösterebilmesi ve su üzerinde istikrarlı bir şekilde konumlanabilmesi için platformların tasarımı ve montajı dikkatle yapılmalıdır.



(a)



(b)

Şekil 9: (a) Beton Ponton, (b) Metal Yapı

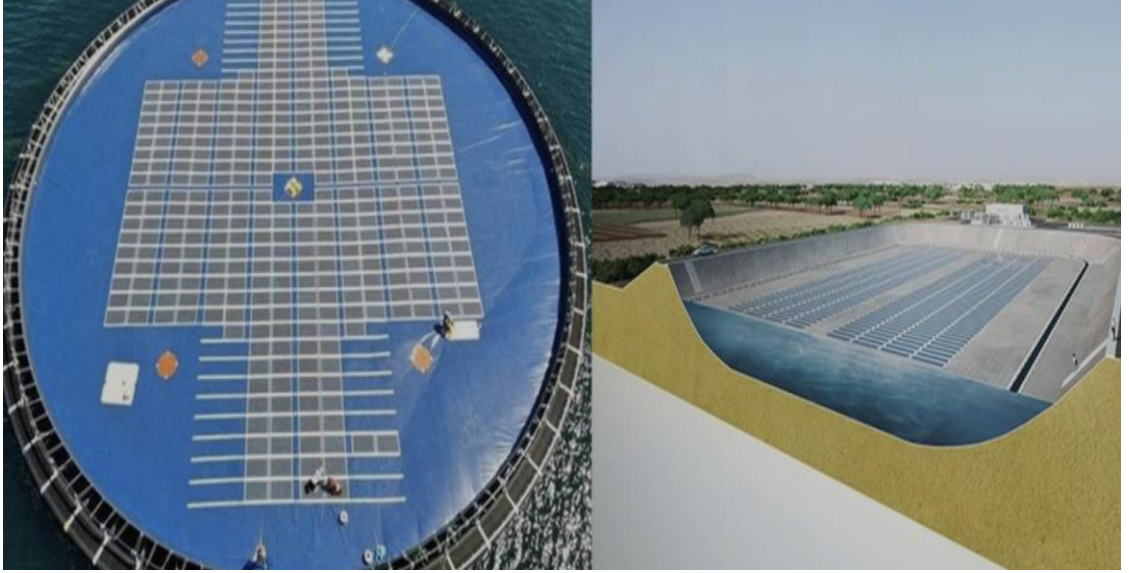
3.4.4.4. Membran Sistemleri

Yüzer GES santralleri, güneş panellerinin su yüzeyinde yüzen platformlar üzerine monte edildiği sistemlerdir. Bu platformların tasarımında ve yapısında çeşitli malzemeler kullanılabilir. Bu malzemelerden biri "membran" olarak adlandırılan özel bir türdür. Membranlar, genellikle dayanıklı ve esnek malzemelerden yapılmış kaplama veya örtü sistemleridir. Yüzer GES'lerde membranlar, platformun su yüzeyindeki kısmını kaplamak ve korumak için kullanılabilir. Bu membranlar, su geçirmez özelliklere sahiptir ve su yüzeyinde yüzen platformların suya dayanıklılığını artırır.

Membranlar, genellikle PVC (polivinil klorür) veya TPU (termoplastik poliüretan) gibi su geçirmez malzemelerden yapılmış olabilir. Bu malzemelerin esnekliği ve dayanıklılığı, yüzer GES platformlarının dalgalara ve çevresel etkilere karşı daha dayanıklı olmasını sağlar.

Membranlar ayrıca güneş panellerinin altında da kullanılabilir. Bu durumda, güneş panelleri üzerinde suyun buharlaşmasını önleyerek su kaybını azaltabilir ve panellerin performansını artırabilir. Yüzer GES membranları, platformların tasarımı ve yapısında

önemli bir rol oynar. Uygun bir şekilde seçilmiş ve kurulumu yapılmış membranlar, platformların su yüzeyinde uzun ömürlü ve güvenli bir şekilde kalmasını sağlar.



Şekil 10: Yüzer GES Membranı

Tablo 5: Yüzdürücü Platform Karşılaştırma Tablosu

Yüzdürücü Tipi	Dayanım	Modülerlik	Ortalama Birim Fiyat
Polietilen Duba	Orta-Yüksek	Yüksek	~0.22-0.27 €/Wp
Ponton ve Metal Yapı	Düşük-Orta	Orta-Yüksek	~0.22-0.25 €/Wp
Membran	Yüksek	Düşük-Orta	~0.35-0.45€/Wp

3.4.4.5.Yüzer Platformun Seçimi

Ilısu Barajı gölünün geniş olan rezervuar havzasından dolayı tüm su yüzeyini kaplamak için membran sistemi uygun değildir. Ponton ve metal yapılar ise genellikle su kanallarının daha dar ve küçük alanlarda kullanımı yaygın olduğundan Ilısu Baraj gölünde kullanımı pek uygun değildir.

Polietilen duba sistemleri bu tip baraj rezervuarlarında kullanımı yaygın, maliyetleri daha uygun ve oldukça dayanıklı olmasından dolayı riskleri de düşük olduğundan Ilısu Baraj rezervuarına kullanımı çok uygundur. Polietilen duba sistemleri, maliyet uygunluğu, su ve çevresel faktörlere olan dayanıklılığı ve dünya genelinde Yüzer GES projelerinde yaygın olarak kullanılması nedeniyle bu tip projelerin bel kemiğidir. Söz konusu Polietilen Duba Sistemlerinin diğer sistemlere kıyasla sahip olduğu fazlaca avantajlarından dolayı Dargeçit Ilısu Barajında bu sistemlerin uygulamada kullanılması için uygun görülmüştür.

3.4.4.6.Seçilen Yüzer Platformun Bağlantı Sistemleri ve Seçimi

Yüzer Güneş Enerjisi Santralleri (GES), güneş panellerinin su yüzeyinde yüzen platformlar üzerine monte edildiği sistemlerdir. Bu platformların stabilitesini sağlamak ve güneş panellerini düzgün bir şekilde konumlandırmak için çeşitli bağlantı sistemleri kullanılır. İşte yüzer GES'lerde yaygın olarak kullanılan bazı yüzer platform bağlantı sistemleri:

Kilitli Bağlantılar: Yüzer platformların birleşme noktalarında, panellerin birbirine sabitlenmesi için kilitli bağlantılar kullanılabilir. Bu bağlantılar genellikle sağlam ve güvenilir bir tutuş sağlar ve platformun su üzerinde stabil kalmasını sağlar.

Çelik Halatlar veya Zincirler: Yüzer platformların etrafında çelik halatlar veya zincirler kullanılarak platformların sabitlenmesi sağlanabilir. Bu halatlar veya zincirler genellikle

platformun etrafındaki sabit noktalara bağlanır ve platformun dalgalara karşı hareketini sınırlar.

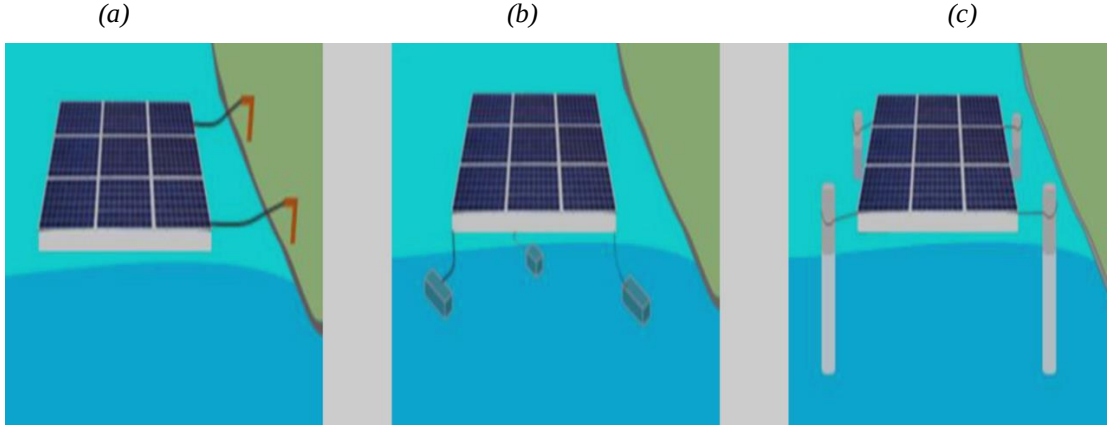
Rijit Bağlantılar: Bazı durumlarda, yüzer platformların alt kısmı sabit bir yapıya sahip olabilir ve bu yapıya panellerin doğrudan bağlanması gerekir. Bu durumda, rijit bağlantılar kullanılabilir. Rijit bağlantılar, platformun su yüzeyinde sabit kalmasını sağlar ve panellerin güneşe en iyi şekilde maruz kalmasını sağlar.

Esnek Bağlantılar: Dalgalı veya değişken su seviyelerine sahip alanlarda, esnek bağlantılar kullanılabilir. Bu bağlantılar, platformların su yüzeyinde hareket etmesine izin verirken, aynı zamanda güneş panellerinin stabil kalmasını sağlar.

Modüler Bağlantılar: Yüzer platformların modüler yapıları genellikle modüler bağlantı sistemleriyle bir araya getirilir. Bu sistemler, farklı platform parçalarının bir araya getirilmesini kolaylaştırır ve montaj sürecini hızlandırır.

Yüzer GES'lerde kullanılan bağlantı sistemleri, platformların güvenliği, dayanıklılığı ve performansı için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, doğru bağlantı sistemlerinin seçilmesi ve kurulumunun dikkatlice yapılması önemlidir. Yüzer GES sistemleri için tasarlanana açığa göre montaj yapılması, mevsimsel rüzgâr şiddeti ve dalga faktörlerini göz önünde bulundurarak sürdürülebilir bir şekilde demirlenmeli ve irtibatlandırılmalıdır.

Yüzer GES platformunu su yüzeyinde stabil tutmanın sistem koşullarına göre üç farklı yöntemi vardır: Zemin ankrajı (bottom anchoring), kıyı ankrajı (bank anchoring), kazığa bağlantı (pile anchoring). Ankraj sistemi, stres seviyelerine ve su seviyesindeki değişikliklere uyum sağlayacak şekilde tasarla şekil 11'de farklı yöntemde bağlantı şekilleri gösterilmiştir.



Şekil 11: Yüzer GES Bağlantı Metotları

3.4.4.7. Yüzer GES Platform Bağlantı Metodu Seçimi

Yüzer GES sistemlerinde, Demirleme ve bağlama metodunun seçimi; su derinliği, su seviyesi değişimi, rüzgâr yükü ve şamandıra tipi gibi faktörlere bağlıdır.

Dargeçit Ilısu barajı su derinliğinde, büyük bir derinliğe ve nispeten büyük bir varyasyona sahiptir. Söz konusu Yüzer GES platformunun, su seviyesinin düşmesi nedeniyle demirleme sistemi gevşeyerek düşey ve yatay düzlemlerde hareket edecektir. Bu durumlarda, halat ya da zincir sistemiyle sabitlenmiş bir yüzer GES hareket etmeye başladığında baraj gölünün doğasına zarar vermese de büyük bir olasılıkla yüzer GES sisteminin bütünüyle tehlikeye sokacaktır.

Bu gerekçelerle seçilen metot, polyester tipi halat ve zincirlerden meydana gelen hibrit bir demirleme sistemi kullanılarak, barajın nehir yatağında zemin ankraj tipi ile bağlantı yapılması uygun görülmüştür. Böylece kullanılan zemin ankraj tipi sistemiyle Yüzer GES platformunun iklim koşullarına ve su derinliği değişimine adapte olmasını sağlayacaktır.

3.4.4.8. Fotovoltaik (PV) Panel Teknolojileri ve Seçimi

PV (Fotovoltaik) paneller, güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştüren cihazlardır. PV panelleri, güneş enerjisini kullanarak elektrik üretmek için kullanılan temel bileşenlerdir. İşte PV panelleri hakkında daha fazla bilgi:

Çalışma Prensibi: PV paneller, fotovoltaik etkiye dayanarak çalışır. Bu etki, güneş ışığının yarı iletken malzemeler içinde elektrik potansiyel farkı yaratmasıdır. Bu potansiyel farkı elektrik akımına dönüştürerek elektrik üretilir.

Yapısı: Bir PV paneli genellikle bir dizi fotovoltaik hücreden oluşur. Her bir hücre, iki ince silikon tabakası arasında bulunan bir yarı iletken malzemeden yapılır. Bu hücreler genellikle silikon temelli malzemeler kullanılarak üretilir.

Üretim Malzemeleri: PV panelleri, genellikle silikon tabanlı malzemeler kullanılarak üretilir. Bu malzemelerin kristalinin yapısı ve işlenme yöntemine göre farklı türleri bulunmaktadır. Kristalinin yapısı bakımından en yaygın üç tür PV panel bulunmaktadır: monokristalin, polikristalin ve amorf (veya ince film) paneller.

Verimlilik: PV panellerinin verimliliği, güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürme yetenekleriyle belirlenir. Bu, panellerin yüzey alanı, güneş ışığına maruz kalma süresi, panelin temizliği ve çalışma sıcaklığı gibi faktörlere bağlıdır. Gelişen teknoloji ile birlikte, PV panellerinin verimliliği artmaktadır.

Uygulama Alanları: PV panelleri geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Evlerde, işletmelerde ve endüstriyel tesislerde elektrik üretimi için kullanılır. Ayrıca, uzay araçlarından cep telefonlarına kadar birçok cihazda güç sağlamak için de kullanılırlar.

Çevresel Etkiler: PV panelleri, elektrik üretiminde fosil yakıtların kullanımını azaltarak çevresel etkilere karşı bir alternatif sunar. Ancak, üretimde kullanılan malzemelerin işlenmesi ve geri dönüşümü gibi konular da dikkate alınmalıdır.

PV panelleri, temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak, dünya genelinde enerji dönüşümünde önemli bir rol oynamaktadır.

Tablo 6: Fotovoltaik (PV) Modül tipleri ve karşılaştırma tablosu

	PERC	Monokristal	Polikristal	İnce Film
Başlangıç Maliyeti	En Yüksek	Yüksek	Orta	Az
Yatırım Getirisi	En Yüksek	Yüksek	Orta	Az
Verimlilik	25-30%	20-25%	15-17%	6-14%
Avantajlar	En verimli güneş paneli. Yüksek güç çıkışı.	PERC panellere göre daha düşük fiyat. Isıya dayanıklı.	Fiyat performans ve güç bakımından orta seçenek.	En düşük maliyet. Kolay kurulum.
Dezavantajlar	Yüksek başlangıç maliyeti.	Yüksek karbon ayak izi. Maliyetli.	Düşük ısı dayanıklılığı. Sıcak ortamlara uygun değil.	Kristal panellere göre daha kısa kullanım ömrü. Düşük verimlilik.

En yüksek pazar büyüklüğüne sahip hücre tipi Polikristalin modül ve ikinci sırada onu izleyen en yüksek pazar büyüklüğüne sahip Monokristalindir. En düşük pazar payına sahip modül ise ince film modülüdür. PV modülün hücresinin pazar hacmi fiyatı ve arz termin sürecini olumlu yönde etkiler, Polikristalin veya Monokristal hücre tiplerini kullanan modüllerin temini kolaydır ve maliyet analizinde rekabet halindedir.

Yapılan analizler sonunda, söz konusu Ilısu Barajı için kullanılması öngörülen PV Modül teknolojisi Monokristalindir. Çünkü yıllar içinde daha düşük bozunmaya sahiptir ve birim alandaki en yüksek güce sahiptir. Tablo 8’de de görüldüğü gibi Monokristal PV (Fotovoltaik) paneller birçok yönden avantajı olması nedeniyle projede bu PV modülün kullanılması uygun görülmüştür.

Monokristal PV (Fotovoltaik) modüller, tek bir büyük silikon kristalinden yapılan fotovoltaik hücreler kullanılarak üretilir. Bu paneller, diğer türlerle karşılaştırıldığında bazı avantajlara sahiptir. İşte monokristal PV panelleri hakkında daha fazla bilgi:

Tek Kristal Yapısı: Monokristal PV panelleri, her bir hücrenin tek bir büyük silikon kristalinden oluşmasıyla karakterizedir. Bu, hücrelerin daha homojen bir yapıya ve daha yüksek bir performansa sahip olmasını sağlar.

Yüksek Verimlilik: Monokristal paneller, diğer türlerle karşılaştırıldığında genellikle daha yüksek bir verimliliğe sahiptir. Tek kristal yapısı, güneş ışığını daha etkin bir şekilde elektriğe dönüştürmeye yardımcı olur.

Daha Uzun Ömür: Monokristal panellerin genellikle daha uzun bir ömrü vardır. Bu, panellerin dayanıklılığını artırır ve uzun vadeli yatırımlar için daha cazip hale getirir.

Daha İyi Performans Güneş Azlığında: Monokristal paneller, düşük ışık koşullarında (örneğin, bulutlu günlerde veya sabah/akşam saatlerinde) daha iyi performans gösterebilir. Bu, panellerin çeşitli iklim koşullarında daha güvenilir bir performans sunmasını sağlar.

Daha Yüksek Maliyet: Monokristal paneller, diğer türlerle karşılaştırıldığında genellikle daha yüksek bir maliyetle gelir. Bunun nedeni, üretim sürecinin daha karmaşık olması ve tek kristal silikonun daha pahalı olmasıdır.

Alan Verimliliği: Monokristal paneller, alan verimliliği açısından diğer türlerle kıyaslandığında genellikle daha yüksek bir verime sahiptir. Bu, daha az alan kaplayarak aynı miktarda elektrik üretmeye olanak tanır.

Monokristal PV panelleri, yüksek performans, uzun ömür ve düşük ışık koşullarında iyi performans gibi avantajları nedeniyle birçok uygulama için tercih edilen bir seçenektir. Bazı PV modül tipleri çerçevesiz olarak imal edilmektedir. Bu tip PV modüllerin imal şekli; polietilen tabanlı alt tabaka ve cam tasarımı yerine cam-cam tasarımı şeklinde üretilir. Su yüzeyinde minimum metal ekipmana izin verdiği ve panellerin topraklama ihtiyacını ortadan kaldırdığı için Yüzer GES kurulumu için çerçevesiz PV modül tipleri tercih edilir, ancak çerçevesiz PV modüllerinin fiyatları daha yüksektir ve bu nedenle PV'nin çerçevesine ilişkin karar detaylı satın alma aşamasında fiyat avantajı esas alınarak yapılması tavsiye edilir. (MUSKİ 2020).

Cam-cam PV modülleri, modüllerin arkasına düşen yansıtıcı ışıktan enerji üretimine izin verir, bu tip modüle iki yüzöl (Bifacial) modüller denir. Suyun geri yansıtma özelliğı oldukça düşük olması nedeniyle yüzer GES kurulumları için iki yüzöl (bifacial) paneller tavsiye edilmez.

Monokristal PV panelleri, şebeke ölçekli uygulamalarda kullanılan PV modülleri standart boylarda 144 hücreli ve maksimum 550 W çıkış gücü olarak üretilmektedir. Bu paneller daha yüksek verimlilik, güç ve pazar hacmine sahiptir. 144 hücreli PV modüllerinin tercih edilmesinin diğ er nedenleri Yüzer GES Platform Yerleşimi Seçimi bölümünde açıklanacaktır.

Özet olarak, PV modülleri için seçilen teknoloji Monokristalin 144 hücre çerçevesi veya çerçevesiz PV modülüdür.

3.4.4.9.GES İnverter Teknolojileri ve Seçimi

Güneş Enerjisi Sistemi (GES) inverteri, güneş panellerinden gelen doğru akımı (DC) elektriğini evlerde ve iş yerlerinde kullanılmak üzere alternatif akıma (AC) dönüştüren bir cihazdır. İnverterler, güneş panellerinin ürettiğı elektriğı evde veya ticari bir binada kullanılabilecek şekilde uygun hale getirir. İşte GES inverterleri hakkında daha fazla bilgi:

DC Akımı Çevirme: Güneş panelleri, güneş ışığını doğru akıma (DC) dönüştürür. Ancak, birçok ev ve işyeri elektrik sistemi alternatif akım (AC) elektriğı dayalı olduğundan, bu DC elektriğı AC'ye dönüştürmek gereklidir. İşte burada inverter devreye girer.

Güç Dönüşümü: GES inverteri, güneş panellerinden gelen DC elektriğı AC'ye dönüştürür. Bu dönüşüm sırasında, genellikle panellerin ürettiğı DC elektriğ in gerilim seviyesi değiştirilir ve istenen AC elektrik gücüne uygun hale getirilir.

Güvenlik ve Koruma: İnverterler, aşırı gerilim, aşırı akım ve diğ er güvenlik endişelerine karşı koruma sağlamak için genellikle dahili koruma özelliklerine sahiptir.

Bu, güneş panelleri ve diğer elektrik ekipmanlarının güvenli ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlar.

İzleme ve Veri Toplama: Bazı GES inverterleri, güneş panellerinin performansını izlemek ve veri toplamak için entegre izleme sistemlerine sahiptir. Bu, sistemin performansını optimize etmek ve arıza durumlarını tanımlamak için önemli bir araç sağlar.

Çeşitli Boyutlar ve Kapasiteler: GES inverterleri, farklı güç kapasitelerinde ve boyutlarda bulunabilir. Bu, farklı ölçeklerdeki güneş enerjisi sistemlerine uygun inverter seçeneklerinin bulunmasını sağlar.

Merkezi ve Dizilim İnverterleri: GES inverterleri, merkezi (tek büyük inverter) veya dizilim (her panel için küçük bir inverter) yapıda olabilir. Merkezi inverterler genellikle daha büyük sistemler için kullanılırken, dizilim inverterleri daha küçük sistemler veya modüler kurulumlar için daha uygundur.

GES inverterleri, güneş enerjisi sistemlerinin temel bileşenlerinden biridir ve güneş panellerinden elde edilen elektriği kullanılabilir elektrik enerjisine dönüştürme sürecini sağlar. Bu inverterlerin doğru şekilde seçilmesi ve kurulması, sistem performansı ve güvenilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Merkezi inverterler, işletme, bakım ve işçilik maliyetlerini en aza indirmek için bu proje için uygun seçilebilecek inverter teknolojisidir. İnverterler, su yüzeyindeki mevcut olan özel şamandıralar üzerinde yüksek gerilim trafoları ile yerleşimi yapılacaktır.

3.4.5. Yüzer GES Projesi için Seçilen Teknolojinin Teknik Analizi, Koruma Önlemleri ve Maliyet Analizi

3.4.6. Teknik Tasarım

3.4.6.1.PV- İnverter Konfigürasyonu

5MWac/6MWdc (%120 DC/AC yüklenme oranı) sisteminin teknik tasarımı için monokristalin PV modülleri ve merkezi inverterler kullanılmıştır. Enerji verimi analizinde kullanılmak amacıyla temel bir Yüzer GES tasarımı gerçekleştirilmiştir.

4.1.3. İklim (yağış oranı, nem, sıcaklık, rüzgâr vb.) bölümünde incelenen sıcaklık verisine göre Mardin ilinde en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 42°C ve en düşük sıcaklık Şubat ayında -14°C ölçülmüştür. En düşük sıcaklığın gece ölçüldüğü bilgisi verilmiştir. Ancak, inverterlerin çalışma sıcaklığı -35°C ile 65°C arasında çalışabilmektedir ve çevresel sıcaklıklarda ise en yüksek 85°C ve en düşük -45°C derecede çalışabildiği için proje için bu değerler göz önünde bulundurulacaktır.

Monokristal PV Modülleri, büyük ölçekli PV uygulamalarında en aygın ve ticari olarak en iyi fiyat performansına sahip olduğu için seçimi uygun görülmüştür. CW Enerjinin 550W-144 hücre Modülleri referans amaçlı kullanılmıştır.

Transformatörlerle entegrasyon halinde olacak Merkezi İnverterler, büyük ölçekli PV projeleri için en uygun ve ticari açıdan iyi fiyat performansına sahip olduğu için seçilmiştir. Sungrow'un SG2000/2500 inverter modeli referans amaçlı kullanılmıştır. Her 5MWac/6MWdc Yüzer GES, gerekli güç kapasitesine ulaşmak için bu PV-İnverter konfigürasyonunun iki özdeş bloğundan oluşacaktır. Her bir inverter (2.5MWac) için konfigürasyon detayı tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7: Fotovoltaik (PV) Modül tipleri ve karşılaştırma tablosu

PV -Inverter Konfigürasyonu	
PV Modül Gücü	550 Wp
Seri Bağlı Panel Sayısı	18
Toplama Panosu Başına Dizi Sayısı	12
Inverter Başına Toplama Panosu Sayısı	25
Toplam Modül Sayısı	10,909
Maksimum DC Güç	5.99MWp
Inverter Sayısı	2
Maksimum AC Güç	5 MW
Inverter Yükleme Oranı	1.2

Seçilmesi öngörülen bileşenlerin teknik özellikleri tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8: Yüzer GES sisteminin bileşenlerinin teknik özellikleri

Özellikler	Değerler
PV Modül	
Marka / Model	CWT 550-530Wp M10 144 Percmono Half-Cut Multi Busbar
Maksimum Güç	550Wp
Modül Verimliliği	%21.28
Maximum Sistem Gerilimi	1500V DC
Boyut	2279x1134x35mm
Hücre Tipi	Mono-kristal PERC
Çalışma Sıcaklığı	-40°C~+85°C
Sıcaklık Katsayısı - P_{Max}	-0.350%/°C
Sıcaklık Katsayısı - V_{oc}	-0.270%/°C
Sıcaklık Katsayısı - I_{sc}	0.050%/°C
Ürün Garantisi	12 Yıl
Lineer Performans Garantisi	30 Yıl
Inverter	
Marka / Model	Sungrow / SG2500
Maksimum AC Güç Çıkışı	2520 kW
Nominal AC Gerilim	288 ~ 414V
Frekans	50, 60Hz
Toplam Harmonik Bozulma	<3% (nominal güçte)
Maksimum PV Giriş Akımı	4444A
Maksimum PV Giriş Gerilimi	1000V
Minimum PV Giriş Gerilimi	500V
MPP DC Gerilim Aralığı	520 ~ 850V
EU Verimlilik	98.7%

3.4.6.2.Yüzer Platform Tasarımı

Yüzer GES platformu için polietilen duba seçilmesi öngörülmüştür. Söz konusu bu fizibilite raporu için TYT firmasının HydroSolar Seri 3 sistemi uygun görülmüştür. Tablo 9’da sistemin temel özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 9: Yüzer GES platformunun teknik özellikleri

Model	HydroSolar Seri 3
Uygun Alan	Göl, Baraj, Antma Tesisleri
Materyal	HDPE – Yüksek Yoğunluklu Polietilen (UV Katkılı)
Bağlantı Sistemi	HydroSolar Adaptif Bağlantı Sistemi (Sahaya özel tasarım)
Modül	Çerçevesiz/Çerçevesiz, 144 Hücre
Eğim	13°
Renk	Bej, gri ve özel sipariş

3.4.6.3.Yüzer GES Platform Bileşenleri

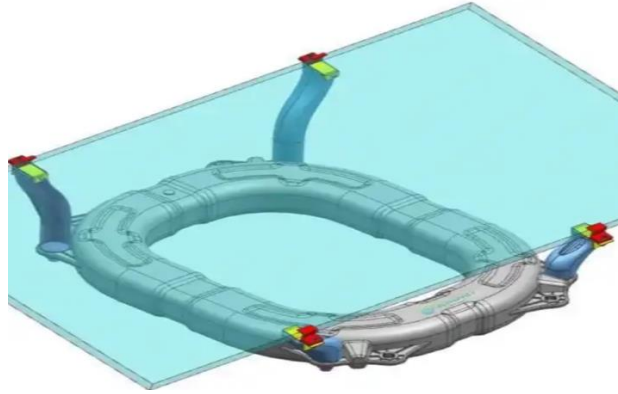
Yüzer GES platform, HDPE malzemeden üretilen modüller, ışığa, ve mor-ötesi (UV) ışınlarına dayanıklı bileşenlerden oluşur. Bu proje kapsamında panel taşıyıcı duba, panel destekleri, yürüme yolu dubaları, bağlantı şamandıraları ve bağlantı pimlerinden oluşan yüzen bir GES platformu kullanılacaktır.

3.4.6.4.Panel Taşıyıcı Duba ve Yürüme Yolu Dubası

Panel Taşıyıcı Duba ve Yürüme Yolu Dubası, yüzer güneş enerjisi sistemlerinde kullanılan önemli bileşenlerdir.

Panel Taşıyıcı Duba: Bu dubalar, güneş panellerinin monte edildiği ve desteklendiği yapısal elemanlardır. Genellikle su üzerinde yüzen platformların altında bulunurlar ve

güneş panellerini taşıyarak su yüzeyinde stabil bir şekilde kalmasını sağlarlar. Panel taşıyıcı dubalar, genellikle dayanıklı ve suya dayanıklı malzemelerden yapılmıştır ve panellerin güneş ışığına en iyi şekilde maruz kalmasını sağlamak için uygun bir konumda yer alırlar.



Şekil 12: Yüzer GES panel taşıyıcı duba

Yürüme Yolu Dubası: Bu dubalar, güneş panellerinin bakımı ve erişimi için kullanılan yürüme yollarını desteklemek için kullanılır. Güneş panellerinin üzerinde bakım yapmak veya temizlemek için erişilebilir bir yüzey sağlamak amacıyla su üzerinde düzenli aralıklarla yerleştirilirler. Yürüme yolu dubaları, platformun su yüzeyinde sabit kalmasını sağlayan panel taşıyıcı dubalarla birlikte kullanılır.

Bu dubalar, yüzer güneş enerjisi sistemlerinin güvenilirliğini ve performansını artırmak için önemli bir rol oynarlar. Dayanıklı malzemelerden üretilmiş olmaları ve doğru bir şekilde monte edilmiş olmaları, sistemlerin uzun süreli kullanımını sağlar. Ayrıca, güneş panellerinin bakımı ve temizliği için erişilebilirlik sağlayarak sistem yönetimini kolaylaştırırlar



Şekil 13: Yüzer GES yürüme yolu dubası

Bağlantı Dubası: Yürüme yolu dubalarına benzer şekilde, bağlantı dubaları, göl, baraj gölü ve deniz yüzeylerinde oluşabilecek gelgit, dalga ve fırtınalar sırasında sistemin bütünlüğünü korumak için özel olarak tasarlanmıştır. Bağlantı dubaları, yalnızca arka arkaya panel taşıyıcı dubaları bağlamak için doğu batı eksenli panel yerleşimlerinde kullanılır.



Şekil 14: Yüzer GES bağlantı dubası

3.4.6.5. Yüzer Platform Bağlantısı

Panel taşıyıcı, yürüme yolu ve bağlantı dubaları, dayanıklı, elastik, UV korumalı polikarbonat malzemelerden üretilen bağlantı pimleri ile bağlanır. Bu bağlantı pimleri, her bir dubanın köşelerine yerleştirilen karelere kilitlenir ve daha sonra somunlarla sıkılır.

PV modülü kelepçeleri, modülleri dubalara sabitlemek için SI304 paslanmaz çelikten imal edilmiştir. Bu kısım hem tatlı su hem de tuzlu suyun oksidasyonuna ve korozyonuna karşı dayanıklıdır ve yüksek rüzgâr hızlarında bile 30 yıllık bir ömre sahiptir. Her PV modülü için dört kelepçe kullanılır.

3.4.6.6. Yüzer Platform Özellikleri

Yüzer GES platformunun teknik özellikleri Tablo 10’te verilmiştir.

Tablo 10: Yüzer Platformun Teknik Özellikleri

Component	İşlev	Boyut ExBxY (mm)	Yüzdürme Kapasitesi (Kg)	Çalışma Sıcaklığı	Dayanıklılık	Materyal
PCF/WWF-144	Destek	1332x887x150	60	-40 ~ +80°C	200,000 dinamik yük döngüsü	HDPE
PS (Kısa)	Destek	R150x600	-			
PS (Uzun)	Destek	R200x900	-			
CF-144	Destek	1332x407x200	65			
FCP	Bağlantı	R90x296	-			

İnverterler ve transformatörlerin su yüzeyine yerleştirmeleri söz konusu olacaksa öngörülen yüzer platformun özellikleri Tablo 11’teki gibi olacaktır.

Tablo 11: İnveter ve Transformatör Yüzer Platformun Teknik Özellikleri

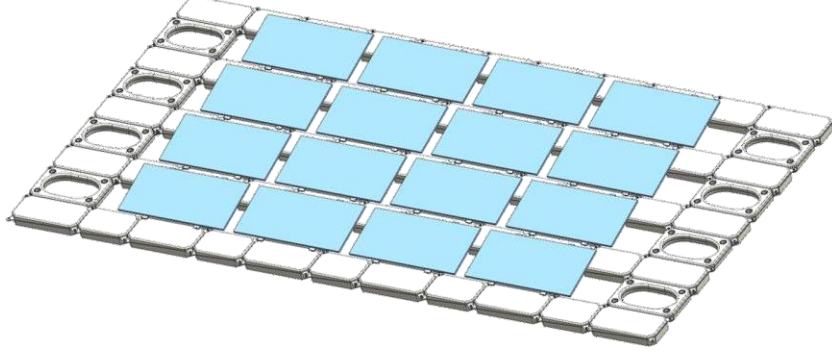
Özellikler	Değerler
Taşıma Kapasitesi	40 t
Yükseklik	0,87 m
Rüzgar Hızı	30 m/s
Dalga Yüksekliği	2 m
Güvenli Eğilme Açısı	3°
Maksimum Eğilme Açısı	10°
Güvenlik Kompartımanı Sayısı	15
B&O Giriş Kapısı Sayısı	15
Kaplama Kalınlığı	≥320µm

3.4.6.7.Yüzer GES Platform Konfigürasyonu

Yüzer GES platformu, PV modüllerin azimut açısı yönüne göre iki ayrı türden konfigürasyonları yapılandırılabilir. Ayrıca, polietilen dubalar, 144 Hücre PV modülleriyle kullanılmaktadır.

3.4.6.8. Sabit Azimut Açılı Yerleşim

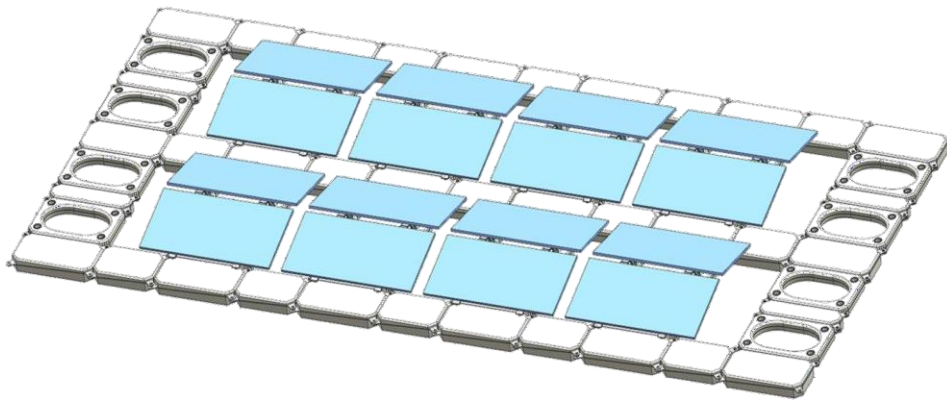
Sabit azimutlu yerleşim, güneş panellerinin sabit bir pozisyonda ve sabit bir açıda konumlandırıldığı bir güneş enerjisi sistemidir. Bu yerleşim tipinde, güneş panelleri gün boyunca güneşe doğru sabit bir yönde bakar ve genellikle tek bir eksen etrafında dönmezler. Sabit azimutlu yerleşimler genellikle küçük ölçekli güneş enerjisi sistemlerinde kullanılır ve özellikle düşük maliyet ve basitlik açısından avantajlıdır. Şekil 15’de sabit azimut açılı yüzer GES platformu gösterilmiştir.



Şekil 15: Sabit azimut açılı Yüzer GES yerleşimi

3.4.6.9. İki Eksenli Yerleşim

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), güneş panellerinin su üzerinde yüzen platformlar üzerine monte edildiği sistemlerdir. İki eksenli yerleşim, güneş panellerinin iki ayrı eksen etrafında dönerek güneşe en iyi şekilde yönlendirildiği bir güneş enerjisi sistemidir. Bu yerleşim türü, güneş panellerinin maksimum güneş ışığına maruz kalmasını sağlamak için panellerin hem yatay hem de dikey eksenlerde hareket etmesine olanak tanır. Şekil 16’de iki eksenli açılı yüzer GES platformu gösterilmiştir.



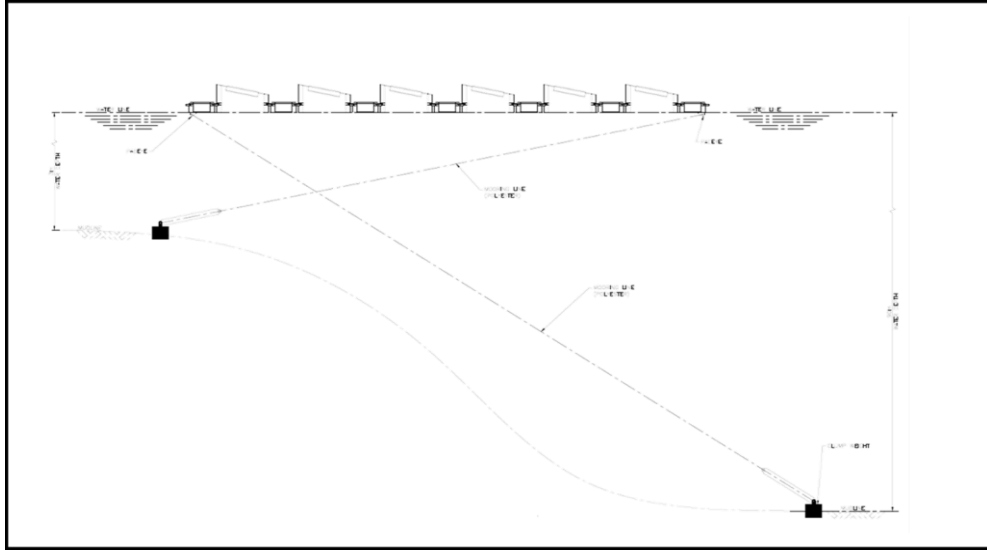
Şekil 16: İki eksenli Yüzer GES yerleşimi

3.4.7. Bağlantı Sistemi Tasarımı

Ankraj bağlama sistemi için hibrit bir bağlantı halatı ile zemin ankraj sistemi seçilmiştir.

Bu ön tasarım, saha koşullarının ön çalışmasına dayanarak yapılmıştır.

- Maksimum 125 metre Su Derinliği.
 - Su seviyesindeki nispeten büyük değişiklikler.
 - Deniz seviyesinden maksimum su yüksekliği 525 metre ve minimum 500 metre.
 - Günlük ortalama su yüksekliği değişiminde 15-40 cm.
 - Ortalama rüzgar hızı 6 m/s ve maksimum rüzgar hızı 30 m/s. Baskın rüzgar yönü batı.
- 5MW'lık Yüzer GES'in bir ada için sabitleme ve bağlama sistemi konfigürasyonları şekil 17'te verilmiştir.



Şekil 17: Yüzer GES ankraj bağlantı konfigürasyonu

5MW'lık Yüzer GES adasının su altında bağlantıları için kullanılacak komponentlerin listesi tablo 12'te verilmiştir.

Tablo 12: Su altı bağlantı sistem komponentleri

Komponent	Adet	Birim
Polyester Halat (60 mm)	4,500	m
Zincir (Paslanmaz çelik 26 mm)	615	m
Beton Tono - 3.5 Ton	12	Adet
Üçlü Plaka Kelepçesi	150	Adet
Kelepçe	300	Adet
Diğer	1	Set

Her bir beton ankrajı, sürüklenme ankrajı olarak çalışan 50 metre uzunluğundaki çelik zincire bağlanacak, daha sonra çelik zincirin ucuna 250 metre polyester halat bağlandıktan sonra, polyester halat ve üç adet 10 metrelik polyester halat üçlü plaka kelepçesinin uçlarına bağlanacak, bu üç halatın her biri bir şamandıraya bağlı bir bağlantı zincirine bağlanacaktır. Bu, aşırı yükleri çok sayıda noktaya dağıtacak ve sistemin dayanıklılığını artıracaktır.

Su altı bağlantı sisteminin tasarımı ile ilgili detaylı mühendislik aşamasında uygulamada %10'luk tolerans gösterebilir. Böylece, polyester ipin ve çekme ankrajının boyutları ve sayıları nispeten değişebilir.

3.4.7.1.Yüzer GES Platform Yerleşim Planı

Yüzer GES'in yerleşim planı, PV- İnverter Konfigürasyonundaki çalışmaya göre planlanmıştır.

Yapılan Mühendislik çalışmasında;

- Her bir diziye 18 adet PV seri bağlanmıştır.
- Her bir DC toplama panosuna 12 adet dizi paralel bağlanmıştır.
- Her bir invertere ise 25 adet DC toplama panosu bağlanmıştır.

Yüzer GES PV yerleşim planında her bir dizinin tek bir yatay sırada olması ve dikey sıralar arası PV bağlantılarının engellenmesi istenmiştir. Bu sayede PV'lerin seri bağlantısında herhangi bir ek kablo montajına ihtiyaç duyulmayacaktır. Bu sebeple yüzer GES platformunun yataydaki uzunluğu belirlenirken 18 adet PV'nin yanyana uzunluğunun katları olması gerekmektedir.

Yüzer GES inverter gücü ve sabitleme sisteminden dolayı 2,5MWac'lik yüzer platformlar olacak şekilde tasarlanmıştır. Belirlenen PV ve inverter gücüne göre 2,5MWac yüzer platformda; 5455 adet PV ve 25 adet DC Toplama Panosu olup 2 adet 2,5MWac yüzer platformdan gelen kablolar başka bir yüzdürücüde olan 2 adet inverter, 1 adet trafo ve OG hücrelere bağlanacaktır

İnverter, transformatör ve YG hücreleri bağımsız bir yüzer platformda, 2,5MWac'lik yüzer platformun yanında şartlara göre konumlandırılabilir.



Şekil 18: Yüzer GES uygun kurulum alanı ve yerleşimi

Her bir ada 2.5MWac olarak tasarlanmıştır. Her bir çift platform 5MWac olarak planlanmış olup kurulacak yüzer platformların konumları diğer kurulumları engellemeyecek şekilde planlanmıştır.

3.4.7.2. Elektriksel Ekipmanların Yerleşimi ve Bağlantısı

Yüzer GES'in yerleşim planlarına göre PV paneller, DC toplama panoları/kutuları, inverterler, transformatörler ve dağıtım merkezinin kablo planlaması çalışılmıştır. Gerilim düşümü hesaplamaları, güç kaybı hesaplarıyla kesit ve devre sayıları belirlenmiştir. Netice olarak belirlenen kablo kesit ve cinsleriyle ilgili detaylar tablo 13'te Malzeme Keşif Listesi- 5MW Yüzer GES'te verilmiştir.

Tablo 13: 5MW Yüzer GES Malzeme Keşif Listesi

Malzeme	Malzeme Açıklaması	Miktar	Birim
Fotovoltaik PV Panel	CWT 550-530Wp M10 144 Percmono Half-Cut Multi Busbar (Miktar: 10,909 adet + Yedek: 100 adet)	11,009	Adet
Elektrik Ekipmanları	İnverter Sungrow/SG2500, 2520 kWac Merkezi İnverter	2	Adet
	Sungrow DC Toplama Kutusu PVS-24MH	24	Adet
	Transformatör 33,5kV /0,4kV, 2.5MVA Hermetik Tip	2	Adet
	OG Hücreler Beton Köşk: 1 adet, Koruma Hücresi: 2 adet Giriş-Çıkış Hücresi: 2 adet, Ölçü Hücresi: 1 adet Otoprodüktör Hücresi: 1 adet	1	Set
Yüzer Sistem	İnverter Yüzdürücü Platform: 2 adet, PTD-550: 11,672 adet, Panel Support Set: 10,909 - FCP: 45,512 adet, Clamp: 43,636 adet	1	Set
Sabitlenme ve Bağlantı Sistemi	Polyester Halat (60 mm): 4,500 metre, Drag Anchor (Sıcak Daldırma Galvaniz Zincir 26 mm): 615 metre Concrete Anchor - 3.5 Ton: 12 adet, Tri-plate Shackle: 150 adet, Connections Shackle: 300 adet	1	Set
Kablo ve Ekipmanları	Solar Kablo PV1-F 1x6mm2	46,500	Metre
	Solar Kablo PV1-F 1x95mm2	7,100	Metre
	Alçak Gerilim Kablosu NYY 0.6/1 kV 4x(1x50mm2)	65	Metre
	Yüksek Gerilim Kablosu 2XSY 20.3/35 kV 3x(1x50mm2)	21,000	Metre
	Konnektör ve Aksesuarları Solar Kablo Konnektörleri, Kablo Kanalı, Kablo Başlığı ve Diğer	1	Set

	Kablo Kanalı (Kum, Çakıl, Harman Tuğla, Uyarı Bandı)	500	Metre
Topraklama ve Yıldırımdan Korunma Sistemi		1	Set
İzleme Sistemi	Hava Ölçüm İstasyonu Işınım Sensörü: 1 adet Rüzgâr Hızı Sensörü: 1 adet Rüzgar Yönü Sensörü: 1 adet Nem Sensörü: 4 adet Ortam Sıcaklık Sensörü: 4 adet PV Sıcaklık Sensörü: 4 adet DataLogger: 1 adet	1	Set
Diğer Ekipmanlar	Yangın Söndürücü, Uyarı Levhaları ve Tekne	1	Set
Kurulum ve İndirme Alanı	Yüzdürücü Montaj Platformu ve Çim Halı	1	Set
Dağıtım Merkezi	Tüm sistem 50MWac Yüzer GES için 1 dağıtım merkezi	1	Set

4. PROJE UYGULAMASI İLE İLGİLİ AYRINTILI BİLGİLER

4.1. Fiziki Coğrafya Özellikleri

4.1.1. Yerleşme Coğrafyası

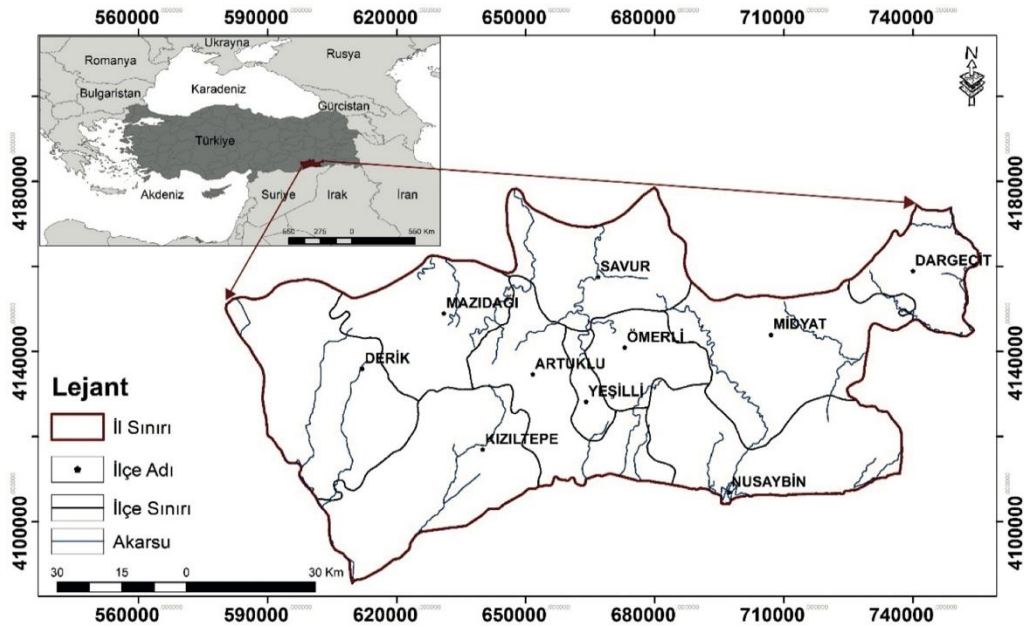
Ilısu Barajı; Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında kurulan Ilısu Barajı Hidroelektrik Santrali, Suriye sınırına yaklaşık 45 km. mesafede, Mardin ve Şırnak il sınırları içerisinde, Dicle Nehri üzerinde, Mardin'in Dargeçit ilçesinin 15 kilometre doğusunda yer almaktadır. 37° 31' 52" K- 41° 50' 58" D koordinatları arasında yer almaktadır. Rezervuar gövdesi ve rezervuarı şekil 19'da gösterilmektedir.

Ilısu Barajı ön Yüzü Beton Kaplı kaya dolgu tipinde olup temelden yüksekliği 135 metredir. Barajın maksimum su kotu 526,82 metre, toplam gövde hacmi 23,7 milyon metreküp, rezervuar hacmi ise 10,6 milyar metreküptür. (Turkey begins controversial dam).



Şekil 19: Ilısu Barajı Rezervuar Görünümü

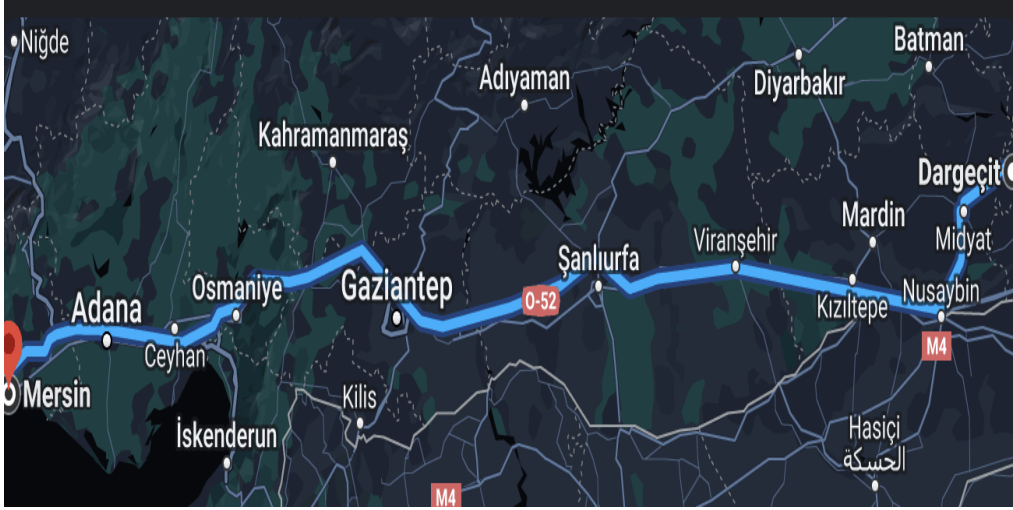
Yüzer GES komponentlerinden; Su üzerinde yüzen platformlar, Güneş Panelleri (Fotovoltaik Paneller), Montaj sistemleri, İnverterler, Şebeke bağlantı ekipmanları, Kablo bağlantı parçaları, İzleme ve kontrol sistemleri ve Trafo köşkü su yüzeyinde konumlandırılırken elektrik hatları, şalt sahası rezervuar kıyısında yer almış olacaktır. Su yüzeyinde konumlanacak sistem komponentlerinin montajları kıyıda gerçekleştirildikten sonra su yüzeyine çekilerek konumlandırılacaktır.



Şekil 20: Mardin İli Yer Buldur Haritası

4.1.2. Proje Sahasına Erişim

Proje sahasına en yakın liman Mersin limanıdır ve sahadan 748 km uzaklıktadır. Yol haritası şekil 21’de verilmiştir. Mersin ile Şanlıurfa arası yol boyunca Otoban - Otoyol olup Şanlıurfa ile Mardin arası ise iki şeritli duble yol ve Mardin – Midyat – Dargeçit araları kısmen duble yol olup ve genişliği genellikle 12 metredir. Uzun ve geniş araçların kullanımına oldukça uygun bir yoldur. Ayrıca sahaya Ankara’dan uzaklık 1155 km ve İstanbul’dan uzaklık 1590 km’dir. Yüzer GES materyallerinin birçoğu yurt içinde imal edilebilecek materyaller bu yollar kullanılarak sahaya rahatlıkla lojistiği yapılabilir.



Şekil 21: Mersin Dargeçit Ilısu Barajı Yolu

4.1.3. İklim (yağış oranı, nem, sıcaklık, rüzgâr vb.)

Mardin, Türkiye'nin güneydoğusunda yer alan bir şehirdir ve genellikle Akdeniz iklimi ve karasal iklimin bir karışımını gösterir. Ancak, iklimi büyük ölçüde karasal etkilere sahiptir. İklim, genellikle sıcak ve kurak yazlarla soğuk ve yağışsız kışları içerir. İlkbahar ve sonbahar mevsimleri kısa ve ılımandır.

Mardin'de yazlar oldukça sıcak ve kurak geçer. Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık sık sık 40°C'nin üzerine çıkabilir. Kışlar ise soğuk ve yağışsızdır. Aralık, ocak ve şubat aylarında sıcaklık sıfırın altına düşebilir ve kar yağışı gözlemlenebilir.

Mardin'in iklimi genellikle kurak olduğundan, yağış miktarı yıllık bazda oldukça düşüktür. Yağışlar genellikle kış mevsiminde meydana gelir ve yaz aylarında neredeyse hiç yağış olmaz. Bu kuraklık, tarım ve su kaynaklarının yönetimi gibi alanlarda zorluklar doğurabilir.

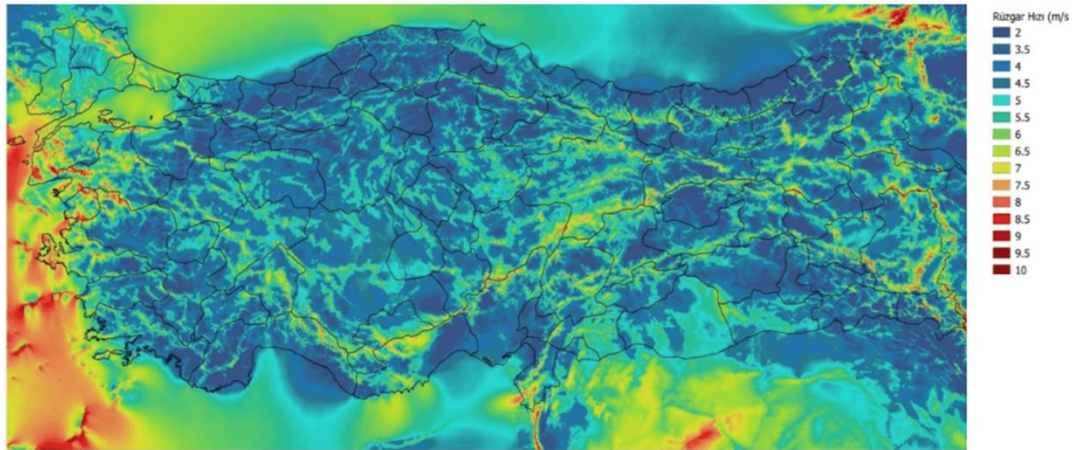
Mardin'in iklimi, kuzeyden gelen soğuk hava kütlelerinin etkisi altında olduğu için ani sıcaklık değişiklikleri yaşanabilir. Bu durum, Mardin'in ikliminin genel özelliklerindendir.

Tablo 14: Mardin Yıllık Meteoroloji Verileri (Meteoroloji GM)

MARDIN	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1941 - 2022)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	3,0	4,2	7,9	13,5	19,5	25,6	29,8	29,6	25,3	18,6	11,1	5,4	16,1
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	5,8	7,4	11,6	17,4	24,0	30,6	35,0	34,7	30,1	22,9	14,5	8,2	20,2
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	0,6	1,4	4,6	9,8	15,1	20,3	24,6	24,7	20,8	14,7	8,1	2,9	12,3
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4,5	5,1	5,9	7,3	9,7	12,1	12,4	11,4	10,3	7,7	5,9	4,4	8,1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12,11	10,61	11,70	10,28	7,35	1,54	0,48	0,24	0,70	5,12	7,66	10,80	78,6
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	115,9	103,2	97,7	81,1	47,3	6,5	3,2	2,3	4,0	33,8	71,9	108,7	675,6
Ölçüm Periyodu (1941 - 2022)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	19,4	19,5	27,5	33,6	36,1	40,0	42,5	42,0	40,5	35,6	26,1	24,1	42,5
En Düşük Sıcaklık (°C)	-13,4	-14,0	-11,7	-5,3	2,6	0,6	11,8	12,8	8,0	-2,5	-9,5	-11,9	-14,0

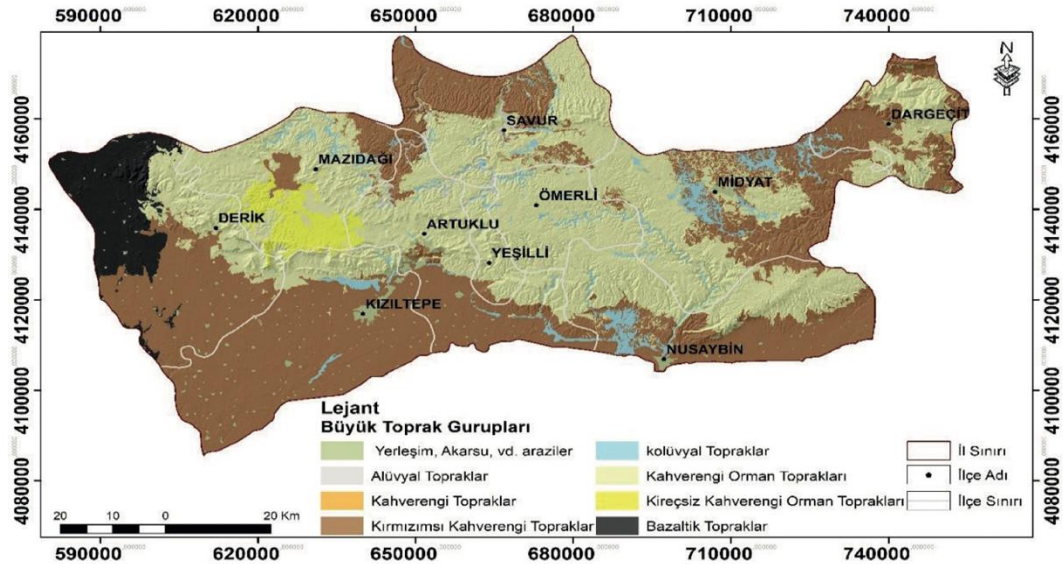
Ilısu barajının rüzgâr potansiyeli, Danimarka Teknik Üniversitesi Rüzgâr Enerjisi Bölümü ile Dünya Bankasının arasındaki ortaklığın ürünü olan Global Wind Atlas (GWA 3.0) kullanılarak çıkarılmıştır.

Şekil 22’de Ilısu baraj gölünün ortalama rüzgâr hızı haritasını göstermektedir. Bölgedeki ortalama rüzgâr hızı 2,5- 3 m/s civarındadır ve bu değer düşük ortalama hız olarak kabul edilir. Yüzer GES sistemlerinin dayanıklılığı için düşük rüzgâr hızları avantajlıdır.



Şekil 22: Global Rüzgâr Atlası- Türkiye Rüzgâr Hızı Haritası

4.1.4. Toprak ve Arazi Yapısı ile İlgili Bilgiler



Şekil 23: Mardin İli Büyük Toprak grupları Haritası

Arazi kullanımı: Arazi kullanım haritası incelendiği zaman neredeyse tüm ilçelerde mera alanlarının bulunduğu ve meraların ilin % 38.81'ini kapladığı görülmektedir. Meralar çoğunlukla Savur ilinin kuzeyi, Midyat ilçesi ve Derik bölgesinin batısında oldukça yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Mera alanlarından sonra ise % 25.38 oran ile fundalıkların varlığı görülmektedir. Mardin ili sulama yönünden problemli, kurak bir şehirdir ve bu durum arazi kullanımına da yansımaktadır. Özellikle Kızıltepe bölgesinde çok yaygın olarak yapılan kuru tarım (nadassız) ilin yaklaşık % 22.68'lik bir bölümünü oluşturmaktadır. Nadaslı kuru tarım ise % 3.76 oranı ile nispeten daha az oranlarda ve çoğunlukla Derik ilçesinin güney bölgelerinde gözlenmektedir. Nusaybin ilçesi ve Savur ilçesinde ise var olan akarsuların da yardımı ile sulu tarım yapılmakta; sulu tarımın il genelindeki oranı ise % 1.59 ile oldukça düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Ömerli ve Midyat ilçeleri başta olmak üzere bir çok alanda arazilerin bağ (kuru) olarak da kullanılmaktadır (% 3.74). Artuklu ilçesinde arazi kullanımı açısından yoğun olarak bahçe tarımının (kuru) varlığı göze çarpmakta; bu alan ilin oldukça küçük bir kısmını

(% 0.74) kapsamaktadır. Derik ilçesinde ise % 0.04'lük bir alanda zeytin üretimi söz konusudur. Mardin ilinde orman varlığı ise % 0.74 ile neredeyse yok denecek kadar azdır ve bu alan Derik bölgesinde yoğunlaşmıştır.

Erozyon: Mardin ili erozyon haritası incelendiğinde; erozyonun ilin % 39.28'inde şiddetli olarak görüldüğü, % 25.31'inde çok şiddetli, % 9.76'sında orta şiddetli ve % 23.48'lik bir alanda ise çok az veya hiç olmadığı görülmektedir. Erozyon tehlikesi açısından en az riskli alanların çoğunlukla Kızıltepe bölgesinde olduğu söylenebilir. İl genelinde erozyon büyük bir tehlike unsuru oluşturmaktadır. Eğimli, topoğrafik olarak yüksek ve bitki örtüsü açısından fakir olan bölgelerde bu tehlike daha da büyümektedir. (Turk J Agric Res 2020, Mercan ve Arpağ).

4.1.5. Bitki Örtüsü

İl topraklarında genel olarak “Bozkır” görünümü hâkimdir. Dağ yamaçları ve vâdilerde meşe ormanlarına rastlanır. Orman ve fundalık saha il topraklarının % 15'ini geçmez. Ekili ve dikili sahalar % 40, çayır ve mer'alar % 38'dir. Nusaybin ve Savur'da geniş kavaklık alanlar mevcuttur.

4.1.6. Su Kaynakları

Mardin'in su kaynakları çeşitli kaynaklardan gelir. Ancak, şehir genellikle kurak bir iklim bölgesinde bulunduğu için su kaynakları sınırlıdır ve yönetimi önemlidir. Mardin'de bulunan başlıca su kaynakları şunlardır:

Dicle Nehri: Mardin'in doğusundan geçen Dicle Nehri, bölgede önemli bir su kaynağıdır. Nehir, tarım sulaması ve şehirlerin içme suyu ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Barajlar: Mardin'de bazı barajlar bulunmaktadır. Örneğin, Mardin il merkezine yakın bir konumda bulunan ve Dicle Nehri üzerinde yer alan Mardin Barajı önemli bir su kaynağıdır. Barajlar, hem içme suyu sağlamak hem de tarım sulaması için

su temin etmek amacıyla kullanılır. Kuyular: Mardin'in bazı bölgelerinde yer altı su kaynaklarından yararlanılır. Kuyular, yer altı suyunun çıkarılmasında kullanılan önemli araçlardır. Ancak, yer altı suyu seviyelerinin düşük olması nedeniyle sürdürülebilir bir su kaynağı olarak değerlendirilmeleri önemlidir. Yağmur Toplama Sistemleri: Kurak dönemlerde suyun korunması ve kullanılabilirliğinin artırılması için yağmur suyu toplama sistemleri kullanılabilir. Bu sistemler, yağmur sularını toplayarak depolamak ve sulama gibi amaçlarla kullanmak için kullanılır. Mardin'deki su kaynaklarının yönetimi, suyun sürdürülebilir kullanımını sağlamak ve su kaynaklarının korunmasını önemseyen planlama ve politikaları gerektirir. İklim değişikliği gibi faktörlerin etkisiyle su kaynaklarının daha da önem kazanması ve etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

4.1.7. Diğer Doğal Kaynaklar

Mardin, zengin ve çeşitli doğal kaynaklara sahip bir bölgedir. Bu doğal kaynaklar, ekonomik faaliyetlerde ve insanların yaşam kalitesinde önemli bir rol oynamaktadır. Mardin'in başlıca doğal kaynakları şunlardır: Tarım Arazisi ve Verimli Topraklar: Mardin, tarım arazileri bakımından zengin bir bölgedir. Dicle Nehri'nin verimli vadileri ve sulama imkanları, tarım faaliyetlerinin gelişmesine olanak tanır. Bu topraklarda buğday, arpa, mercimek, nohut gibi ürünler yetiştirilir. Maden Kaynakları: Mardin'de çeşitli maden yatakları bulunmaktadır. Özellikle endüstriyel hammadde kaynakları yer almaktadır. Bunlardan en önemlileri başta fosfat olmak üzere çimento hammaddeleri, mermer ve kuvars kumu, mermer, traverten, linyit, demir ve kalker gibi madenler bölgede çıkarılmaktadır. Bu madenler, inşaat sektörü başta olmak üzere çeşitli endüstriyel amaçlar için kullanılır. Su Kaynakları: Dicle Nehri ve çeşitli barajlar Mardin'in su kaynaklarını oluşturur. Bu su kaynakları, içme suyu temini, tarım sulaması ve enerji üretimi gibi amaçlarla kullanılır. Turizm Potansiyeli: Mardin'in tarihi ve kültürel zenginlikleri, turizm potansiyelini artırır. Özellikle Mardin'in eski şehir dokusu,

taş yapıları, tarihi camileri ve kiliseleri turistlerin ilgisini çeker. Doğal Zenginlikler: Mardin, doğal güzellikleriyle de dikkat çeker. Özellikle Mardin'in dağlık bölgeleri, yaban hayatı, bitki örtüsü ve doğal peyzajlarıyla göz alıcı manzaralara sahiptir.

Bu doğal kaynaklar, Mardin'in ekonomik ve sosyal gelişimine katkıda bulunurken, aynı zamanda sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gereken önemli varlıklardır. Bu kaynakların korunması ve etkin bir şekilde kullanılması, bölgenin gelecek nesillere aktarılabilirliği açısından büyük önem taşır.

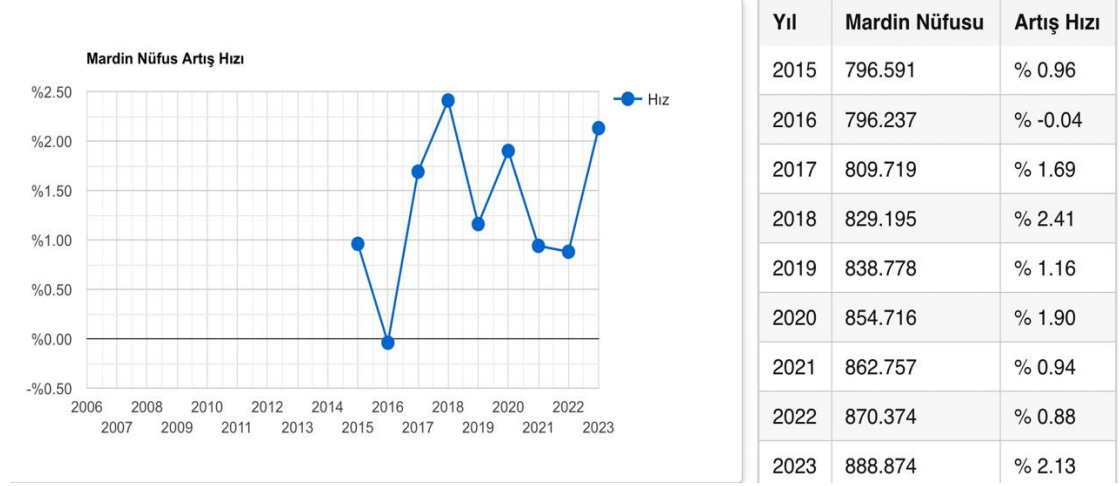
4.1.8. Jeolojik Yapısı

Mardin ilinin ortalama rakımı yaklaşık olarak 1083 metredir. Bölgede bulunan dağlar, Arap plakasının Anadolu plakasını tektonik olarak sıkıştırmasından ötürü çoğunlukla doğu-batı uzanımlı olarak oluşmuşlardır. Dağların büyük bir kısmı Eosen ve Kretase yaşlı kireçtaşı, marn ve kalkerlerden oluşmaktadır. Ilısu, geçirimsiz kiltaşlarından oluşan Germav Formasyonu'nun yüze çıktığı bir alanda yer almaktadır. Bu nedenle gerçek- ten de baraj yerinde büyük geçirimsizleştirme uygu- lamaları yapılması gerekmeyecektir. Ancak, yaklaşık 300 km²'lik baraj yerinin önemli bir bölümünde Midyat kireçtaşları yüzeylemektedir.

4.1.9. Nüfus

1960'lı yıllarda şehre göç başlamış ve kır nüfusu oran olarak azalmaya başlamıştır. 1990 yılında dört ilçenin komşu illere bağlanmasıyla nüfus %14,4 oranında azalmıştır. 2000 nüfus sayımında ilk defa kır nüfusu, kent nüfusunun gerisinde kalmıştır. Bunda en önemli etkenler ekonomik kaygılar ve 90'lı yıllarda başlayan terör faaliyetleridir. Güvenlik kaygıları nedeniyle hem ildeki kırsal kesimlerden, hem de diğer illerden Mardin şehrine göç hareketleri başlamıştır. Şehir nüfusu oranı %60, kırsal nüfus oranı %43'tür. Nüfusu en yüksek ilçeler sırasıyla Kızıltepe, Merkez, Nusaybin ve Midyat'tır. Genç bir nüfus yapısına sahiptir. 2000 yılına göre 15 yaşın altındaki nüfusun oranı

%44,8'dir. Türkiye'deki en farklılaşmış nüfusa sahip illerinden biridir. İlde Kürtler, Hristiyan Süryaniler, Sünni Araplar, Türkler, Yezidiler ve Ermeniler yaşamaktadır.



Şekil 24: Mardin İli Yıllara Göre Nüfus Artış Hızı

4.1.10. Gelir Dağılımı

2018 TÜİK gelir dağılımı ve yaşam koşulları verilerine göre; her bölge için eşdeğer hane halkı kullanılabilir gelirin medyan değeri kullanılarak ayrı ayrı yoksulluk sınırı hesaplanmıştır. Mardin için, eşdeğer hane halkı kullanılabilir fert gelirine göre yoksul sayıları ve yoksulluk oranları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 15: Eşdeğer hane halkı kullanılabilir fert gelirine göre yoksul sayıları ve yoksulluk oranları

Eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert gelirine göre Gini katsayısı ve P80/P20 oranı, 2020, 2021				
Gini coefficient and S80/S20 ratio by equivalised household disposable income, 2020, 2021				
[TR Türkiye, İBBS 2. Düzey - TR Türkiye, SR Level 2]				
	Gini katsayısı Gini coefficient		P80/P20 oranı S80/S20 ratio	
	2020	2021	2020	2021
TRC3 (Mardin, Batman, Şırnak, Siirt)	0,387	0,377	6,6	6,6
TÜİK, Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması Bölgesel Sonuçları, 2021				

4.1.11. Yüzer GES’te Su Yönetimi

Buharlaştırma ve Su Tasarrufu

YGES sistemi geleneksel PV kurulumuna göre toprak kaynaklarını koruyan ve su ortamını daha az etkileyen bir sistemdir. YGES bileşenlerinin kurulumuna bağlı olarak buharlaşmayı azaltır. Panellerin buharlaşmayı önlemesi nedeniyle su tasarrufu yapmak için kullanılabileceği düşünülmektedir. Avustralya gibi kurak iklimlerde kurulan her yüzer PV için yılda 5.000-20.000 m³ su tasarrufu yapılabileceğine dair kaba bir tahmin de mevcuttur. Cazzagina (2017) “Floating photovoltaic plants: Performance analysis and design solutions.” makalesinde yukarıda belirtilenler detaylandırılmış ve belirtilmiştir.

Göl ekosistemi içerisinde bulunan fotosentetik canlılar için güneş ışığı gereklidir. Göl içerisinde bulunan canlıların oksijen üretimine bağlı olarak Yüzer GES kurulumuna dikkat edilmesi gerekmektedir. Oksijen üretiminin devamlılığının sağlanması için tüm göl yüzeyinin kapatılmaması gerektiği belirtilmektedir. (Silva, 2018). Buharlaştırma miktarını azaltmak için göl yüzeylerinin kapatılması her ne kadar bir sistem olarak kullanılsa da YGES kurulumu için bu sistemle birlikte ekosistemde meydana gelecek olan durumlar dikkate alınmalıdır. Bu duruma bağlı olarak bazı doğal göllerde gölgeleme ve mikro iklimlerde değişiklikler gerçekleşebilir. Yüzer GES kurulumu ile mikro iklimlerde gerçekleşen değişimler su ekosisteminde bulunan flora ve faunayı etkileyebilir. Projenin büyüklüğüne, kapasitesine, göl alanına, su ekosistemine,

buharlaşıma miktarına bağlı olarak uzun vadede değerlendirme yapılarak araştırma gerçekleştirilmedi.

Su Kalitesi

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), su üzerinde konumlandırıldıkları için su kalitesi üzerinde potansiyel etkilere sahip olabilirler. Bu etkilerin kontrol altına alınması ve su kalitesinin korunması, yüzer GES projelerinin çevresel sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Su kalitesinin değerlendirilmesi, (Bank, 2018) raporunda detaylı olarak incelenmiştir. Raporda, YGES projelerinin su kalitesinde ve biyolojik çeşitlilik üzerinde etkilerin oluşmasına neden olacağından bahsedilmektedir. Etkinin derecesi belirlenirken; rezervuar tipine (doğal, yapay, akış içi, akış dışı) ve kullanım alanlarına (hidroelektrik, rekreasyon, koruma, su temini, vb.) bakılarak değerlendirme yapılmasının uygun olacağı üzerine durulmuştur. (Bank, 2018), s75-76) Temin edilecek olan suyun sulama ya da içme suyu olarak kullanılması ile kontrol altına alınması gereken parametrelerde değişiklik söz konusu olacaktır. Kullanıma bağlı olarak mevzuatlarda belirtilen standart değerler dikkate alınmalıdır. “Belirli rezervuarlar için, güneş enerjisi santrallerinin, rezervuar seviyelerinin düşürüldüğü (kış veya kuru) aylarda karaya çekilmeyecek şekilde ana kanalın yakınına yerleştirilmesi gerekmektedir.” (Bank, 2018) s.76).

Dünya Bankası (2018) raporunda (Bank, 2018) da bahsedilen su kalitesine yönelik etkiler incelendiğinde; göl alanında meydana gelecek akışın azalmasına bağlı olarak sedimentasyon artışının gerçekleşeceği, sistem kurulumu ile oluşacak olan düzensiz güneş ışıklarının oluşacağı ve bu durumun rezervuar devir verimliliğine etki ederek kıyı bitkilerinin büyümesini etkileyeceği düşünülmektedir. Termal tabakalaşma ve oksijen değişikliklerinin su ekosistemine ve su kalitesine etkisi, kullanılan malzemelerin su içinde çözünmesi ile oluşabilecek zararlı etkilerin varlığı, tekne bakımı sırasında kazara dökülen yağ ve yağlayıcılar ile panel temizliği için kullanılan maddelerin su kalitesi ve ekosistemine verebileceği öngörülen zararlar üzerinde durulmuştur. ((Bank, 2018),

s.75). Panellerin temizlenmesi için deterjan kullanılması ile teknelerin bakımı sırasında kullanılan yağ veya yağlayıcıların varlığının kazara toprağa ya da suya karışması; su kalitesini, sucul flora ve faunayı ve toprağı etkileyebilir. Buna bağlı olarak bakım ve temizleme işlemleri toprağa ya da suya sızıntı olmayacak şekilde hazırlanan bir zemin üzerinde yapılmalı, gerekli önlemler alınmalıdır.

Yüzer GES'te su kalitesini etkileyen bazı faktörler ve alınabilecek önlemler:

Isı Artışı: Güneş panellerinin su yüzeyinde yoğun olarak bulunması, suyun ısınmasına neden olabilir. Bu ısı artışı, sucul habitatları ve yerel ekosistemleri olumsuz etkileyebilir. Isı artışının kontrol altına alınması için güneş panellerinin belirli bir mesafede konumlandırılması veya su yüzeyinin soğutulması gibi yöntemler kullanılabilir.

Gölgeleme: Yüzer GES sistemleri, su yüzeyinde gölge oluşturabilirler. Bu gölgeleme, su bitkileri ve sucul yaşam için önemli olan fotosentez sürecini etkileyebilir. Gölgeleme etkisinin minimize edilmesi için panellerin yerleşim düzeni ve yükseklikleri dikkatlice planlanmalıdır.

Kimyasal Kirlilik: Yüzer GES sistemlerinin yapı malzemeleri ve işletme süreçleri, suya kimyasal maddelerin sızmasına neden olabilir. Bu, su kalitesini olumsuz etkileyebilir. Projenin inşaat ve işletme aşamalarında suya sızma riski olan kimyasalların kullanımı en aza indirilmeli ve su kalitesi düzenli olarak izlenmelidir.

Sedimentasyon: Yüzer GES sistemleri, su yüzeyinde yer aldıkları için sedimentasyonu etkileyebilirler. Bu, suyun kirliliği ve çevresel etkilerin artmasına neden olabilir. Sedimentasyonun kontrol altına alınması için erozyon kontrol önlemleri alınmalı ve suyun akışı yönetilmelidir.

Yüzer GES projelerinde su kalitesinin korunması, çevresel sürdürülebilirlik ve proje başarısı açısından önemlidir. Bu nedenle, su kalitesini etkileyen faktörlerin dikkatlice değerlendirilmesi ve uygun önlemlerin alınması gerekmektedir.

4.1.12. Yüzer GES'in Termal Tabakalaşma ve Çözünmüş Oksijen Seviyelerine Etkisi

Göllerde suyun ısınmasına bağlı olarak termal tabakalaşma meydana gelmektedir. Buna bağlı olarak göl, yüzeyden dibe doğru farklı sıcaklık katmanlarına ayrılmaktadır. Termal tabakalaşmanın sınırlı su akışının oluşumu ile nispeten derin suyun sabit kaldığı rezervuarlarda fazla olduğu buna ek olarak rüzgâra maruz kalan rezervuarlarda bu durumun daha fazla olacağı Dünya Bankası (2018) raporunda incelenmiş ve detaylandırılmıştır. Raporda; göllerin ve rezervuarların YGES ile kaplanmasının tabakalaşmayı artıracığı, kurulu sistem altında kalan canlılar için ise gerekli olan çözünmüş oksijen seviyelerini düşüreceğine değinilmiştir.

Tabakalaşma boyutunun sahaya özgü olacağı belirtilerek “su kütlesi kapalı alan / su kütlesi toplam alanı” oranına göre proje ölçeğinin belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Verilen formüle göre yüzde 3-4 ‘lük oranın artması, tabakalaşma için düşük oranda etki ederken, su kalitesi üzerinde önemsenmeyecek derecede etkiye neden olacağı belirtilmiştir. Oran büyüdüğü zaman ise, PV dizilerinin su yüzeyindeki güneş radyasyonu akışını önemli ölçüde etkilemesine neden olabilir. Bu durumda, üst tabakanın ısınması azaltılabilir ve bu durum bazı etkilerin oluşmasına neden olabilir. (MUSKİ 2020). Bahsedilen durumlar aşağıda belirtilen şekilde değerlendirilmiştir;

Su kütlesindeki alg yoğunluğu miktarının fazla olması ışık miktarının geçiriminin az olmasına neden olacaktır. Rezervuar altında oksijen azalması oluşacak ve anoksi ortam durumu gerçekleşecektir. Su ekosisteminde çözünmüş oksijene ihtiyaç duyan canlılar için oksijen miktarının az olması tür kayıplarına sebep olabilir. Rezervuar alanında yanal ve dikey akışlar mevcuttur. YGES’e bağlı kurulumlarda su üzerinde PV dizilerinin varlığı yüzeysel yanal ve dikey akış modellerinin değiştirebilir. Daha yüksek akış dönemlerine geçtiği zaman çözünmüş oksijen konsantrasyonlarında azalma meydana gelebilir. Suyun üst tabakasında yaşam süren canlılar için gerekli olan habitata etki olarak YGES kurulumunun değerlendirilmesi yapılmalıdır. Rüzgârın üst katmanlarda karışım meydana getireceği ve besin ağında değişiklikler meydana

getireceği göz önünde bulundurulmalıdır. Alt tortularda anaeorobik ayrışmanın artacağı öngörüldüğünde; su kalitesine etkisi düşünülmelidir. Koku, bulanıklık, tad ve su kalitesini etkileyen diğer parametrelerin artmasına sebep olabilir. Kontrollü bir şekilde takip edilmelidir. ((Bank, 2018) s.76).

4.1.13. Yüzer GES'in Biyoçeşitliliğe Etkisi

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), su üzerinde konumlandırıldıkları için çevresel etkilere ve biyoçeşitliliğe potansiyel olarak etki edebilirler. Bu etkilerin doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve yönetilmesi, yüzer GES projelerinin çevresel sürdürülebilirliği açısından önemlidir. İşte yüzer GES'in biyoçeşitliliğe etkisi hakkında bazı önemli faktörler şöyledir:

Habitat Kaybı veya Değişimi: Yüzer GES projeleri, su yüzeyinde yer aldıkları için doğal habitatlarda değişikliklere neden olabilirler. Özellikle sulak alanlar, göller veya rezervuarlar gibi hassas habitatlarda, yüzer GES'lerin yerleştirilmesiyle habitat kaybı yaşanabilir veya habitatların yapısı değişebilir.

Sulak Alanların Kullanımı: Bazı yüzer GES projeleri, sulak alanlarda veya sucul habitatlarda yer alabilir. Bu alanların kullanılması, bölgedeki biyoçeşitliliği etkileyebilir. Yerel bitki ve hayvan türlerinin yaşam alanlarına zarar vermeden projenin planlanması ve uygulanması önemlidir.

Gölgeleme ve Fotosentez: Yüzer GES panelleri, su yüzeyinde gölge oluşturabilirler. Bu, sucul bitkilerin ve planktonun fotosentez yapmasını olumsuz etkileyebilir. Gölgeleme etkisinin minimize edilmesi için panellerin yerleşim düzeni ve yükseklikleri dikkatlice planlanmalıdır.

Su Kalitesi: Yüzer GES projeleri, su üzerinde etkili olabilir ve su kalitesini etkileyebilirler. Özellikle panellerin yapımında kullanılan malzemeler veya operasyon sırasında olası kimyasal sızıntılar, su kalitesinde değişikliklere neden olabilir ve bu da sucul yaşamı etkileyebilir.

Görsel ve Gürültü Kirliliği: Yüzer GES projeleri, bölgedeki görsel manzarayı değiştirebilir ve gürültü kirliliğine neden olabilirler. Bu, yerel fauna ve flora üzerinde stres yaratabilir veya yaşam alanlarını olumsuz etkileyebilir.

Ekolojik Restorasyon ve Koruma: Bazı durumlarda, yüzer GES projeleri ekolojik restorasyon veya koruma amaçlarına hizmet edebilir. Örneğin, endüstriyel faaliyetlerden etkilenmiş sulak alanlarda yüzer GES projelerinin yerleştirilmesiyle habitatların restore edilmesi mümkün olabilir.

Yüzer GES projelerinin biyoçeşitliliğe etkisi, proje planlama ve uygulaması aşamalarında dikkatlice değerlendirilmelidir. Biyoçeşitliliği korumak ve çevresel etkileri minimize etmek için uygun önlemler alınmalı ve projelerin yerel ekosistemlere uyumlu olması sağlanmalıdır. Bu şekilde, yüzer GES projeleri, çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olarak hareket edebilirler.

4.1.14. Yüzer GES'in Sucul Flora ve Fauna'ya Etkisi

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), su üzerinde yer aldıkları için sucul flora ve fauna üzerinde potansiyel etkilere sahip olabilirler. Bu etkilerin doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve yönetilmesi, yüzer GES projelerinin çevresel sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Göl, rezervuar fiziksel yapısına bağlı olarak üç ayrı biyolojik topluluk bölgesine sahiptir. Bu bölgeler; littoral, limnetik ve bentik bölge olarak üç ayrı biyolojik topluluk bölgesine ayrılmıştır. Littoral bölge, suyun kara ile birleştiği kısımdan bitkilerin kaybolduğu bölüme kadar uzanmaktadır. Güneş ışığı bu bölgelerde tortuya nüfuz ederek fotosentezin gerçekleşmesini sağlar. Bu bölge iyi ışık alan, oksijence zengin su ve dalga hareketlerinin yüksek olduğu bölgedir. Limnetik bölge, su bitkilerinin bittiği yerden başlayan dip ve kıyı ile ilişkisi olmayan açık bölgedir. Bu bölge suda oldukça fazla çeşitliliğin olduğu bir bölgedir. Plankton, kabuklu hayvanlar ve insanlar için de besin kaynağı olabilecek kuşlar ve balıklardan oluşmaktadır. En alt

bölüm de ise bentik bölge bulunmaktadır. İnce bir çamur tabakasıyla kaplı olan bentik bölge; solucanlar, sinek larvaları, nematod solucanları ve ostracodlardan oluşmaktadır. (MUSKİ 2020). Göl ekosistemine bağlı olarak belirtilen bölgelerde yaşayan fauna ve flora habitatları üzerinde YGES kurulumu ile birlikte oluşabilecek etkiler mevcuttur. Dünya Bankası (2018) raporunda detaylı olarak bu etkileri ele almışlardır. Bu makalede YGES'in littoral ve/veya limnetik bölgelerdeki habitatların ve türlerin gölgelenmesine neden olabileceği, demirleme sisteminin yüzey altına nüfuz etmesi ile su altı elektrik kablolarının yerleşimi ve hareketine bağlı olarak canlıların rahatsızlığına veya ölümüne sebep olabileceği açıklanmıştır. Sualtı elektrik kablolarının elektromanyetik alanlar oluşturma ihtimalinin olduğu, kurulan sistem malzemelerinin yapısına bağlı olarak korozyon oluşumu veya malzemelerin suya sızarak su kalitesine etki edeceği, PV panelleri ile şamandıralar arasında kalan boşluklarda oluşan alglerin böcek oluşumuna sebep olacak larvaların büyümesine katkı sağladığı ve midye oluşumunda gözlemlendiğine değinilmiştir. ((Bank, 2018) s 79-80).

YGES'in sucul ortam dışında, çevrede bulunan flora ve faunaya etkilerinin de araştırılması ve gözlemlenmesi gerekmektedir. Dünya Bankası (2018) raporunda, YGES kurulumunda ortaya çıkacak olan potansiyel ısı bulutunun, etraftaki flora ve faunaya yayılacağından bahsedilmiştir. Bu durumun özellikle göllerde ve rezervuarlarda görüldüğü hava sıcaklığında ve bağıl nemde oluşan değişikliklere bağlı olarak bitkilerin terleme oranını da etkileyebileceği ele alınmıştır. Olası etkileri azaltma yöntemi olarak YGES sisteminin en yakın floradan belirli bir tampon mesafeye kurulması gerektiği belirtmiştir. (Bank, 2018).

PV, gölden su buharlaşmasını en aza indirebilir ve alg büyümesini önleyebilir, ancak bu alanda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır ve tüm çevresel koşullar göz önünde bulundurularak bölgesel olarak değerlendirilmelidir, mavi-yeşil alg yoğunluklarının baraj göllerinde ürettikleri toksin yoğunlukları ve içerikleri hakkındaki bilgiler sınırlıdır. Sonuç olarak halk sağlığı açısından çok önemli bir konu olması nedeniyle özellikle içme suyu ve rekreasyonel amaçlı kullanılan baraj göllerimizdeki mavi-yeşil

alg artışlarının düzenli örnekler alınarak izlenmesinin hayati önem taşıdığı toksik artışlarda ise toksin analizleri yapılarak eylem planları oluşturulması gerektiği belirtilmiştir. ((Özden FAKIOĞLU, 2011) s.70).

Yüzer GES projelerinin sucul flora ve fauna üzerindeki etkisi, proje planlama ve uygulaması aşamalarında dikkatlice değerlendirilmelidir. Bu etkilerin minimize edilmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için uygun önlemler alınmalı ve projelerin yerel ekosistemlere uyumlu olması sağlanmalıdır. Bu şekilde, yüzer GES projeleri, çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olarak hareket edebilirler.

4.1.15. Yüzer GES'te Güneş Işığının Etkisi

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürmek için kullanılan sistemlerdir. Bu sistemlerin verimliliği ve performansı, güneş ışığının etkisi altında değişir. İşte yüzer GES'te güneş ışığının etkisi hakkında bazı önemli noktalar:

Elektrik Üretimi: Yüzer GES panelleri, güneş ışığından gelen enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler. Bu nedenle, güneş ışığının yoğunluğu ve süresi, panellerin elektrik üretimi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Daha yoğun ve uzun süreli güneş ışığı, daha fazla elektrik üretimine yol açar.

Panellerin Verimliliği: Güneş panellerinin verimliliği, güneş ışığının doğrultusu, açısı ve yoğunluğu tarafından etkilenir. Paneller, güneş ışığının dik geldiği açılarda ve yoğun olduğu zamanlarda en yüksek verimliliği gösterirler. Bu nedenle, yüzer GES projelerinin güneşe en iyi şekilde maruz kalmasını sağlamak için panellerin konumlandırılması önemlidir.

Gölgeleme: Yüzer GES panelleri, su yüzeyinde yer aldıkları için bazı durumlarda gölgeleme etkileri oluşturabilirler. Gölgeleme, panellerin performansını azaltabilir ve dolayısıyla elektrik üretimini etkileyebilir. Bu nedenle, panellerin gölgeleme etkilerini minimize etmek için doğru bir şekilde yerleştirilmesi önemlidir.

Güneş Işığına Maruz Kalma Süresi: Yüzer GES panelleri, güneş ışığına sürekli olarak maruz kalmalıdır. Güneşin doğal hareketiyle (gündüz ve gece dönüşümü, mevsimsel değişimler) uyumlu bir şekilde panellerin konumlandırılması, maksimum güneş ışığına maruz kalma süresini sağlar ve bu da elektrik üretimini artırır.

Panellerin Temizliği: Yüzer GES panellerinin temiz ve tozsuz olması, güneş ışığının doğrudan panellere ulaşmasını sağlar. Kirli veya tozlu paneller, güneş ışığının panellere etkin bir şekilde ulaşmasını engeller ve verimliliği azaltır. Bu nedenle, düzenli olarak panellerin temizlenmesi önemlidir.

Yüzer GES'te güneş ışığının etkisi, sistemlerin verimliliği ve performansı üzerinde önemli bir rol oynar. Bu nedenle, güneş ışığının en iyi şekilde kullanılması ve panellerin optimum performans göstermesi için doğru planlama, tasarım ve bakım önlemleri alınmalıdır.

4.1.16. Yüzer GES'te Gürültü Kirliliği ve Yönetimi

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), genellikle sessiz ve çevre dostu enerji üretim teknolojileri olarak kabul edilirler. Ancak, inşaat ve işletme süreçlerinde gürültü kirliliği potansiyeli bulunabilir. Yüzer GES'te gürültü kirliliği ve yönetimiyle ilgili önemli hususlar şöyle belirtilmiştir:

İnşaat Süreci: Yüzer GES projelerinin inşaat süreci genellikle gürültülü olabilir. Kazı, montaj, vinç kullanımı gibi faaliyetler, çevredeki gürültü seviyelerini artırabilir. Bu nedenle, inşaat sürecinde gürültüyü azaltmak için uygun önlemler alınmalıdır. Örneğin, ses yalıtımı yapılabilecek ekipmanlar kullanılabilir veya çalışma saatleri sınırlanabilir.

İşletme Süreci: Yüzer GES'in işletilmesi sırasında da gürültü oluşabilir. Özellikle invertörler ve diğer elektrik ekipmanları, düşük düzeyde ancak sürekli bir gürültüye neden olabilirler. Bu durum, yüzer GES tesisinin yakınında yaşayan insanlar veya hassas habitatlar için bir endişe kaynağı olabilir.

Bakım ve Onarım: Yüzer GES sistemlerinin bakımı ve onarımı da potansiyel olarak gürültüye neden olabilir. Bu işlemler sırasında kullanılan ekipmanlar veya iş makineleri, çevredeki gürültü seviyelerini artırabilir. Bakım ve onarım çalışmaları için belirli zaman dilimleri seçilerek, gürültü kirliliğinin etkisi minimize edilebilir.

Yönetim ve Kontrol: Yüzer GES projelerinde gürültü kirliliğini yönetmek için etkili bir yönetim ve kontrol sistemi kurulmalıdır. İşletme sürecindeki gürültü seviyeleri düzenli olarak izlenmeli ve gerektiğinde önlemler alınmalıdır. Ayrıca, komşu bölgeler ve hassas habitatlar için gürültüyü azaltma politikaları oluşturulmalıdır.

Yüzer GES'te gürültü kirliliği, proje planlama, inşaat, işletme ve bakım süreçlerinde dikkatlice yönetilmesi gereken bir konudur. Çevresel etkileri minimize etmek ve toplumsal kabulü artırmak için gürültü kirliliği yönetimi stratejileri ve politikaları belirlenmelidir. Bu şekilde, yüzer GES projeleri çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine uygun bir şekilde işletilebilir.

4.1.17. Yüzer GES'te Atık Yönetimi

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) genellikle çevre dostu enerji üretimi olarak kabul edilir, ancak inşaat, işletme ve bakım süreçlerinde bazı atıkların oluşması kaçınılmazdır. Bu atıkların etkili bir şekilde yönetilmesi, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Yüzer GES'te atık yönetimiyle ilgili bazı önemli hususlar:

İnşaat Atıkları: Yüzer GES projeleri inşa edilirken, inşaat atıkları ortaya çıkar. Bu atıklar genellikle beton, demir, plastik, ambalaj malzemeleri gibi malzemelerden oluşur. İnşaat atıklarının geri dönüşümü veya uygun şekilde bertaraf edilmesi önemlidir.

Elektronik Atıklar: GES'in işletilmesi sırasında kullanılan elektronik ekipmanlar zamanla eski veya bozuk hale gelebilir. Bu elektronik atıkların doğru şekilde geri dönüşümü veya bertarafı, çevre ve insan sağlığı için önemlidir. Elektronik atıkların tehlikeli maddeler içerebileceği unutulmamalıdır.

Panellerin Son Ömrü Atıkları: Güneş panelleri genellikle uzun bir ömre sahiptir, ancak sonunda kullanılamaz hale gelirler. Bu panellerin doğru şekilde bertaraf edilmesi veya geri dönüştürülmesi önemlidir. Bazı güneş panelleri, nadir toprak elementleri gibi çevresel olarak zararlı maddeler içerebilir.

Kimyasal Atıklar: GES'in işletilmesi sırasında kullanılan kimyasallar, bakım malzemeleri veya temizlik maddeleri gibi maddelerin uygun şekilde yönetilmesi önemlidir. Bu kimyasal atıkların çevreye zarar vermemesi ve insan sağlığını tehlikeye atmaması için doğru depolama, taşıma ve bertaraf yöntemleri kullanılmalıdır.

Yeşil Atıklar: GES tesislerinde genellikle yeşil atıklar da oluşur, bu da bitki örtüsü, çim biçme atıkları veya organik atıkları içerebilir. Bu tür atıkların geri dönüşümü veya kompostlanması, çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olabilir.

Eğitim ve Farkındalık: Çalışanların ve işletme sahiplerinin atık yönetimi konusunda eğitilmesi ve bilinçlendirilmesi önemlidir. Atıkların doğru bir şekilde sınıflandırılması, depolanması ve bertaraf edilmesi için uygun prosedürlerin belirlenmesi gerekmektedir. Yüzer GES'te atık yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik ve işletme verimliliği açısından önemlidir. Atıkların etkili bir şekilde yönetilmesi, çevreye olan olumsuz etkilerin azaltılmasına yardımcı olur ve yerel toplulukların sağlığı ve güvenliği için önemli bir adımdır.

4.1.18. Yüzer GES'te Tehlikeli Madde

Geleneksel PV tesislerini yüzer güneş enerji santrallerinde oluşan tehlikeli maddeleri anlamak için referans olarak kullandığımız zaman, toz oluşumunun önlenmesi için kullanılacak kimyasalların ve toz bastırıcıların daha fazla olduğu düşünülmektedir. Geleneksel PV sistemlerinde kullanılan su miktarının daha fazla olduğunu, geleneksel sistemlerin kurulum yeri göz önüne alındığında kirlenen PV panelleri için kullanılan kimyasal temizleyicilerin çevre için zehirli ve uzun vadede flora ve faunaya etkisi olacağını detaylandırılmıştır. Ek olarak kazara suya karışabilecek malzemelerin su

kalitesine ve su içerisinde yaşayan canlılara etkisi olacağını belirtilmiştir. ((Silva, 2018),s. 11). Yüzer güneş enerji santralleri temizlik için daha az su gerektirir. Sistemin tozdan etkileneceği bir alan yoktur ve su kütlesi üzerinde yerleşimi gerçekleşmektedir. Su kirliliğine etki etmemesi için ise panel temizliği sırasında kimyasal hiçbir madde kullanılmamalıdır. Kimyasalların su kalitesini bozduğu ve kimyasalların panel temizliği için kullanılmaması gerekmektedir. Cazzaniga'nın (2017).

Göl ekosisteminde yaşayan canlılar için kimyasal maddenin önemi dışında flora ve faunayı ayrıca etki etmesi düşünülen bir diğer madde kazara dökülen yağ ve yağlayıcılarıdır. Faaliyet esnasında kullanılacak tekne ve jeneratörün bakım onarım işlemleri faaliyet yerinde yapılmayacak olup gerekli işlemler teknik serviste yaptırılacaktır. Bu nedenle tesiste atık yağ ve tehlikeli atık oluşması söz konusu olmayacaktır. Yüzer GES bakım ve temizlik için kullanılacak olan madde yağ ve bileşenlerini içermemeli saf su ile temizleme işlemi gerçekleştirilmelidir. Saf su (EC) No 1272/2008 yönetmeliğine göre tehlikeli madde olarak sınıflandırılmamıştır. Cilt ya da göz ile teması sonrasında özel ilk yardım gerekliliği olan, çevresel değerlendirme kapsamında çevreye ve canlılara etkisi olan bir madde değildir. Hem akut hem gecikmeli olarak bugüne kadar bilinen bir belirtisi yoktur. (MUSKİ, 2020).

4.1.19. Yüzer GES'te Emisyon

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), genellikle çevre dostu enerji üretim teknolojileri olarak kabul edilirler ve sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik önemli bir katkı sağlarlar. Ancak, yüzer GES projelerinin inşaat, işletme ve bakım süreçleri sırasında bazı emisyonlar oluşabilir. Yüzer GES'in emisyonları yönetme ve azaltma potansiyeli vardır. Sürdürülebilir malzeme seçimi, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı ve atık yönetimi gibi önlemler, yüzer GES projelerinin çevresel sürdürülebilirliğini artırabilir ve sera gazı emisyonlarını azaltabilir. Bu şekilde, yüzer GES projeleri, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynamaktadır.

4.1.20. Yüzer GES'te Kullanılan Ekipmanlar

Dünya Bankası raporunda batık elektrik kablo hareketinin veya bağlama sistemlerinin montajı sonucunda bentik tür ve habitatlarda etkilerinin oluşacağı belirtilmiştir. Zemin boyunca uzanan elektrik kablolarının rüzgâr etkisiyle veya su kütlesindeki seviyenin değişikliği sebebiyle organizmaların yaşam alanlarını etkileyip hareketlerini kısıtlayabileceği vurgulanmıştır. Sabitlenen demir sistemi ile habitat ve türlerde ölüm oranının arttığı anlatılmıştır. ((Bank, 2018),s.80) Yüzer güneş enerji santrallerinin ankraj, kablolama yapısı gölün dibinde zararlı etkilere sebep olabilir. Demirleme işlemi gerçekleştirilirken su da bulanıklık artabilir. Su kalitesinin önemli bir parametresi olan bulanıklık ölçümünün yapılarak takibinin sağlanması gerekmektedir... Demirleme işlemi gerçekleşmeden önce, rezervuara yönelik dip sedimantasyon araştırması yapılmalıdır. Olası etkiler göz önünde bulundurularak oluşacak etkileri en az seviyede tutmak için çalışmalar planlanmalı ve gerçekleştirilmelidir. (MUSKİ 2020).

4.1.21. Yüzer GES'te Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalma

YGES kurulumunda inşaat aşamasında dikkat edilmesi gereken bir başka konu ise elektromanyetik alanlara maruz kalmadır. Kurulu sisteme bağlı olarak kullanılan elektrik kablolarının elektromanyetik akımlar yayabilir. YGES ile ilişkili olarak su altı kablolarının seçimi yapılırken yalıtımlı malzemelerin seçilmesi gereklidir. Dünya Bankası raporunda da bahsi geçen konu için yalıtımlı malzemelerin kullanım önerisi mevcuttur. Bu şekilde su altına yayılacak olan doğru akımların yayılmasının önleneyeceği söylenmektedir. Ancak; hareketli olan akımın hemen yakınında indüklenen manyetik alan ile tekrar yayılımın gerçekleşeceği ve bu durumun da balık ve bentik omurgasızlar üzerinde etki yaratacağı anlatılmaktadır.

4.1.22. Yüzer GES' Kullanılacak Malzemelerin Özellikleri

Genel olarak yüzer PV bir sistemin geliştirilmesi için, hafif ve yüksek mukavemetli, korozyona karşı yüksek dirençli malzemeler kullanılması gerekmektedir. Malzemelerin bu şekilde suya dayanıklılığı artacak ve uzun süre kullanılabilecektir. Yüzer GES kurulumu yapılırken seçilen malzemenin cinsi çevre etkilerini en aza indirecek ve ekosistemi minimum düzeyde etkileyecek yapıya sahip olması gerekmektedir. Yüzer GES'te geri dönüşümlü doğa dostu malzemeler kullanılmaktadır. (Choi, 2014).

Yüzer GES için kullanılması gereken malzemelere yönelik incelemeler yapılmış ve suda etkileri değerlendirilmiştir. Yüzer PV için hafif ve yüksek mukavemetli malzemelerin yüzdürme yükünü ve korozyona karşı yüksek dirençli malzeme özelliklerini azaltmak için uygulanması gerektiğini, HDPE borular ve galvanizli çelikten imal edilmiş yüzer PV tesislerinin tamamen güvenli olduğunu ve suyun kalitesi üzerinde hiçbir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. HDPE borular söz konusu olduğunda, Avrupa kurallarına göre sertifikalandırılıp ve PV modüllerinin gölgeleri ve UV radyasyonu nedeniyle herhangi bir sorun oluşturmadığını, çinkonun tatlı suda çözünmesinin çok sınırlı ve çoğu durumda bu metal için kabul edilen sınırların oldukça altında kaldığını dile getirmişlerdir. Alüminyumun ise, PV tesislerinde modül çerçevesi için yaygın olarak kullanılmakta olup, Korozyon olasılığı çok sınırlı olması ile su konsantrasyonunda önemli ölçüde değişimlere ortam hazırlamayacağı da çalışmalarının bir parçası olmuştur. (Clot & Catalini).

Yüzer GES'lerde kullanılan PE'nin güneş ışığına maruz kalması yararlı ömrü üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir. UV radyasyonu polimerin kimyasal bağlarını parçalayacak özelliğe sahiptir. Proseste çatlama, tebeşirleme, renk solma ve mekanik özelliklerin kaybolması gibi özellikleri UV stabilizatörleri ile yavaşlatacaktır. Daha uzun kullanım ömrü gerektiren ürünler için, UV stabilizatörleri polimerleri kullanmak uygun olacaktır. (S Casini, 2018)).

4.1.23. Yüzer GES'in Bitki Örtüsüne Etkisi

Gelişen teknoloji ve değişen iklim özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan projelerin her biri bir öncekinin mevcut etkilerini en aza indirmek ve olumlu etkilerinin sürekliliğini kılmak üzere hayata geçirilmektedir. YGES de örnek olarak geleneksel PV sistemleri alınarak hayata geçirilmiş bir projedir. Geleneksel PV sistemlerine oranla; çevre için etkilerinin (habitat kaybı, su kalitesine etkisi, Karbondioksit salınımı, vb.) en az düzeyde tutulması adına ortaya çıkmıştır. Kurulum gerçekleşmeden önce bitki örtüsüne zarar verecek bir alanda ve yasal kısıtlamalara sahip göllerde (su koruma, balıkçılık yasağı faaliyeti vb.) konumlandırılmasından kaçınılması gerekmektedir. (Da Silva ve Branco, 2018).

4.1.24. Yüzer GES'te Kirlilik Oluşumu

Yüzer GES kurulumlarında PV modülleri genellikle maddelerle kaplanarak (örneğin, toz, kir, biokütle parçacıkları, yapraklar, kuş dışkısı) ışık yolunu gizleyebilir. Zemin koşullarına ve temizliğe bağlı olarak kirlenme programları oluşturulması gerektiği, kirlilik kayıplarını en aza indirmek için, panellerin en az 10 derece eğik konumlandırılmasının uygun olacağı World Bank raporunda önerilmiştir. Ayrıca kuşların bu alanı yuvalamak için kullanabilecekleri üzerine değinerek, potansiyel kirlenme kaynağı olarak değerlendirilmiştir. ((Bank, 2018), s.81).

4.1.25. Yüzer GES'in Kuş Yaşamına Etkisi

Yüzer GES projesinin, ağaçlardan, göl kıyısından ve uçuş alanlarından uzağa monte edilmesi ile kuşların PV panellerine doğrudan çarpmasının engelleneceği öneri olarak sunulmuştur. Kuş yuvalarının artırılarak habitat kaybını en aza indirilmesi de düşünülen alternatif yollardan birisidir. Tüm önerilere ek olarak kuşların uçuş ve göç yollarının belirlenmesi için de çalışmalar gerçekleştirmesi üzerinde durularak, PV altyapısı

sayesinde böceklerin PV tesislerine çekilmesi ile kuş için besin ortamı oluşacağı, kuşların bu panellere çarparak ölebileceği de ayrıca belirtilmiştir. PV kurulumu yaparken ölçümü yapılan yansımaların yapılması uygun olacaktır. Bu duruma bağlı olarak panellerin yüzeyinden gerçekleşen optik yansımaların kuş habitatı üzerinde etkisinin yorumlanması kolaylaşacaktır. (Da Silva ve Branco, 2018).

Dünya Bankası raporunda ise YGES varlığı ile kuş yaşamının bağlantısı farklı noktalardan ele alınmıştır. YGES kurulumlarının kuş türlerini, özellikle su altında balık ve yem ile avlanan kuşları ve yüzey dalgıçlarını etkileyebileceği yönünde açıklamalar mevcuttur. Yemek için dalış yapan kuşların, karaya çıkmaya çalıştıkları sürede güneş panelleri ile çarpışma sonucu yaralanma veya ölüm olabileceği riski üzerinde durulmuş. Kuş yaban hayatı üzerindeki etkileri önlemek veya en aza indirmek için, ise önerilerde bulunulmuştur. Bu önerilerin en başında YGES sistemlerinin kıyı bölgesi dışına kurulması gerektiği gelmektedir. Buharlaşmaya, çözünmüş oksijen kaybına ek olarak düşünülen alternatif yöntem olan rezervuar alanının tamamının kaplanmaması kuş habitatı içinde önemlidir ve öneri olarak sunulmuştur. Bir başka konu ise ultraviyolede ve görünür spektrumda yüzey kontrastının üst düzeye çıkarılmasıdır. Ek olarak bariyerli ve bariyerli olmayan sistemler kurularak da kuşların sistemden uzak tutulabileceği düşünülmektedir. ((Bank, 2018), s.81).

4.1.26. Yüzer GES'te Görüntü Kirliliği

Görsel kirliliğin genellikle büyük ölçekli fotovoltaik projelerin olumsuz bir etkisi olarak rapor edildiği, sistemin evlerin çatısına ve bina cephelerine monte edilmesi, bu olumsuz etkiyi en aza indirmek için kullanılan bir öneri olduğu Da Silva ve Branco (2018) çalışmalarında bahsetmişlerdir. PV sistemleri konutlardan uzak alanlara yerleştirildiğinde, görsel kirliliğin hem karasal hem de YGES için bir endişe olacağını savunmuş ve bu stratejinin, turizm alanında faydalı olacağı yönünde fikir beyan etmişlerdir. ((Silva, 2018),s.13) Geleneksel yüzer güneş enerji santrallerine ek olarak

projelendirilmesi ve istenen ve yeni bir alan olarak ortaya çıkan yüzer güneş enerji santrallerinin, ülke turizmine katkısı olacağı ve diğer ülkeler ile şehirler için vizyoner bir örnek olacağı düşünülmektedir.

4.1.27. Yüzer GES'in Kara Peyzajına, Su Peyzajına ve Görselliğe Etkileri

Projenin uygulanması kara peyzajını ve su peyzajını etkileyebilir. Projenin koruma alanlarındaki ve uluslararası tanınmış alanlardaki etkileri biyoçeşitlilik ve kültürel mirası korumak adına planlanarak kurulumu gerçekleştirilmelidir. Bu duruma bağlı olarak World Bank (2018) raporunda projenin farklı görüş noktalarından olan modellerinin simülasyonlarının hazırlanması gerektiği savunulmaktadır. Oluşturulan simülasyonların değerlendirme ve danışma süreçlerinde kullanılmasının uygun olacağı, kara ve su peyzajına etkisi ile detaylı altyapı planının ve uygunluğunun kontrolünü sağlayacağı düşünülmektedir. Potansiyel parlama alanlarının yerleşim alanları da dahil olmak üzere değerlendirmesinin yapılmasını, YGES'ten kaynaklı oluşabilecek flaş körlüğünün yansıma parametreleri ile analizinin yapılmasını istemektedir. ((Bank, 2018),s.82).

4.2. Geleneksel Güneş Enerji Sistemleri ve Yüzer Güneş Enerji Santrallerinin Çevresel Boyutta Karşılaştırılması

Geleneksel PV santralleri ile yüzer güneş enerji santrallerinin karşılaştırılmasına Da Silva ve Branco (2018) makalelerinde detaylı şekilde yer vermiştir. Ormansızlaşma (projenin uygulanması ve sahaya erişim için), kuş ölümleri, erozyon, akış ve mikro iklimdeki değişiklik gibi proje tahsisi ile ilişkili genel etkilerin geleneksel PV tesislerinin uygulanması üzerinde daha yüksek büyüklüklere sahip olması beklendiği dile getirilmiştir. Bu nedenle, çevre ile ilgili olarak, yüzer fotovoltaik daha uygun olduğu düşünülmektedir. Yüzer PV'nin, gölden su buharlaşmasını en aza indirebileceği

ve alg büyümesini önleyebileceği, ancak bu alanda daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu ve tüm çevresel koşullar göz önünde bulundurularak bölgesel olarak değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Çıkarılan sonuçlara göre; işletme ve hizmetten çıkarma aşamaları sırasında geleneksel PV'ye göre yüzer PV'nin avantajları çok daha fazla olduğu, panellerin temizlenmesi için su tüketiminin, bölgedeki ormansızlaşma ve toprak maruziyetinin geleneksel PV için daha yüksek olması beklenmektedir. Ayrıca, yüzer PV'nin toz baskılayıcılar ve herbisitler için kimyasalları kullanması söz konusu olmamaktadır. Raporda ayrıca yorumlar tablo ile değerlendirilerek belirtilmiştir. ((Silva, 2018),s. 13). Aşağıda belirtilen tablo, karşılaştırma üzerine yapılan tüm yorumların ve tabloların değerlendirilerek hazırlandığı bir tablodur.

Tablo 16: Yüzer PV ve Geleneksel PV Karşılaştırma

Konu	Etkisi	Yüzer PV	Geleneksel PV	Yorumlar
Ağaçların Yok Edilmesi	Mikro iklimdeki değişiklik	-	Mevcut olabilir	Geleneksel PV'de daha yüksek etki vardır
Kuruluş ve Destek Yapısı	Toprak sıkıştırma, erozyon, su kaynaklarının bozulması ve fauna ve flora üzerindeki etkisi	Demirleme ve toprak açma, makine ve trafik nedeniyle oluşabilir	Kurulum için temel hendekler, ağır makineler, trafik ve saha hazırlığı gerekir	Geleneksel PV'de daha yüksek etki vardır.
Yağmur suyu Altyapısı	Akıntı ve toprak erozyonu	-	Gereklidir	Geleneksel PV'de daha yüksek etki vardır.
Panellemlerle Kuşların Çarpışması	Kuş ölüm oranı	Meydana gelebilir	Meydana gelebilir	Geleneksel PV'de daha yüksek olabilir.
Güneş Işığını Engelleme	Su kalitesinde azalma	-	Buharlaşmayı önlemeye yardımcı olur.	Oksijen tükenmesine neden olmamak için her iki sistem için planlama yapılması gerekir.
Gürültü	Yaban hayatı ve ziyaretçileri rahatsız edebilir	Gerçekleşebilir	Gerçekleşebilir	Kurulum alanı ve proje büyüklüğüne bağlı olarak gürültü yönetim planına ihtiyaç duyulur.
Atık Üretimi	Kirlilik ve kirlenme	Yaşanabilir	Yaşanabilir.	Geleneksel ve yüzer PV'de farklı atıklar oluşabilir.
Kimyasalların Uygulanması	Kirlenme ve kirlilik	Tavsiye edilmez	Yaşanabilir	Yüzer PV de, yabancı otları kontrol etmek için toz baskılayıcıya veya herbisitlere uygulanmasına gerek olmayabilir.

Görüntü Kirliliği	Rahatsızlık	Yaşanabilir	Yaşanabilir	Projeyi yerleşim alanlarından uzağa konumlandırmak bu etkiyi en aza indirebilir.
Enerji	Pozitif	Meydana gelir	Meydana gelir	Yüzer PV'de verimliliğin artmasıyla daha yüksek enerji üretimi elde edilir.
CO2 Tasarrufu	Pozitif	Meydana gelir	Meydana gelir	Her iki sistemde CO2 tasarrufu sağlar.
Atık Üretimi	Kirlilik ve kirlenme	Yaşanabilir	Yaşanabilir.	Geleneksel ve yüzer PV'de farklı atıklar oluşabilir.

4.3.Yüzer GES'te Çevresel Ana Etkileri Azaltma Önlemleri

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), çevre dostu enerji üretimi sağlamak için kullanılan önemli bir teknolojidir. Ancak, bu sistemlerin inşaat, işletme ve bakım süreçleri çeşitli çevresel etkilere yol açabilir. Bu etkileri azaltmak ve çevresel sürdürülebilirliği artırmak için çeşitli önlemler alınabilir. Güneş enerjisinin kıyı bölgesi dışında kurulumu, sucul flora ve faunaya olan potansiyel etkilerini en aza indirmeye yardımcı olabilir.

Ek etki azaltma önlemleri;

- Yer seçimi ve planlama, Yüzer GES projelerinin yer seçimi, çevresel etkileri azaltmak için kritik öneme sahiptir. Hassas habitatlardan, su koruma alanlarından veya biyoçeşitlilik açısından zengin bölgelerden kaçınılmalıdır. Ayrıca, projenin yerleştirileceği alanın doğal özellikleri ve ekolojik değerleri dikkate alınmalıdır.
- Dünya Bankası (2018) raporuna göre, kuş habitatını korumak için

kuş yuvaları artırılmalıdır, optik yansıma parametreleri takip edilmelidir. Singapur örneğinde olduğu gibi su kalitesi için gerekli izlenmesi gereken parametreler belirlenmeli ve izlenerek takibi yapılmalıdır. Ek modelleme sistemleri ile arazi planlaması ve mevcut etkiler değerlendirilmelidir. Mevcut kirlilik etkisini en aza indirmek için minimum güneş panelleri 10 derece eğik konumlandırılmalıdır. Böcek oluşumunu önlemek adına şamandıralarda oluşacak boşluklar bantlar sızdırmazlık bantları ile kapatılmalıdır. En yakın floradan belirli bir tampon mesafeye sistem kurulmalıdır.

- Enerji verimliliği ve kaynak kullanımı, Yüzer GES tesislerinin tasarımında ve işletilmesinde enerji verimliliği önlemleri benimsenmelidir. Panellerin verimli bir şekilde konumlandırılması, enerji depolama sistemlerinin kullanılması ve işletme süreçlerinde enerji tüketiminin optimize edilmesi gibi önlemler alınabilir.
- Yüzer PV kurulumunun öncesi ve sonrasında, içme ve kullanma suyu elde edilecekse içme suyu temin edilen suların kalitesi ve arıtılması yönetmeliğinde belirtilen arıtma sınıflarında arıtıldıktan sonra İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ile belirlenmiş olan içme suyu standartlarını sağladığını kontrol etmek uygun olacaktır. Yönetmelik kapsamında çıkış suyunun kontrol edilerek içme suyu arıtma tesisine gönderilmesi uygun olur. Yararlanılan ve yararlanılması planlanan suların numuneleri TS EN ISO 5667-1, TS EN ISO 5667-3, TS EN ISO 5667-5'te belirtilen esaslara göre alınmalıdır. (İLBANK).
- Sürdürülebilir malzeme seçimi, Yüzer GES projelerinde kullanılan malzemelerin sürdürülebilirliği dikkate alınmalıdır.

Geri dönüşümlü malzemelerin kullanımı teşvik edilmeli ve malzeme seçiminde çevresel etkileri azaltan kriterler göz önünde bulundurulmalıdır.

- İnşaat, işletme ve bakım süreçlerinde oluşan atıkların etkili bir şekilde yönetilmesi ve geri dönüştürülmesi önemlidir. Geri dönüşüm programları oluşturulmalı, atık azaltma önlemleri alınmalı ve tehlikeli atıkların güvenli bir şekilde bertarafı sağlanmalıdır.
- İnşaat ve işletme süreçlerinde oluşan ses ve gürültü kirliliği, yerel topluluğun yaşam kalitesini etkileyebilir. Bu nedenle, gürültüyü azaltıcı önlemler alınmalı ve işletme sahipleri ile topluluklar arasında etkili iletişim sağlanmalıdır.
- Yüzer GES tesislerinin su kullanımı ve etkileri yönetilmelidir. Su tasarrufu önlemleri alınmalı, su kirliliği önlenmeli ve yerel ekosistemlere olan etkiler minimize edilmelidir.
- Yüzer GES projelerinin çevresel performansı düzenli olarak izlenmeli ve değerlendirilmelidir. Bu, olası çevresel etkilerin tespit edilmesine, önlemlerin etkinliğinin değerlendirilmesine ve paydaşlarla şeffaf bir iletişimin sağlanmasına yardımcı olur.
- Dünya Bankası (2018) ‘‘Su kütlesinin özelliklerine göre, alg büyümesini azaltmak bir hedeftir, kurulum için minimum ışık geçirgenliğine sahip PV modülleri düşünölmelidir.’’(s.81) özellikle alg büyümesinin su kalitesi üzerinde olumsuz etkileri düşünöldüğünde bu konuya dikkat edilmesi gerekmektedir.

5. PROJE YÖNETİMİ VE UYGULAMA PROGRAMI

5.1. Proje Yürütücüsü Kuruluşlar ve Teknik Kapasiteleri

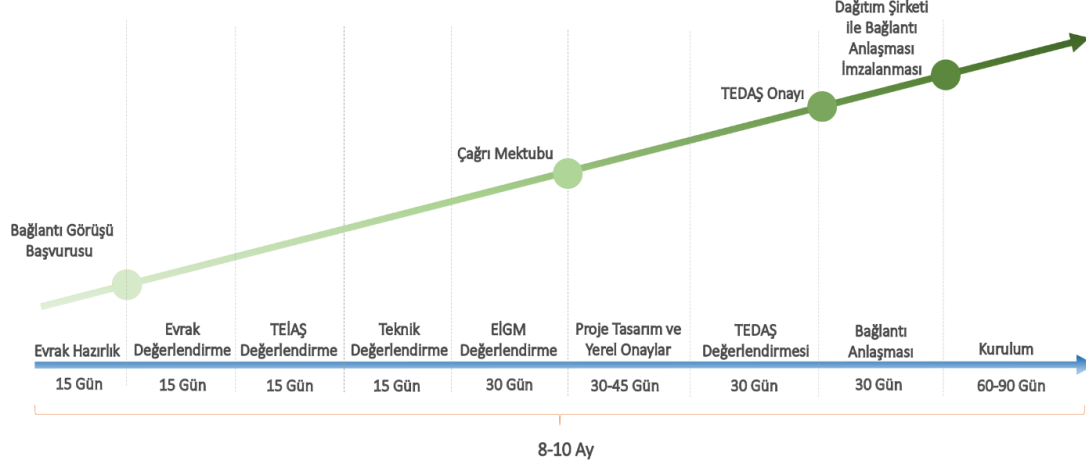
Mardin Ticaret Odasının yatırımcılar için oluşturmuş olduğu yatırım fırsatlarıyla yatırımcıların enerji ihtiyaçlarını karşılama için kurulacak enerji santrallerinin mülkiyeti LUY'e bağlı olarak yatırımcıya ait olacaktır. Bu kapsamda ortaya çıkarılacak bütün çalışmalar yatırımcının idari biriminin onayına tabi olacaktır. Projelerin yürütücüsü yatırımcının idari birimi olacaktır. Söz konusu yatırımcının idari birimi projenin hayata geçirilmesi için gerekli olan mal ve hizmet alımları için ihale yapacaktır. Proje için gerekli mal ve hizmetlerin belirlenmesi için gerekli mühendislik ve danışmanlık çalışmaları idari birimin belirleyeceği özel bir EPC şirketi tarafından yapılacaktır. Bu çalışmanın yapılabilmesi için elektrik ve statik projeler konusunda yetkili ve tecrübeli mühendislerin proje ekibine dahil edilmesi gerekmektedir.

5.2. Proje Organizasyonu ve Yönetim

Projenin uygunluğunun değerlendirmesi yatırımcının idari birimi tarafından yapılacaktır. Yatırım kararı ve planlaması yönetim kurulu tarafından belirlenecektir. Karar süreci öncesinde gerekli etüt, plan çalışmaları yatırımcının idari birimi tarafından hazırlatılacak ve yönetim kuruluna sunulacaktır.

5.1. Proje Uygulama Programı

Proje uygulama aşamasında takip edilecek rehber LUY olacaktır. LUY'a bağlı olarak projelendirilecek, onaylanacak, kurulacak ve işletilecek bu tesis için gerekli başvuru süreci şekil 25'te sunulmuştur.



Şekil 25: Yüzer GES için başvuru süreci

Bu projenin hayata geçirilmesi aşamasında yapılacak ihale, yüklenici seçimi gibi ortaya çıkacak ek çalışmalar göz önüne alındığında ortaya çıkan iş takvimi tablo 17’de verilmiştir. Buna bağlı olarak 5 MW’lık bir sistemin hayata geçmesi için takriben 12 ay zaman gerektiği ön görülmekte olup tabloda sunulmuştur.

Tablo 17: İş Planı

Süreç	Yapılacaklar	Aylar											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bağlantı Görüşü Süreci	Evrak Hazır. ve Bağlantı Görüşü Başvurusunun Yapılması												
	Evrak Değerlendirme												
	TEİAŞ Değerlendirmesi												
	Teknik Değerlendirme												
	ElGM Değerlendirmesi												
Proje Dizaynı ve Onayı	Elektrik Projesinin Tasarlanması												
	Statik Projesinin Tasarlanması												
	Yerel Onayların Alınması ve Belgelerin Toplanması												
	Elektrik Projesinin İncelenmesi ve Onaylanması												
	Statik Projesinin İncelenmesi ve Onaylanması												
	Bağlantı Anlaşmasının İmzalanması												
Yüklenici EPC Firması Seçilmesi	İdari Şartnamenin Hazırlanması												
	Teknik Şartnamenin Hazırlanması												
	Sözleşmenin Hazırlanması												
	Diğer İhale Belgelerinin Hazırlanması												
	İhale'nin Açılması ve Yüklenicinin Seçilmesi												
	Sözleşmenin İmzalanması												
Kurulum	Malzeme Tedarikinin Yapılması												
	Montajın Yapılması												
	Testlerin Yapılması												
	Geçici Kabulün Yapılması ve Devreye Alma												
	Kesin Kabulün Yapılması												

6. FİNANSAL ANALİZ

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) için ticari analiz, projenin ticari potansiyelini ve ekonomik getirisini değerlendirmeyi içerir. Bu analiz, projenin finansal ve işletme yönlerini inceleyerek yatırımın karlılığını belirlemeye yardımcı olur. Yüzer GES projelerinin kurulacağı bölgedeki güneş enerjisi pazarının büyüklüğü ve büyüme potansiyeli değerlendirilmelidir.

Bölgedeki enerji talebi ve güneş enerjisi kapasitesi arasındaki dengenin analizi yapılmalıdır. Yüzer GES projelerinin rekabetçi manzarası analiz edilmelidir. Rakip projelerin sayısı, boyutu, teknolojisi ve performansı değerlendirilmelidir. Rekabet avantajları ve dezavantajları belirlenmeli ve stratejik konumlandırma için uygun stratejiler geliştirilmelidir. Yüzer GES projesinin başlangıç yatırım maliyetleri belirlenmeli ve projenin ömrü boyunca beklenen gelirlerle karşılaştırılmalıdır. Proje için gerekli sermaye, finansman kaynakları ve geri ödeme süresi gibi finansal parametrelerin analizi yapılmalıdır. Projenin yatırım getirisi (ROI), net bugünkü değer (NPV) ve iç getiri oranı (IRR) gibi finansal göstergeler değerlendirilmelidir.

Projeye yapılan yatırımın karlılığını belirlemek için bu göstergelerin hesaplanması önemlidir.

Proje için uygun pazarlama ve satış stratejileri geliştirilmelidir. Potansiyel müşterilere yönelik etkili iletişim planları oluşturulmalıdır. Yatırımcılar, finansal kuruluşlar, yerel hükümetler ve diğer paydaşlarla etkili ilişkiler kurulmalıdır. Ticari analizde, projenin karşılaşılabileceği olası risklerin tanımlanması ve bu risklerin yönetim stratejilerinin belirlenmesi önemlidir. Finansal, operasyonel, çevresel ve pazarlama gibi farklı risk türleri dikkate alınmalıdır. Bu unsurların analizi, yüzer GES projesinin ticari potansiyelini değerlendirmeye ve yatırım kararları almak için gereken bilgi sağlamaya yardımcı olur. Ticari analiz, projenin başarılı bir şekilde uygulanması ve sürdürülmesi için önemlidir.

Tablo 18: İşletme giderleri

		Ay	Sayı	Birim Fiyat \$	G .Toplam
	Yönetici	12	1	2.000,00	24.000,00
Personel Maaşları ve SGK	Elektrik Teknisyeni	12	5	1.000,00	60.000,00
	Elektrik Mühendisi	12	1	1.500,00	18.000,00
	Muhasebeci	12	1	1.250,00	15.000,00
	Güvenlik Personeli	12	4	600,00	28.800,00
Ara Toplam - 1			12		145.800,00
Tesis Giderleri	Doğal Gaz veya LPG	12	1	150,00	1.800,00
	İdari Bina Elektrik Tüketimi	12	1	250,00	3.000,00
	Ulaşım	12	1	1.250,00	15.000,00
	Personel Yemeği	12	8	100,00	9.600,00
	Bakım	12	1	5.000,00	60.000,00
	Tesis Sarf Malzemeleri	12	1	750,00	9.000,00
Ara Toplam - 2					98.400,00
Toplam (\$)					244.200,00
Tolerans Payı (%10)					24.420,00
Genel Toplam (\$)					268.620,00
Genel Toplam (\$)					268.620,00

Santralin devreye alınması sonrası üretim sorumlusu 1 yönetici, 1 Elektrik mühendisi, vardiyalı çalışacak 5 elektrik teknisyeni, santral güvenliğinden sorumlu olacak 4 güvenlik personeli ve aylık olarak faturalamadan sorumlu olacak 1 muhasebe elemanı çalıştırılacaktır. İşçilik ve personel giderleri yukarıdaki tabloda verilmiştir.

6.1. Sabit Sermaye Yatırımı

Sabit sermaye yatırımı miktarı anahtar teslim santral kurulumları için güncel satış tarifeleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Tüm fiyatlar global ölçekte güncel olup kalite-performans dengesi gözetilerek seçilmiştir. Dargeçit Ilısu Barajı yüzer GES projesi için yapılan piyasa araştırması gerekli yatırım sermayesinin dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 19: 5 MW için Yatırım Maliyeti

Maliyet Kalemi	Detay	Adet	Birim	Birim Fiyat (€)	Tutar (€)	Tutar (TL)
Fotovoltaik Panel	CWT 550-530Wp M10 144 Percmono Half-Cut Multi Busbar (Miktar: 10,909 adet + Yedek: 100 adet)	11.009	Adet	145	1.596.305	55.870.675
Elektrik Ekipmanları	Inverter Sungrow SG2500H20 2500kWac Merkezi Inverter	2	Adet	75.000	150.000	5.250.000
	Sungrow DC Toplama Kutusu PVS-24MH	24	Adet	1.100	26.400	924.000
	Transformatör 0,4kV/33,5kV 2.5MVA Hermetik Tip	2	Adet	18.500	37.000	1.295.000
	OG Hücreler Köşk: 1 adet Koruma Hücresi: 2 adet Giriş-Çıkış Hücresi: 2 adet Ölçü Hücresi: 1 adet Otoproduktör Hücre: 1 adet	1	Set	25.000	25.000	875.000

Yüzer Sistem	İnverter Yüzdürücü Platform: 2 adet, PTD-550: 11,672 adet, Panel Support Set: 10,909 FCP:45,512 adet, Clamp: 43,636 adet	1	Set	1.750.000	1.750.000	61.250.000
Sabitlenme ve Bağlantı Sistemi	Polyester Halat (60 mm): 4,500 metre, Drag Anchor (Sıcak Daldırma Galvaniz Zincir 26 mm): 615 metre Concrete Anchor - 3.5 Ton: 12 adet, Tri-plate Shackle: 150 adet, Connections Shackle: 300 adet	1	Set	225.000	225.000	7.875.000
Kablo ve Ekipmanları	Solar Kablo PV1-F 1x6mm ²	46.500	m	1,28	59.520	2.083.200
	Solar Kablo PV1-F 1x95mm ²	7.100	m	11,5	81.650	2.857.750
	Alçak Gerilim Kablosu NYY 0.6/1 kV 4x(1x50mm ²)	65	m	6	390	13.650
	Yüksek Gerilim Kablosu 2XSY 20.3/35 kV 3x(1x50mm ²)	21.000	m	9	189.000	6.615.000
	Konnektör ve Aksesuarları Solar Kablo Konnektörleri, Kablo Kanalı, Kablo Başlığı ve Diğer	1	Set	10.000	10.000	350.000

	Kablo Kanalı (Kum, Çakıl, Harman Tuğla, Uyarı Bandı)	500	m	10	5.000	175.000
Topraklama ve Yıldırımdan Korunma Sistemi		1	Set	7.500	7.500	262.500
İzleme Sistemi	Hava Ölçüm İstasyonu Işınım Sensörü: 1 adet Rüzgar Hızı Sensörü: 1 adet Rüzgar Yönü Sensörü: 1 adet Nem Sensörü: 4 adet Ortam Sıcaklık Sensörü: 4 adet PV Sıcaklık Sensörü: 4 adet DataLogger: 1 adet	1	Set	6.500	6.500	227.500
Diğer Ekipmanlar	Yangın Söndürücü, Uyarı Levhaları ve Tekne	1	Set	4.250	4.250	148.750
Kurulum ve İndirme Alanı	Yüzdürücü Montaj Platformu ve Çim Halı	1	Set	3.000	3.000	105.000
Beklenmedik Giderler		1	Set	-	35.000	1.225.000
Nakliye ve Sigorta		1	Set	200.000	200.000	7.000.000

İşçilik		1	Set	27.500	27.500	962.500
Kurulum ve Taşıma Ekipmanları		1	Set	4.500	4.500	157.500
Dağıtım Merkezi*	*İlk aşamada tüm sistem 50MWac YGES için 1 dağıtım merkezi kurulacaktır.	1	Set	60.000	60.000	2.100.000
Mobilizasyon ve İş Sağlığı ve Güvenliği	Ulaşım, Konaklama ve İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Eğitim ve Belgeleri	1	Set	18.000	18.000	630.000
Tasarım, Mühendislik, Devreye Alma ve Finans	Proje Tasarım, Proje ve Saha Yönetimi, Devreye Alma	1	Set	100.000	100.000	3.500.000
Başvuru Bedelleri	EDAŞ, TEDAŞ ve Kabul Ücretleri	1	Set	17.000	17.000	595.000
EPC Karı		1	Set		400.000	14.000.000
TOPLAM TUTAR					5.038.515	176.348.025

6.2. Elektrik Üretim Miktarı

50 MW yüzer GES kurulu güç değerlendirildiğinde, elektrik üretimi kolayca hesaplanabilir. Bilinmesi gereken tek şey, yıllık mevsim şartlarını ve gece faktörlerini göz önünde bulundurduğunda yıllık ortalama 2.340 saat elektrik enerjisi üretimi yapıldığı düşünülebilir. Bu, tesisin diğer işletme sistemlerinin özelliklerine göre birçok faktöre bağlıdır, ancak hesaplamalara göre günün ortalama 6,5 saati ve yılda 365 gün olması gerektiği düşünülmektedir. Tesisin yıllık elektrik üretimini hesaplamak için, yıllık çalışma saatlerinin sayısı, tesisin 50 MW'lık kapasitesi ile çarpılır ve çıktı 117.000.000,00 kWh'dir.

Tablo 20: Projenin Yıllık Geliri, Gideri ve Net Gelir Tablosu

Yıl	Yıllık Çalışma Günleri	Üretilen Elektrik Enerjisi (kWh)	Satış Tarifesi	Toplam Gelir (₺)	Dağıtım Kullanım Ücreti (₺)	İşletme Maliyeti (₺)	Toplam Yıllık Gideriler (₺)	Net Gelir (₺)	Kümülatif Gelir (₺)
								-45.107.143,00	
1	365	117.000.000,00	0,061	7.137.000,00	640.289,81	268.620,00	908.909,81	6.228.090,19	-38.879.052,81
2	365	115.830.000,00	0,061	7.065.630,00	633.886,91	268.620,00	902.506,91	6.163.123,09	-32.715.929,73
3	365	114.671.700,00	0,061	6.994.973,70	627.548,05	268.620,00	896.168,05	6.098.805,65	-26.617.124,07
4	365	113.524.983,00	0,061	6.925.023,96	621.272,56	268.620,00	889.892,56	6.035.131,40	-20.581.992,67
5	365	112.389.733,17	0,061	6.855.773,72	615.059,84	268.620,00	883.679,84	5.972.093,88	-14.609.898,79
6	365	111.265.835,84	0,061	6.787.215,99	608.909,24	268.620,00	877.529,24	5.909.686,75	-8.700.212,04
7	365	110.153.177,48	0,061	6.719.343,83	602.820,15	268.620,00	871.440,15	5.847.903,68	-2.852.308,37
8	365	109.051.645,71	0,061	6.652.150,39	596.791,95	268.620,00	865.411,95	5.786.738,44	2.934.430,07
9	365	107.961.129,25	0,061	6.585.628,88	590.824,03	268.620,00	859.444,03	5.726.184,86	8.660.614,93
10	365	106.881.517,96	0,061	6.519.772,60	584.915,79	268.620,00	853.535,79	5.666.236,81	14.326.851,74
11	365	105.812.702,78	0,061	6.454.574,87	579.066,63	268.620,00	847.686,63	5.606.888,24	19.933.739,98
12	365	104.754.575,75	0,061	6.390.029,12	573.275,96	268.620,00	841.895,96	5.548.133,16	25.481.873,14
13	365	103.707.029,99	0,061	6.326.128,83	567.543,20	268.620,00	836.163,20	5.489.965,63	30.971.838,76
14	365	102.669.959,69	0,061	6.262.867,54	561.867,77	268.620,00	830.487,77	5.432.379,77	36.404.218,53
15	365	101.643.260,09	0,061	6.200.238,87	556.249,09	268.620,00	824.869,09	5.375.369,77	41.779.588,31
16	365	100.626.827,49	0,061	6.138.236,48	550.686,60	268.620,00	819.306,60	5.318.929,87	47.098.518,18
17	365	99.620.559,22	0,061	6.076.854,11	545.179,74	268.620,00	813.799,74	5.263.054,38	52.361.572,56
18	365	98.624.353,63	0,061	6.016.085,57	539.727,94	268.620,00	808.347,94	5.207.737,63	57.569.310,19
19	365	97.638.110,09	0,061	5.955.924,72	534.330,66	268.620,00	802.950,66	5.152.974,06	62.722.284,24
20	365	96.661.728,99	0,061	5.896.365,47	528.987,35	268.620,00	797.607,35	5.098.758,12	67.821.042,36

Tablonun solundaki ilk sütun, her bir yıl sırasını ve ikinci sütun ise beklenen çalışma günlerinin sayısını göstermektedir. Yapılan çalışmalara göre yıllık 117.000.000,00 kWh üretim ile yıl boyu günlük ortalama 6,5 saat olarak hesap edilmiştir. Devletin enerji satın alma tarifiesi yerli üretim teşviki dâhil edilmeksizin 0.061 ABD dolarıdır. Eğer tesisin ekipmanları yerli malı olarak kullanılacak olursa Devletin enerji alış tarifiesinin 0.0126 ABD dolarına çıkacağı bilinmektedir. Bu duruma göre ilk elektrik satış yılı geliri 7.137.000,00 ABD doları olacaktır.

Kaynak kullanımı olarak %100 öz kaynak olacaktır. Ayrıca, kredi kullanımı durumunda yatırımcı Yeşil Ekonomi Finansman Programı Türkiye (GEFF Türkiye) kuruluşu üzerinden kredi, leasing vb. desteklerden faydalanabilir.

Hibe-Destek sağlayabilecek kurum ve kuruluşlar ile ilgili yapılan araştırmalar neticesinde, bu tip lisanslı ve büyük ölçekli projelere hibe olamayacağı tespit edilmiş olup destek hususunda ise Ticaret ve Sanayi Bakanlığının yatırım teşvik belgesine istinaden satın alınacak olan bütün malzemelerin KDV istisnası olacak şekilde destek verilebilecektir.

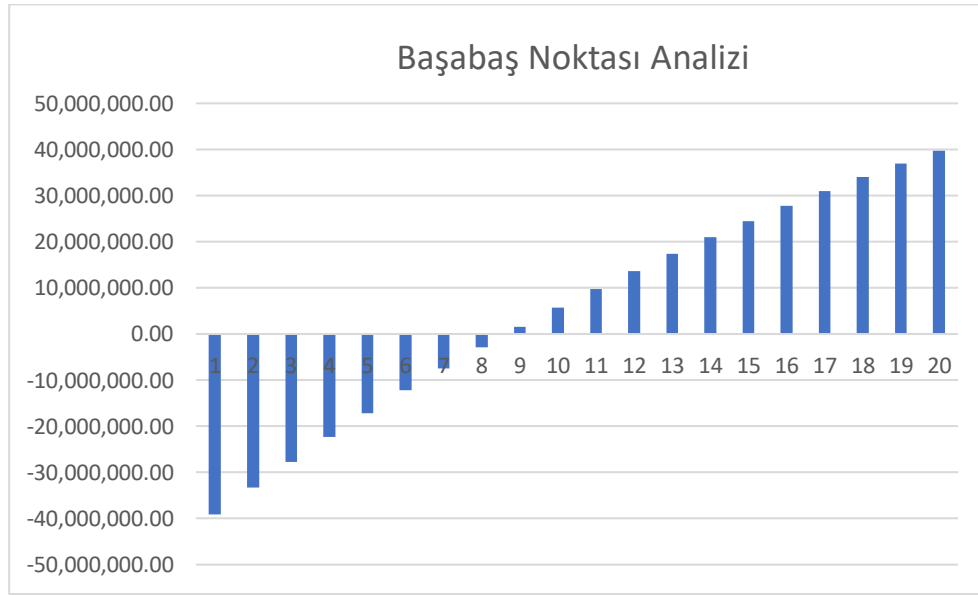
6.1.Projenin Bütçesi

Yapılan piyasa araştırma çalışmaları neticesinde, sunulan plana göre tüm projenin uygulanması için yeterli sermaye Tablo 19'a göre 10x5 MW' lık Yüzer GES tesis yatırım projesi 45,1 milyon ABD dolarıdır.

Tablo 21: Projenin Net Bugünkü Değer Analizi

Net Gelirin Net Bugünkü Değeri-NBD	Kümülatif NBD	Net Bakiye
84.869.636,03		
6.046.689,50		-39.060.453,50
5.809.334,61	11.856.024,11	-33.251.118,89
5.581.271,13	17.437.295,24	-27.669.847,76
5.362.136,08	22.799.431,32	-22.307.711,68
5.151.580,65	27.951.011,96	-17.156.131,04
4.949.269,61	32.900.281,57	-12.206.861,43
4.754.880,84	37.655.162,41	-7.451.980,59
4.568.104,76	42.223.267,18	-2.883.875,82
4.388.643,89	46.611.911,06	1.504.768,06
4.216.212,33	50.828.123,39	5.720.980,39
4.050.535,36	54.878.658,75	9.771.515,75
3.891.348,97	58.770.007,72	13.662.864,72
3.738.399,45	62.508.407,17	17.401.264,17
3.591.442,99	66.099.850,16	20.992.707,16
3.450.245,31	69.550.095,47	24.442.952,47
3.314.581,25	72.864.676,72	27.757.533,72
3.184.234,45	76.048.911,18	30.941.768,18
3.058.997,00	79.107.908,18	34.000.765,18
2.938.669,10	82.046.577,28	36.939.434,28
2.823.058,74	84.869.636,03	39.762.493,03

Tablo 21’de yatırımı planlanan projenin net bugünkü değer (NBD) analizi yapılmıştır. Yıllık faiz oranı ABD doları bazında %3 artış olarak alınmıştır. Böylece, NBD analizi neticesinde elde edilecek değer 84.869.636,03 ABD dolarıdır.



Şekil 26: Projenin Başabaş Noktası Analizi

Projenin yıllık gelir, gider, net geliri ve NBD tablolarından çıkarılan çalışmalar neticesinde proje yatırım bedelinin geri dönüş süresinin daha net çıkarabilmek için ayrıca şekil 26’da başabaş noktası analizi yapılarak proje yatırımının 8,5 sene sonra başabaş noktasına geleceği hesaplanmıştır.

Netice olarak, yüzer GES projesinin yenilenebilir ve temiz enerji sağlaması, atmosfere karbon salınımını engellemesi, suyun buharlaşmasını azaltması, ekosistem olarak çevresel faydalarının olması, daha iyi toprak korunması gibi birçok avantaja sahip olması gerekçesiyle ve ayrıca ülkemizin son dönemlerde yüzer GES’lerin

yaygınlaştırılması hususunda teşvik edici yönetmelikler çıkartması gibi faktörler göz önünde bulundurulduğunda; NBD ve başabaş noktası analizlerinden çıkan sonuçlara istinaden yapılacak yatırımın fizibil olduğu düşünülmektedir.

7. RİSK ANALİZİ

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) için risk analizi, projenin başarıya ulaşması için potansiyel tehlikeleri ve belirsizlikleri belirlemenin ve yönetmenin önemli bir parçasıdır. Bu analiz, projenin farklı aşamalarında ortaya çıkabilecek riskleri tanımlamak, değerlendirmek ve bunlara karşı uygun önlemleri almak için yapılır.

Ilısu Barajı yüzer GES için bir risk analizi örneği şöyle açıklanmıştır:

Çevresel Riskler: Hava şartları: Fırtına, şiddetli yağış veya şimşek gibi hava olayları, yüzer GES sistemlerinin zarar görmesine veya işletme verimliliğini etkileyebilir. Su seviyesi değişiklikleri: Su rezervuarlarının seviyesindeki dalgalanmalar, yüzer platformların stabilitesini ve güvenliğini etkileyebilir. Donanım arızaları: Güneş panelleri, invertörler veya diğer ekipman arızaları, sistem performansını etkileyebilir ve işletme maliyetlerini artırabilir. Su kaynağı koşulları: Su kalitesi, su seviyesi dalgalanmaları veya suya bağlı diğer faktörler, sistemin verimliliğini etkileyebilir. Yatırım maliyeti aşımı: Proje maliyetlerinin beklenenden daha yüksek olması, geri ödeme süresini uzatabilir veya karlılığı azaltabilir. Enerji fiyatlarındaki değişimler: Enerji fiyatlarındaki ani düşüşler veya artışlar, projenin ekonomik performansını etkileyebilir. İşletme ve bakım sorunları: Düzenli bakımın yapılmaması veya işletme personelinin eğitimsiz olması, sistemin performansını ve güvenilirliğini etkileyebilir. Güvenlik ihlalleri: Hırsızlık, vandallık veya kaza riski gibi güvenlik konuları, işletme sürecini olumsuz etkileyebilir. İzin ve ruhsat gereksinimleri: İzin ve ruhsat süreçlerinin gecikmesi veya reddedilmesi, projenin zaman çizelgesini etkileyebilir. Çevresel düzenlemeler: Çevresel mevzuat değişiklikleri veya ihlalleri, projenin yasal uyumluluğunu etkileyebilir ve cezalarla sonuçlanabilir.

Bu risklerin tanımlanması ve değerlendirilmesi, projenin başarılı bir şekilde yönetilmesi için kritiktir. Risklerin azaltılması veya yönetilmesi için uygun stratejiler geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Ayrıca, risklerin düzenli olarak izlenmesi ve değerlendirilmesi de önemlidir, böylece proje süresince ortaya çıkabilecek yeni riskler tanımlanabilir ve yönetilebilir.

8. ÇEVRESEL ANALİZ

8.1. Çevresel Etkilerin Ön-Değerlendirmesi

8.1.1. Çevresel Kapsamda Yüzer GES

Artan nüfus ve sanayileşmeden kaynaklanan enerji gereksinimi dünyanın kısıtlı kaynaklarıyla karşılanamamaktadır. Enerji üretimi ve tüketimi arasındaki açık hızla büyümektedir.

Enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayan fosil yakıtlar gün geçtikçe azalmaktadır. Dünyanın sahip olduğu petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtların özellikle 20. yüzyılda yoğun bir şekilde kullanılması ile ozon tabakası delinmesi, asit yağmurları, küresel ısınma gibi etkileri, dünyayı belki de geriye dönüşü zor bir çevre kirliliği ile karşı karşıya bırakmıştır. Bu kirliliğin önüne geçebilmek ve fosil yakıtların tükenmesini engellemek için yenilenebilir enerji kaynakları arayışı hızlanmıştır.

Özellikle son dönemde artan CO₂ emisyon değerleri, fosil yakıt kullanımının azalması gerektiğini göstermektedir. Bu sebeple alternatif enerji kaynakları için hızlı bir arayış başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları bu arayışta önemli bir rol oynar. Temiz yenilenebilir enerjiye geçiş karbondioksit emisyonunu ve iklim değişikliği konusu için bir çözüm olabilir. Da Silva ve Branco “Is Floating Photovoltaic Better Than Conventional Photovoltaic?” isimli makalelerinde fotovoltaik ve termal sistemlerden toplanan güneş enerjisini çevreye sera gazlar salmamaları sebebiyle elektrik üretmek için umut verici bir kaynak olarak nitelendirmişlerdir. (Silva, 2018).

Bütün gelişmiş ülkeler çevre dostu, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmaya olağanüstü bir önem vermektedir. (Sun-Hee Kim, 2016) “Application of Floating Photovoltaic Energy Generation Systems in South Korea.” makalesinde Güney Kore’nin yenilenebilir enerjiye yaklaşımını anlatmaktadır. Rapora göre, 2012 yılında Güney Kore hükümeti, karbondioksitin aşırı salınımının neden olduğu hava kirliliği

sorunlarını azaltmak için, elektrik sağlayıcılarının yenilenebilir enerji üretimini kademeli olarak artırmalarını gerektiren RPS programını uygulamaya karar vermiştir. Güney Kore'de PV enerji pazarı Kore hükümetinin RPS programı nedeniyle hızla genişlemektedir. Son zamanlarda, yenilenebilir enerji olarak YGES Kore'de ilgi çekmiştir. Bir çevresel değerlendirme uygulayıcısı bakış açısından, Güney Afrikalı çiftçilerin yakında tarımda kendi karbon ayak izini azaltmak için azaltıcı çözümler olarak yerden tasarruf eden YGES kurulumunu düşünüyor olacağı tahmin edilmektedir. Yüzer güneş enerjisi sistemleri çiftçilere, mevcut tarım arazilerini korurken ve su kütlelerini (barajlar, göletler, kanallar) daha verimli bir şekilde kullanırken, sürdürülebilir bir tarım uygulaması olarak güneş enerjisi üretimini uygulamalarına olanak sağlamaları açısından çifte fayda sağlamaktadır. (VLOK, 2019) Temiz enerji uygulamaları kapsamında Kore, İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), İtalya, Japonya, İspanya ve Çin gibi ülkelerde göllere başarılı Yüzer GES kurulumunun gerçekleştirildiğini de Da Silva ve Branco, çalışmalarında bahsetmişlerdir. Dünya üzerinde kurulumu sağlanan Yüzer GES'lerin verimliliğini test etmek üzere deneysel olarak da Kore'de portatif sistemler geliştirilmiştir. Buna bağlı olarak Yüzer GES kurulumu üzerine araştırmalar yapılmıştır. Tüm dünya üzerinde kurulumu yaygınlaşmaya başlayan Yüzer GES'lerin geleneksel GES sistemlerine göre daha verimli olacağı düşünülmektedir.

8.1.2. Yüzer GES'in Çevresel Etkileri

Yüzer GES santralleri, enerji üretmek için ümit verici yenilenebilir alternatif enerji olarak dünya çapında büyümektedir. Bununla birlikte, birçok çalışma geleneksel yüzer GES santrallerinin kurulması ve işletilmesi ile ilgili bazı dezavantajları vurgulamıştır. Böylece, yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES), çevresel etkileri azaltmak amacıyla tasarlanan ve su üzerinde konumlandırılan güneş enerjisi sistemleridir. Ancak, her enerji üretim teknolojisi gibi yüzer GES'in de çevresel etkileri bulunmaktadır. Yüzer GES'in çevresel etkileri hakkında bilinmesi gereken faktörler şu şekildedir;

Su ve Habitat Etkisi: Yüzer GES'ler, su üzerinde yer aldıkları için sucul habitatları ve su kalitesini etkileyebilir. Platformların inşaatı ve operasyonu, sucul ekosistemler üzerinde geçici etkilere neden olabilir ve bu etkilerin kontrol altına alınması önemlidir. **Gölgeleme ve Isı Artışı:** Yüzer GES sistemlerinin su yüzeyini kısmen gölgelendirmesi ve güneş enerjisinin emilerek suyun ısınması gibi etkiler sucul yaşamı etkileyebilir. Ancak, bu etkilerin büyüklüğü ve önemi, projenin ölçeğine, konumuna ve çevresel koşullarına bağlı olacaktır.

Habitat Bozulması: Yüzer GES'lerin inşaatı ve operasyonu, su üzerindeki habitatları ve yerel ekolojik dengeyi bozabilir. Özellikle sulak alanlar, göletler ve göller gibi hassas habitatlarda, bu etkilerin dikkatlice değerlendirilmesi ve yönetilmesi önemlidir.

Gürültü ve Trafik: Yüzer GES projeleri, inşaat ve bakım süreçlerinde gürültü ve trafik oluşturabilir. Bu, çevredeki doğal yaşamı ve yerel toplulukları etkileyebilir. Bu nedenle, gürültü ve trafik etkilerinin azaltılması için uygun önlemler alınmalıdır.

Görsel Etki: Yüzer GES sistemleri, su üzerinde belirgin bir şekilde görülebilir ve çevresel manzaranın estetiğini etkileyebilir. Proje planlaması ve tasarımı, çevresel manzaranın korunmasını ve yerel toplulukların kabulünü sağlamak için önemlidir.

Toprak Kullanımı: Yüzer GES sistemleri, su üzerinde yer aldıkları için genellikle toprak kullanımını etkilemezler. Bu, kara üzerinde yer alan güneş enerjisi sistemlerine kıyasla bir avantaj olabilir ve arazi kullanımının korunmasına katkıda bulunabilir.

Yüzer GES'in çevresel etkileri, proje planlama, tasarım ve işletme süreçlerinde dikkate alınmalı ve en aza indirilmelidir. Bu, çevresel sürdürülebilirlik ilkesine uygun olarak hareket edilmesini sağlar ve yerel ekosistemlerin ve toplulukların korunmasını sağlar.

9. SOSYAL ANALİZ

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) için sosyal analiz, projenin toplum üzerindeki etkilerini ve bu etkilerin değerlendirilmesini içerir. Bu analiz, projenin uygulanmasının yerel toplum, işgücü, ekonomi ve kültür üzerindeki sosyal etkilerini anlamak için önemlidir.

9.1. Projenin Sosyal Etkileri

Yüzer GES projeleri, inşaat, montaj, işletme ve bakım aşamalarında istihdam oluşturabilir. Bu analiz, projenin yerel işgücüne ve ekonomiye olan katkısını değerlendirmeli ve potansiyel ekonomik faydaları belirlemelidir.

9.2. Projenin Toplumsal Gruplara Etkisi

Yüzer GES projelerinin toplum tarafından nasıl algılandığı ve karşılandığı önemlidir. Toplumsal kabul ve katılımın sağlanması için iletişim stratejileri ve paydaşlarla etkileşim planları geliştirilmelidir. Projenin uygulanması sırasında, toplumsal cinsiyet, yaş, etnik köken ve ekonomik durum gibi faktörlere dayalı eşitsizliklerin azaltılması önemlidir. Sosyal analiz, projenin bu eşitsizlikleri nasıl etkilediğini ve azaltıcı önlemler alınmasının gerekip gerekmediğini değerlendirmelidir. Yüzer GES projesinin toplumun sağlık ve refahı üzerindeki etkileri incelenmelidir. Projenin gürültü kirliliği, hava kalitesi ve toplumun genel refahı üzerindeki etkileri değerlendirilmelidir. Yüzer GES projesinin kültürel mirasa olan etkileri de sosyal analiz kapsamında incelenmelidir. Özellikle proje alanının kültürel ve tarihi önem taşıması durumunda, projenin bu mirasa olan etkileri dikkate alınmalı ve korunmalıdır. Projeye ilişkin eğitim ve farkındalık düzeyinin artırılması, projenin toplum tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir. Bu

nedenle, sosyal analiz, toplumun projeye ilişkin bilgi ve farkındalık düzeyini değerlendirmeli ve bu konuda yapılması gereken çalışmaları belirlemelidir.

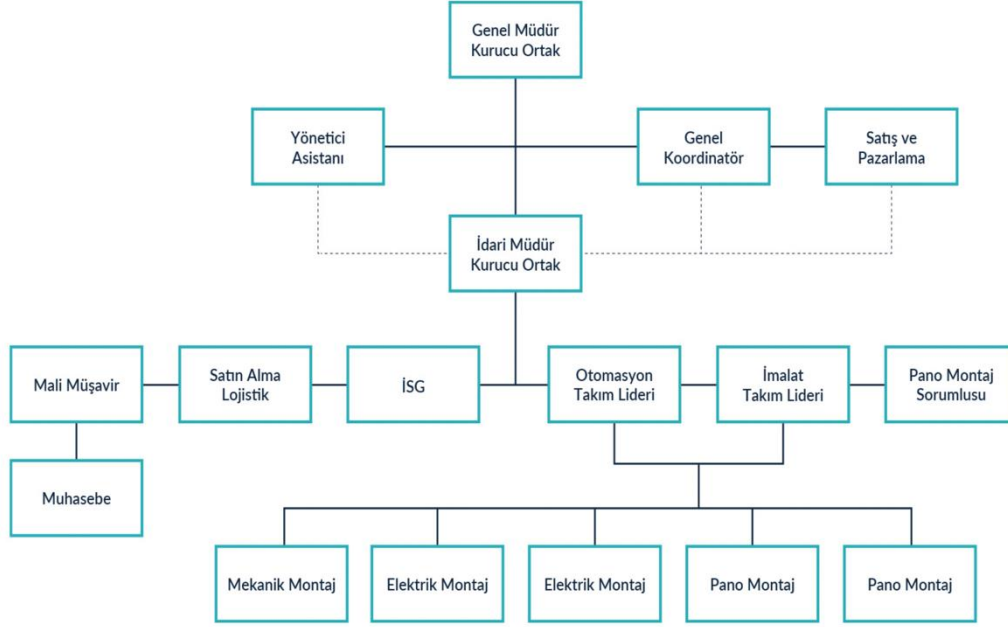
Netice olarak sosyal analiz, bu yüzer GES projesinin toplumsal etkilerini değerlendirerek, projenin sürdürülebilirliğini ve toplumla uyumunu sağlamaya yardımcı olabilir. Bu analiz, proje planlaması, uygulanması ve izlenmesi süreçlerinde önemli bir rol oynar.

10. PROJE YÖNETİMİ VE UYGULAMA PROGRAMI

10.1. Proje Organizasyonu ve Yönetim

Dargeçit Ilısu Barajı Yüzer GES, yatırımcının kurum veya kuruluşunun enerji tüketimini karşılamak üzere hayata geçirilecektir. Sistem kuruluşundan sonra yönetimi yatırımcının kurum veya kuruluşuna bağlı enerji yönetim birimlerince yönetilecektir. Ilısu barajında kurulacak yüzer GES projesinde yatırımcının personellerine sistem konusunda eğitim verilmesi ve mümkünse kurulum sürecine dahil edilmesi işletme aşamasına önemli katkı sağlayacaktır. İşletme personeli, garanti süresi boyunca sistemin bakımlarının düzenli yapılmasının takibi, sonrasında da bakım organizasyonlarını düzenlenmesi ve yapılması ve üst yönetime yapılmasını sağlayacaktır. Şebekeye fazladan elektrik verilmesi durumunda tespit edilen enerji miktarı için kesilecek fatura şekil 26'daki yüzer GES organizasyonundaki ilgili birimlerin koordinasyonu ile muhasebe tarafından hazırlanacak ve bölgesel elektrik dağıtım şirketine iletilecektir. Ayrıca tesisin işletilmesi için Elektrik Tesislerinde Yüksek Gerilim İşletme Sorumlusu görevlendirilmesi zorunludur. Bu ihtiyaç için yatırımcı organizasyonunun içinden görevlendirme yapılarak veya özel kurumdan hizmet alınarak sorumluluk yerine getirilecektir.

Yatırımcı kurum veya kuruluşuna bağlı olacak Yüzer GES işletmesinin organizasyon şeması aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 27: Yüzer GES İşletme Organizasyon Şeması

Yukarıda belirtilmiş olan organizasyon şemasında yatırımcının şirketinin merkez ofisinde muhtelif projeler kapsamında istihdam ettirilen genel müdür, yönetici asistanı, genel koordinatör, satış ve pazarlama, idari müdür, mali müşavir, satın alma lojistik, iş sağlığı güvenliği ve imalat takım lideri şirket merkezinden idari ve teknik hizmet desteği verecek ayrıca gerektiği hallerde saha ziyaretleri yapacaklardır. Sahada çalışan ekip ise otomasyon takım lideri olarak bir yönetici, pano montaj sorumlusu olarak bir elektrik mühendisi, bir muhasebeci, beş teknik eleman ve dört güvenlik personeli istihdam ettirilecektir.

10.2. Proje Uygulama Planı ve Projede Kritik Aşamalar

Yüzer Güneş Enerjisi Sistemleri (GES) projesinin başarılı bir şekilde uygulanması için dikkate alınması gereken birkaç kritik aşama ve proje uygulama planı şunları içerebilir: Proje başlamadan önce, proje alanının ve koşullarının ön bir değerlendirmesi yapılmalıdır. Enerji talebi, güneş ışığı potansiyeli, su kaynağı durumu ve çevresel etkiler gibi faktörlerin analizi yapılmalıdır. Proje başarısının olasılığını değerlendirmek için ekonomik, teknik ve çevresel faktörler dikkate alınmalıdır. Proje alanının detaylı bir değerlendirmesi yapılmalıdır, bu da arazi topografyası, jeolojik yapısı ve çevresel duyarlılık gibi faktörlerin incelenmesini içerir. Su yüzeyinin uygunluğu, güneş paneli yerleşimi ve platform konfigürasyonu için analizler yapılmalıdır. Proje için gerekli tüm izinlerin alınması ve düzenleyici gerekliliklerin karşılanması önemlidir.

Çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve projenin çevresel düzenlemelere uyumu sağlanmalıdır. Proje için detaylı mühendislik ve tasarım çalışmaları yapılmalıdır. Yüzer platformların, güneş panellerinin ve diğer sistem bileşenlerinin spesifikasyonları belirlenmelidir. Projenin inşası için uygun müteahhitler seçilmeli ve sözleşmeler yapılmalıdır. İnşaat süreci düzenli olarak izlenmeli ve projenin zamanında ve bütçe dahilinde tamamlanması sağlanmalıdır. Yüzer GES sistemi, tamamlandıktan sonra devreye alınmalı ve test edilmelidir. Tüm sistem bileşenlerinin doğru şekilde çalıştığından ve performansın gereksinimleri karşıladığından emin olunmalıdır.

Proje tamamlandıktan sonra, düzenli işletme ve bakım planları oluşturulmalıdır. Günlük izleme, bakım ve onarım işleri planlanmalı ve uygulanmalıdır.

Bu kritik aşamalar, yüzer GES projesinin başarılı bir şekilde uygulanması için önemlidir. Her aşama dikkatle planlanmalı, izlenmeli ve yönetilmelidir. Uygun planlama ve yönetim, projenin başarısını ve sürdürülebilirliğini sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Bank, I. B. (2018). Where Sun Meets Water Floating Solar Market Report.
- Cazzaniga R, C. M.-c.-c. (2017). Floating photovoltaic plants : Performance analysis and design solutions.
- Choi, Y.-K. (2014). A Study on Steel Properties for Floating Photovoltaic System Structure.
- 1K-water Institute, Korea Water Resources Corporation (2016). Deionized Water-Safety Data Sheet.
- Grid-Connected Solar Market. India (2019).
- MUSKİ Fizibilite Raporu (2020).
- How Japan Became The World Leader in Floating Solar Power.
<https://www.weforum.org/agenda/2019/03/Japonya-is-the-world-leader-in-floating-solar-power>
- İlbank. İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına ait Teknik Şartname.
- Özden FAKIOĞLU, M. A. (2011). Baraj Göllerinde Toksik Mavi-Yeşil Algler. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi.
- Wood Mackenzie Poer & Renewables. G.S. (2019).
<https://www.woodmac.com/reports/power-markets-global-solar-pv-market-outlook-update-q2-2019-327403>.
- S Casini, R. C. (2018). Floating PV Plant and Water Chemistry. Italy.
- Silva, D. A. (2018). Is Floating Photovoltaic Better Than Conventional Photovoltaic?Assessing environmental Impacts,Impact Assessment and Project Appraisal. Engineering at the Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.
- Vlok, M. A. (2019). Development of A Gis-Based Decision Support Tool For environmental Impact Assessment and Due-Diligence Analyses of Planned Agricultural Floating Solar System.