

Dünyada Hidro YüzerGes Projelerinin Gelişimi ve Türkiye'deki Potansiyeli *Improvement of Floating HydroSolar Projects in the World and Potential of Turkey*

Mehmet BULUT

Elektrik Üretim A.Ş Genel Müdürlüğü, Ankara
mehmet.bulut@euas.gov.tr

İzzettin KAPLANOĞLU

Hidrolik Santrallar Daire Başkanlığı, Elektrik Üretim A.Ş Genel Müdürlüğü, Ankara
izzettin.kaplanoglu@euas.gov.tr

Veysi GEYLANI

Termik Santrallar Daire Başkanlığı, Elektrik Üretim A.Ş Genel Müdürlüğü, Ankara
veysel.geylani@euas.gov.tr

Özet

Güneş enerjisinden yararlanmak üzere geliştirilen teknolojiler hem güneş enerjisinden yararlanma miktarını arttırırken hem de alt yapı maliyetlerini düşürmektedir. Ülkemizde de güneş enerjisinden yararlanma bilinci geliştikçe daha çevreci ve ekonomik bir kaynak değerlendirilmiş olacaktır. Türkiye'de mevcut sulama amaçlı öncelikli olmak üzere, uygun hidroelektrik santrallere ait baraj gölü rezervuarları üzerine yüzer fotovoltaik (PV) güneş panellerle kurulabilecek hydrosolar Ges Sistemleri de ülkemiz için yenilenebilir çevreci enerji potansiyeli sunmayı mümkün kılmaktadır. Bu çalışma ile dünyada ve Türkiye'de bu konuda yapılan çalışmalar ve işletmede olan Yüzer GES projelerinin durumu, projelerde kullanılan teknolojiler incelenerek hydrosolar teknolojisinin gelişimi ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hydrosolar, Yüzer Ges, PV

Abstract

Technologies developed to benefit from solar energy increase the amount of solar energy utilization. Floating photovoltaic (PV) are hydrosolar be installed with solar panels, hydroelectric systems also make it possible to offer renewable green energy potential for our country. This study is about projects of floating hydrosolar power plants in operation around world and examining the technologies used in the project hydrosolar was revealed the development of technology.

Keywords: Hydrosolar, floating solar plant, PV

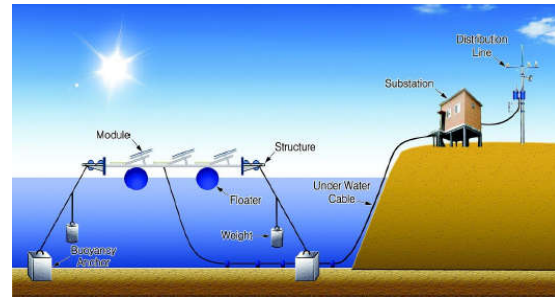
1. Yüzer Ges (Hydrosolar) Sistemleri

Geliştirilen PV yüzer güç sistemleri, PV santral teknolojisi ve yüzen platform teknolojinin kombinasyonundan kaynaklanmaktadır. Bu kombinasyon, gelişen teknoloji için yeni bir konsept

niteliği taşımaktadır. PV yüzer GES tesisi, yüzen bir sistem, bağlama sistemi, PV sistemi ve sualtı kablolarından oluşmaktadır. Yüzer güneş sistemleri, tarım gibi diğer kullanımlar için araziyi koruduğu için, arazi veya çatı sistemlerinden üstündür. Buna ek olarak, su yüzeyinin çoğunu kaplayan, aynı zamanda yosun oluşumunu sınırlandıran ve suyun doğal soğuma etkisinden dolayı daha verimli çalışmakta ve ayrıca barajlardaki suyun buharlaşmasını azaltma yönünde katkı sağlarlar. Bu çalışma ile dünyada ve Türkiye'de bu konuda yapılan çalışmalar ve işletmede olan Yüzer GES projelerinin durumu, projelerde kullanılan hydrosolar teknolojiler incelenmiştir.

1.1 Yüzer Güneş PV Sisteminin Bileşenleri

Yüzer Güneş PV Sistemleri temel dört kısımdan oluşmaktadır. Farklı şekillerde tasarım yapıları olsa bile bunlar kısaca; Birinci kısım Yüzen Sistem, PV modülünün kurulumuna izin veren yüzen bir gövde (Yapı + Floater), ikinci kısım Palamar Sistemi, Su seviyesinde dalgalanmaları ayarlayarak güney yönünde konumunu korur. Üçüncü kısım PV Sistemi, Elektrik tesisatı kutularına benzer, yüzen sistemin üstüne monte edilen PV üretim ekipmanları ve son kısım olarak Sualtı Kablosu, Üretilen enerjiyi karadan PV sistemine aktarır.



Şekil 1. Yüzer Güneş Enerji Sistemi Temel Yapısı

Yüzer güneş enerji sistemi bileşenleri,

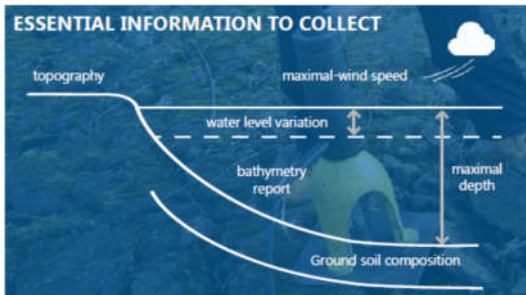
1. Yüzen Yapı : Bir duba, yüzdürme yapısındadır ve suyun üzerinde yüzen ve ağır bir yükü destekleyecek kadar yüzme yeterliliğine sahiptir. Yapısı, panellerin sayısı tutabilir gibi tasarlanmıştır.
2. Bağlama Sistemi : Bir bağlama, yüzen bir yapının sabitlenebileceği sürekli yapıyı ifade eder. Yüzen yapının su üzerindeki serbest dolaşımını önlemek için bir kayaya bağlanmış bir yapı sabitlenmiştir.
3. PV Güneş Modülü : Tek bir güneş modülü yalnızca sınırlı bir güç üretebilir; Çoğu kuruluma çoklu modüller bulunur. Bir fotovoltaik sistem tipik olarak, bir panel veya bir dizi güneş modülü, bir güneş invertörü ve bazen bir pil ve / veya güneş takip cihazı ve bağlantı kablosu içerir.
4. Kablolama : Açık hava kullanımları nedeniyle, güneş kabloları spesifik olarak UV ışınlarına ve aşırı yüksek sıcaklık dalgalanmalarına karşı dayanıklı olacak şekilde tasarlanmıştır ve genellikle hava koşullarından etkilenmezler.
5. Şebeke Bağlantı İstasyonu: İnverter sistemi ve şebeke bağlantı ekipmanlarının bulunduğu Kapalı Şalt Modülü.

1.2 Yüzer Yapıların Özellikleri

Yüzer yapı, rezervuarlarda su seviyesindeki değişime kolayca uyum sağlamalıdır. Yani su seviyelerine bakılmaksızın, sistem su yapıları üzerinde yüzmelidir. Kayan malzeme tamamen geri dönüşümlü olmalıdır.

Bu yapıların özellikleri şunlar olmalıdır:

- Yapı için kullanılan malzeme tamamen toksik olmamalı, tuza dayanıklı olmalıdır
- UV ışınlarına dayanıklı ve tamamen geri dönüşümlüdür.
- Yapıların -60 ° C ila 80 ° C arasındaki sıcaklıklara dayanabilmesi gerekir.
- 30 yıldan uzun ömür, su altındaki kabiliyetlere dayanabilmelidir.



Şekil 2. Yüzer Yapıların maruz kalabileceği durumlar için toplanacak bilgiler

1.3 Yüzer Yapıların Malzeme Özellikleri

Yüzer Yapıların modülleri için temel malzemeler Plastik şamandıra elemanları ve Paslanmaz çelik

elemanlardan oluşmaktadır. Plastik yapılar LUPOLEN 5261Z veya PEAD ile yapılır, bunlar deniz ve askeri alanlarda iskelelerin inşası için kullanılan malzemelerdir. PEAD malzemesinin maliyeti yüksektir. Yüzen güneş sistemine uygun diğer malzeme HDPE (Yüksek Yoğunluklu Polietilen) malzemedir. Bu HDPE yapılar, düşük maliyet ve yüksek güvenilirlik nedeniyle tercih edilmektedir. Diğer yapılar fotovoltaik paneller için metal destek yapıları olup, boru şeklinde çinko veya paslanmaz çelikten imal edilmiştir. Metal yapıların maliyeti yüksektir ve bu metal gövdelerin diğer sakıncaları alkalit asitlerine karşı daha az dirençlidir. Diğer malzemelerin dezavantajları ve maliyet faktörleri nedeniyle HDPE malzemesi yüzen güneş sistemleri için en yaygın kullanılan malzeme konumundadır.

1.4 HDPE (Yüksek Yoğunluklu Polietilen)

Ultraviyole ışınlarına ve korozyona karşı dayanıklıdır: Yapılar, üfleme kalıp üretim prosesi ile HDPE'den yapılır. Çok dayanıklı kompozisyonlarından ötürü, 20 yıldan uzun süre dayanabilir. HDPE Yapılar yüzen güneş enerjisi, Fransız havacılık laboratuvarı ONERA'nın raporuna göre 118 mph rüzgarlara kadar dayanabilir. Güvenli montaj ve bakım, kolay ve hızlı bir şekilde kurulacak şekilde tasarlanmıştır. İkincil şamandıralar bakım ve temizlik için panellere kolay erişim sağlar. Maliyet-etkin olup LUPOLEN 5261Z ve çinko kaplı paslanmaz çelik yapılara kıyasla modül başına daha düşük maliyete sahiptir. HDPE yapıların diğer imalat faydaları, kurulumu kolaydır, yani herhangi bir elektrik konfigürasyonuna kolayca adapte edilebilir, Düşükten yükseğe yüksek güç üretimine kadar ölçeklenebilir, HDPE yapıların kurulması için ağır ekipmana ihtiyaç yoktur. HDPE malzemeler için geri dönüşüm mümkündür.

2. Yüzer Ges Sistemlerinin Faydaları

Barajların üzeri panellerle kaplı olduğu için, yaz aylarında buharlaşma daha az olacak ve mevcut hidroelektrik santrallerinin verimi daha da yükselecektir. Santral baraj gölleri v.s. alanlarda tesis edilen yüzer Hydro-Solar GES Sistemleri incelendiğinde;

- a) Su yüzeyine kurulan güneş panelleri, su kaynaklı soğutma sayesinde tasarım veriminde çalışmakta ve elektrik üretimi sabit GES kurulumlarına göre yıllık %15'e kadar artış göstermektedir.
- b) Hidroelektrik santral göl alanı, arıtma tesisleri, sulama havuzları gibi tüm su rezervuarlarına kurulabilen HydroSolar GES Sistemleri arazi gereksinimine ihtiyaç duymamaktadır. Bu durum aynı zamanda, arazi

tesviyesi ve konstrüksiyon kurulumu gibi maliyetleri de ortadan kaldırmaktadır.

- c) Kurulan yüzer güneş enerjisi sistemi güneş ile direkt teması kestiği için, kurulu olduğu alanda buharlaşmayı %70 civarında azaltmaktadır. Yüzer GES ile yapılan üretim ile (eşdeğer fosil yakıtla çalışan termik santraller ile kıyaslandığında) karbondioksit salımının engellendiği görülmektedir.
- d) Sistemin en önemli katkılarından biri de kurulum sürelerinin, sabit karada kurulan GES'lere göre üç kat daha kısa sürmesinden dolayı, sistem yatırım maliyetleri düşük olmaktadır. Bu durum avantajlı enerji üretim potansiyeli olarak Yüzer GES sistemlerini karşımıza çıkarmaktadır

3. Dünyadaki Yüzer Güneş Santralleri

Ülkeler göre, Yüzer Fotovoltaik Güneş Enerjisi Santrallerinin özet tablosu aşağıda verilmektedir. Santral sayısı, kurulu güç ve ilk tesisin kurulma tarihine bakıldığında Japonya açık ara öne çıkmaktadır. Bunun nedeni ise; 2011 yılının Mart ayında 9.0 şiddetindeki Tohoku Depreminin ardından oluşan tsunaminin Fukushima Nükleer Santraline zarar vererek çevre felaketi yaşanmasıdır. Japonya bu felaketten ders çıkararak, Güneş Enerjisi Santralleri kurulumuna yöneldi.

Japonlar depremin üzerinden 3.5 yıl geçmeden ilk Yüzer Güneş Enerjisi santralini kurdular. Bugün ise, Japonya'da Yüzer Fotovoltaik Güneş Enerjisi Santralinin sayısı 45'i geçmiştir.

Ülkeler Göre Yüzer Güneş Enerjisi Santralleri			
Ülke	Toplam Santral Sayısı	Toplam Kurulu Güç	Not
Japonya	46	71.446	İlk tesis Ağustos 2014
Çin	2	69.982	İlk tesis Nisan 2016
İngiltere	6	10.150	İlk tesis Ağustos 2014
G. Kore	3	9.000	İlk tesis Şubat 2016
Amerika	3	492	İlk tesis 2007

Tablo 1. de ülkelere göre toplam yüzer Ges santral sayıları

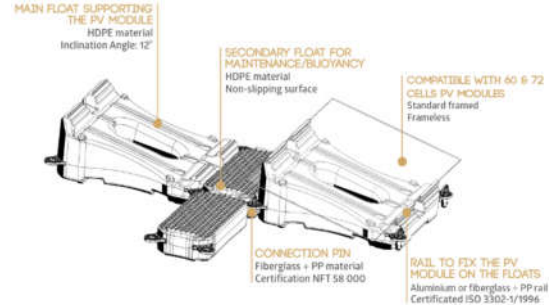
4. Yüzer Ges Platformu Teknolojileri

Yüzer GES platformu için tamamen toksik olmayan, tuzlu suya ve alkalik asitlere, UV ışınlarına dayanıklı ve tamamen geri dönüşümlü malzeme kullanılmaktadır. Yapılar, -60 ° C ila 80 ° C arasındaki sıcaklıklara dayanabilmelidir. Yüzer yapı modülleri için kullanılan temel malzemeler plastik şamandıra elemanları ve paslanmaz çelik elemanlardır. Yüzen güneş istasyonları için uygun diğer malzeme HDPE (Yüksek Yoğunluklu

Polietilen) malzemelerdir. Bu HDPE yapılar, düşük maliyet ve yüksek güvenilirlik nedeniyle tercih edilmektedir. Yüzer güneş enerjisi sistemlerinde kullanılan HDPE yapılarının ömrü 20 yıldan fazladır. Yüzer GES platformunda kullanılan çeşitli yapı çeşitleri bulunmaktadır. Bunlar;

4.1 Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE) Duba Sistemi

Güneş modülleri, yüksek yoğunluklu polietilenden (HDPE) yapılmış dubalar üzerine kurulmaktadır. Dünyadaki mevcut kurulumlarda en fazla bu tip yüzer platform kullanılmıştır. Büyük ölçekli tesislerde, özellikle Japonya'da Fransız firması Ciel&Terre tarafından geliştirilen ürün kullanılmıştır. Fransız bir şirket olan Ciel & Terre, yüzen güneş enerjisi sistemleri için kendi Hydrelion sistemini geliştirip patentini almıştır.



Şekil 3. Ciel&Terre HDPE Yüzer Platformu (Fransa)

Bu sistem, HDPE şamandıraların modüler, birbirine bağlanabilen yapıları kullanılmaktadır. Şamandıralar 12 derecelik bir eğimle PV panelleri tutmak için şekillendirilmiştir. Çapalar güneş dizisini sabit tutmak için kullanılmaktadır. Firma ürünü Hydrelion® şamandıralarından imal edilmiştir, enjeksiyonlu üretim yoluyla materyal olarak HDPE malzeme kullanılmaktadır. Bu çok dayanıklı bileşim sisteme 20+ yıl ömür sağlamaktadır. Yapılan testlerde Hydrelion® teknolojisi 210 km / saate kadar olan rüzgarlara dayanıklı olduğu belirtilmektedir.

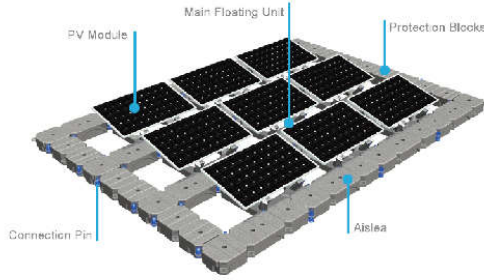
Çin firması tarafından geliştirilen Mrac HDPE Yüzer Platformu bileşenleri incelendiğinde ise;

Ana Yüzer Yapı : Ana yüzen gövde tek bir parçadan oluşmakta, bu nedenle dalganın neden olduğu gücü PV modüllerine iletilmesini engellemektedir.

Ara Geçit Elemanı : Ana yüzer gövdeye sıkı sıkıya bağlanan aynı zamanda sonraki işletme ve bakım için kolaylık sağlamaktadır

Bağlantı Aparatı: Ana yüzücü gövde ile bağlantılıdır ve bakım koridoru özellikle yüzer güneş enerjisi santralının

dalgalara , rüzgara karşı güvenliğini sağlamak için yarılma ve gerilme mukavemetinde kalite ön plana çıkmaktadır.



Şekil 4. Mrac Ürün Platform Yapısı ve Yüzer PV Sistem Örneği (Çin)

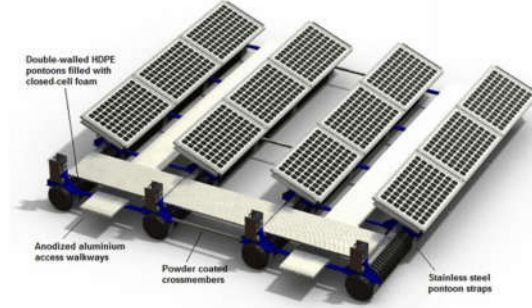
4.2 Boru Yüzdürücülü Yüzer Sistem

Thompson Technology Industries firmasının geliştirilen Floatovoltaic® sistemi, suyun tüm cisimlerinde PV kurulumları için isteğe bağlı bir montaj platformu sağlar.

Floatovoltaic® sistemi, çok az saha hazırlama gereksinimleri nedeniyle kurulum süresini ve buna bağlı maliyeti önemli ölçüde düşürmektedir. Tüm su kütlelerinde PV kurulumları için en uygun montaj platformunu sağlar

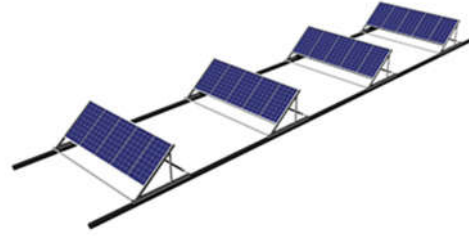
Patentli tasarım, kapalı hücreli köpük çekirdeklere sahip son derece dayanıklı, çift cidarlı, HDPE pontonlar içermektedir. Paslanmaz çelik kayışlar pontonları sabitlemekte ve sistemdeki alüminyum montaj rayları her çeşit PV modül tipini desteklemektedir. Alüminyum yürüyüş yolları, sistemin incelenmesini ve bakımını sağlamaktadır.

Sunfloater ise Hollanda menşeli firmanın yenilik projesi olarak, büyük açık su alanları için yüzen fotovoltaik (PV) enerji toplama sistemlerini geliştirmeyi amaçlamıştır.



Şekil 5. Floatovoltaic® Yüzer PV Sistemi

Sunfloater sistemi, güneş rölelerinin serbest su yüzeyindeki yansımalarını artırarak, artan pasif soğutma ve Güneş enerjisi dönüşümünü kolaylaştırmayı hedeflemiştir. Sunfloater yüzer sistemleri, dikey güneş panelleri de dahil olmak üzere iki tam ölçekli prototipi, çeşitli dalga koşullarında test edilmiştir

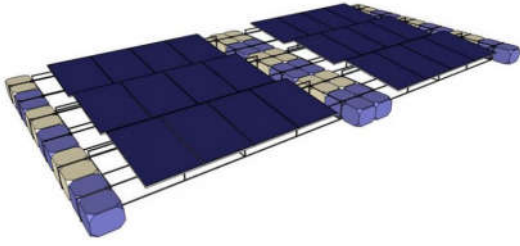


Şekil 6. Sunfloater yüzer sistemleri ve uygulama projeleri



Şekil 6. Sunfloater yüzer sistemleri uygulaması

4.3 Metal Konstruksiyon İle Bütünleşik Duba Sistemi
Buradaki Yüzer GES platformları metal konstruksiyon ile bütünleşik duba sisteminden oluşmaktadır. Metal konstruksiyon, istenen açıda sistemin yapılandırılmasını izin vermektedir.



Şekil 7. Metal Konstruksiyon İle Bütünleşik Duba Sistemi

5. Türkiye'deki Yüzer Ges Santralleri

5.1 Azmak 2 HES Yüzer GES Projesi

İstanbul'da yerleşik TYT Firmasının geliştirdiği HydroSolar sistemin ilk prototipi olarak Mersin'in Mut ilçesinde bulunan Azmak 2 HES'te kurulan sistemi TÜBİTAK desteği ile geliştirilmiştir. Özgür Elektrik Üretim AŞ'ye ait Mersin'in Mut ilçesinde bulunan Azmak 2 Hidroelektrik Santrali'ne yapılan HydroSolar kurulumu Türkiye'nin ilk yüzer güneş enerjisi sistemi olmuştur. Ar-Ge çalışmalarına Eylül 2013'te başladığımız ve Ekim 2014'te devreye alınan HydroSolar Türkiye'de kurulan ilk yüzer güneş enerjisi sistemi olmuştur.

Şirket buradaki projenin kurulumu sırasında edindiği deneyimler doğrultusunda, HydroSolar tasarımını yenilemiş ve çok daha maliyet etkin ve çevreye duyarlı bir tasarım geliştirmiştir. Bu tasarımın patent alınması için Türk Patent Enstitüsü'ne patent başvuru yapılmıştır. Suyun soğutma etkisi sayesinde kara sistemlerine göre %15 daha verimli olarak çalışması beklenen bu sistem %100 geri dönüştürülebilir malzemeden yapılmıştır.



Şekil 8. Azmak 2 HES Yüzer GES Projesi

5.2 Küçükçekmece Yüzer GES Projesi

İstanbul Enerji ve İSKİ ile birlikte yürüttüğü projede, Büyükçekmece gölü üzerinde 120 kW ve 90 kW olmak üzere iki ayrı Yüzer GES tesisi kurulmuştur. Proje üç farklı kısımdan oluşmaktadır. İlk olarak protip düzeyde geliştirilen 9 kW bir yüzer GES tesisi kurulmuştur.

Sonra farklı tip yüzer platformlar kullanılarak ve farklı açılarda yapılandırılan 120 kW + 90 kW olmak üzere 210 kW'lık Yüzer GES tesisi hayata geçirilmiştir. Yüzer GES'lerin karasal kurulumlar ile performanslarını karşılaştırmak için aynı sahada karasal olarak 30 kW GES kurulmuştur. İTÜ ile bilimsel izleme yapılması için protokol imzalanmıştır.



Şekil 9. Büyükçekmece Yüzer GES Projesi

1.1. Büyükçekmece gölü üzerinde kurulan 120 kW Yüzer GES tesisi TYT firmasınınca tamamen Yüksek Yoğunluklu Politilen (HDPE) Duba Sisteminden oluşan HydroSolar sistemi kullanılmıştır. Paneller bu sistemde 12 derecelik açıyla yerleştirilmiştir. Diğer 90 kW tesis Meteo firmasınınca metal konstruksiyon ve duba sistemi ile bütünleşik bir yapıda kurulmuş ve paneller 30 derecelik açıda yerleştirilmiştir.



Şekil 10. Büyükçekmece Yüzer GES Projesi – 90 kW (Meteo Firması-Panel Yerleşimi)

5.3 Yüzer GES HydroSolar Sistem :

TYT firmasınınca geliştirilen yüzer güneş enerjisi sistemi HydroSolar'ı İstanbul Büyükçekmece Gölü üzerinde de kurulmuştur. 120 kWlık kapasitesiyle bu sistem Türkiye'nin en büyük yüzer güneş sistemidir. TYT firmasınınca geliştirilen HydroSolar ürünü, PV panellerin su yüzeyine kurulumuna imkan tanıyan bir altyapı sistemidir. %100 geri dönüştürülebilir ve su ile

etkileşime girmeyen plastik malzemeden üretilen sistem barajlar, göller, su rezervuarları üzerine kurulmaktadır.

Suyun soğutma etkisiyle %15 daha yüksek üretim sağlayan paneller aynı zamanda kapladığı alanda buharlaşmayı %60 oranında engelleyen bir kapak görevi görmektedir. Hydrosolar Yüzer Güneş Enerjisi Sistemi, 120 kWe kapasite ile güneş enerjisinden elektrik üretirken aynı zamanda yılda 720 ton suyun buharlaşmasını engellemektedir.



Şekil 11. Büyükçekmece Yüzer GES Projesi – 120 kW
(TYT Firması)

6. Sonuç Ve Değerlendirme

Ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde kullanılan kaynakların sınırlı olması sebebiyle, ülkemizin hem bugününü hem de geleceğini dikkate alan yerli kaynaklara dayalı bir enerji politikası oluşturma ve tercihleri buna göre yapma zorunluluğumuz bulunmaktadır. Ülkemiz sahip olduğu potansiyeli kadar güneş enerjisinden en iyi istifade etmeye çalışan ülkelerden birisi olarak da ön plana çıkmaktadır. Avrupa ve diğer dünya devletlerine göre ülkemizin güneş enerjisi potansiyeli ve yıllık güneşlenme süresi oldukça fazladır. Özellikle son yıllarda ülkemiz enerji sektöründe büyük yatırımlar yapmakta ve sektörün iyileştirilmesi adına da birçok çalışmalar yapılmaktadır.

Yapılan çalışmalar doğrudan güneş ışığının azaltılmasının çoğu ortamda su kalitesini arttırdığını ve genel buharlaşmayı azalttığını göstermiştir. Aynı zamanda suyun üzerine kurulan yüzer sistem su

buharlaşmasını %60 oranında engelleyerek tarım arazilerinin yanında su kaynaklarının da daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır.

Kurulumu baraj gibi durgun suların ve göllerin üzerine yapılan HydroSolar, suyun soğutma etkisi sayesinde kara kurulumuna göre yıllık %15'e kadar daha çok enerji üretim sağlıyor. %100 geri dönüştürülebilir doğa dostu materyallerden üretilen yüzdürücü sistem ile su yüzeyinin güneşle direkt teması kesilerek, sistemin kapladığı alanda yıllık buharlaşma miktarı %60 oranında azaltılmaktadır. Yüzer GES projelerinde modüler tasarım, basit ve kullanışlı eklenti montajlama kullanılmaktadır. Şamandıralar, uzun ömür sağlayan yüksek yoğunluklu polietilenden yapılmaktadır. Yüzer GES projeleri Arazinin iyi kullanmak ve karasal arsa talep maliyetini azaltılmaktadır.

Tesisin altındaki su nedeniyle üretilen güç verimliliğini artırın modül yüzeyinin sıcaklığını soğutabilmektedir. Su üzerine inşa edilen güneş enerjisi santrali, güneş modülüne toz bulaşmasını azaltabilir ve ayrıca modülü temizlemek kolaydır. Zemin güneş enerjisi tesisi ile karşılaştırıldığında, geniş su yüzeyi masif, ahşap gibi modüllerin sığmalarını önleyebilir, bu da ışınlama alanını eşit kılar ve ışınlama süresini uzatmaktadır. Ülkemizde bulunan baraj göletleri göz önüne alındığında, büyük bir Yüzer GES potansiyeli olduğu görülmektedir.

7. Kaynaklar

- [1] <http://www.solarassetmanagement.us/news-source/floating-plants-article>
- [2] Liua L., Wanga Q., Lina H., Lib H., Suna Q., Wennerste R., *Power Generation Efficiency and Prospects of Floating Photovoltaic Systems*, *Energy Procedia* 105(2017) 1136 – 1142
- [3] <http://www.mbt-energy.com/product.asp?id=111>
- [4] <https://www.ciel-et-terre.net/>
- [5] <https://www.solarplaza.com/channels/top-10s/11761/top-70-floating-solar-pv-plants/hydrerio-technology/>
- [6] <https://www.intersolar.in/en/news-press/news/industry-news/floating-solar-systems-potential-promise-and-challenges.html>
- [7] <https://new.abb.com/power-converters-inverters/solar/commercial-scale/world-s-largest-floating-pv-test-bed>