



Rıfat GÖKSU
Erol DEMİRCİ

Yenilenebilir Enerjide Yeni Paradigma:
Yüzer Güneş Enerjisi Santralleri





Yenilenebilir Enerjide Yeni Paradigma: Yüzer Güneş Enerjisi Santralleri

- Neden Yüzer GES?
- Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi
- Farklı Teknolojilerin Avantaj ve Dezavantajları
- Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar
- Dünyada Yüzer GES Uygulamaları
- Türkiye'de Uygulama Alanları
- Mevzuatın Gelişimi





Neden Yüzer GES?

İklim değışikliğı, insan faaliyetleri nedeniyle bugün karşı karşıya olduğumuz en büyük zorluktur.

İklim krizinin bir sonucu olarak yükselen küresel sıcaklıklar, doğaya, topluma ve ekonomimize büyük zarar ve kayıplar vermektedir.

Değışen iklim, deniz seviyelerinin yükselmesi, buzulların erimesi ve ormanların yanmasıyla sonuçlanarak dünyanın tüm bölgelerini risk altına sokmaktadır.





Neden Yüzer GES?

Mart 2023'te yayınlanan Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporuna¹ insan kaynaklı faaliyetler iklimi endişe verici bir oranda ısıtmaktadır: küresel yüzey sıcaklığı sanayi öncesi döneme kıyasla 1,1 °C artmıştır.

IPCC, tüm emisyon senaryoları altında, küresel ısınmanın 2030'ların başında 1,5 °C'ye ulaşacağını tahmin etmektedir.





Neden Yüzer GES?

Bu krize bir yanıt olarak ve küresel sıcaklık artışının neden olduğu riski en aza indirmek için Avrupa Komisyonu, 2019 yılında Paris Anlaşması'nın 1,5 °C hedefi doğrultusunda AB Yeşil Anlaşma paketini kabul etti.





Neden Yüzer GES?

Bu paket, Avrupa'nın 2050 yılına kadar iklim-nötr bir kıta haline gelmesi için bir yol haritası ortaya koydu. AB Yeşil Mutabakatı'nın hedeflerinden biri de 2030 hedefidir. AB sera gazı emisyonlarının azaltılmasını ve yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılmasını hedeflemektedir.

Amaç, 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını %55 oranında azaltmak ve nihai enerji içerisinde **yenilenebilir enerjinin payını %42,5'e çıkartmaktır.**





Neden Yüzer GES?

Yenilenebilir enerji türü olan güneş enerjisi sektörü, enerji dönüşümünün merkezinde yer almaktadır. Bu hedef, PV panelleri için uygun tüm mevcut yüzeylerin harekete geçirilmesini ve güneş enerjisi kurulumları için uygun alanların ve yeni kullanımlarının geliştirilmesini gerektirecektir.





Neden Yüzer GES?

Günümüzün küresel sorunlarının yanı sıra, arazi kıtlığı da ele alınması gereken önemli bir konu haline gelmektedir.

Arazi kıtlığı, karmaşık çok sektörlü dinamiklerin etkisiyle hızla artmaktadır. Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte gıda, su ve enerji talebi de artmaktadır; bu da kaçınılmaz olarak farklı sektörlerin arazi kullanımının artmasına yol açmaktadır.

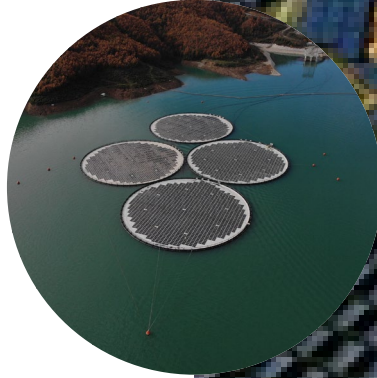




Neden Yüzer GES?

Temiz enerji üretmek için **arazi kullanımı üzerindeki baskıyı en aza indirmek için** yeni çözümler sunmak zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Bu tür çözümlerden biri **Yüzer GES**'dir. Yüzer GES, su kütlesi üzerinde yüzen bir sistem veya yapı üzerine kurulan güneş panelleri olarak tanımlanabilir ve enerji üretimi ve su tasarrufu için çözümler sunabilir.

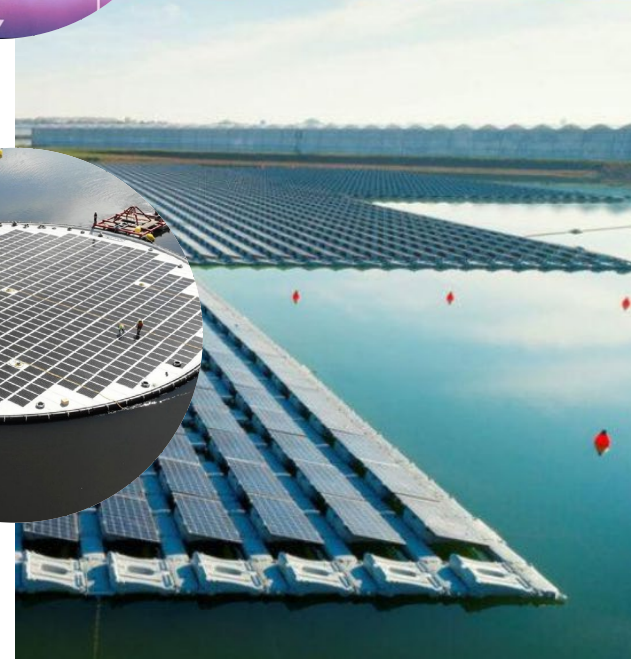
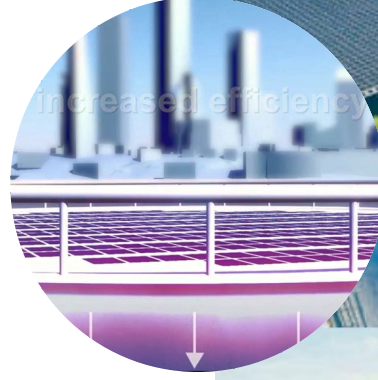




Neden Yüzer GES?

Yüzer GES'in bazı avantajları;

- ✓ Arazi kullanımını ortadan kaldırır.
- ✓ Su, panelleri alttan soğutarak tesis performansını artırır.
- ✓ Gölgele, baraj gölünden buharlaşmayı en aza indirirken, iyi miktarda su tasarrufu sağlar.
- ✓ Alg oluşumunu engeller





Neden Yüzer GES?

Yüzer GES pazarının büyümesini destekleyen ana itici güçler arasında

- Yenilenebilir enerjiye geçişin teşvik edilmesi
- Elektrik şebekesine bağlanmanın (HES rezervuarları) kolaylığı
- Su buharlaşmasını azaltarak su tasarrufu sağlaması
- Su sıcaklığını düşürerek alg oluşumunu önlemesi
- Güneş panelleri verimliliğinin artması

sayılabilir.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

İlk Yüzer GES (YGES) sistemi 2007 yılında Japonya'da inşa edilmiş, bunu Fransa, Kore Cumhuriyeti ve Amerika Birleşik Devletleri gibi diğer ülkeler izlemiştir. Tüm bu ülkeler araştırma ve tanıtım amaçlı mikro-YGES kurulumlarını test etmiştir.

İlk ticari Yüzer GES tesisi 2008 yılında Kaliforniya'da inşa edilen 175 kW'lık bir sistemdi.

2022 yılında, dünyanın en büyük yüzen güneş enerjisi dizisi 320 MW'lık çalışma kapasitesiyle Çin'de (Shandong) şebekeye bağlandı. Bu YGES ayrıca 8 MWh batarya depolama ve 100 MW'lık bir rüzgar çiftliğine bağlıdır.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Yüzer GES gelişimi;

- küresel ısınma,
- artan enerji talebi,
- arazi kısıtlılığı
- su kaynaklarının korunması

gibi faktörlerin etkisiyle hızla artmaktadır.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

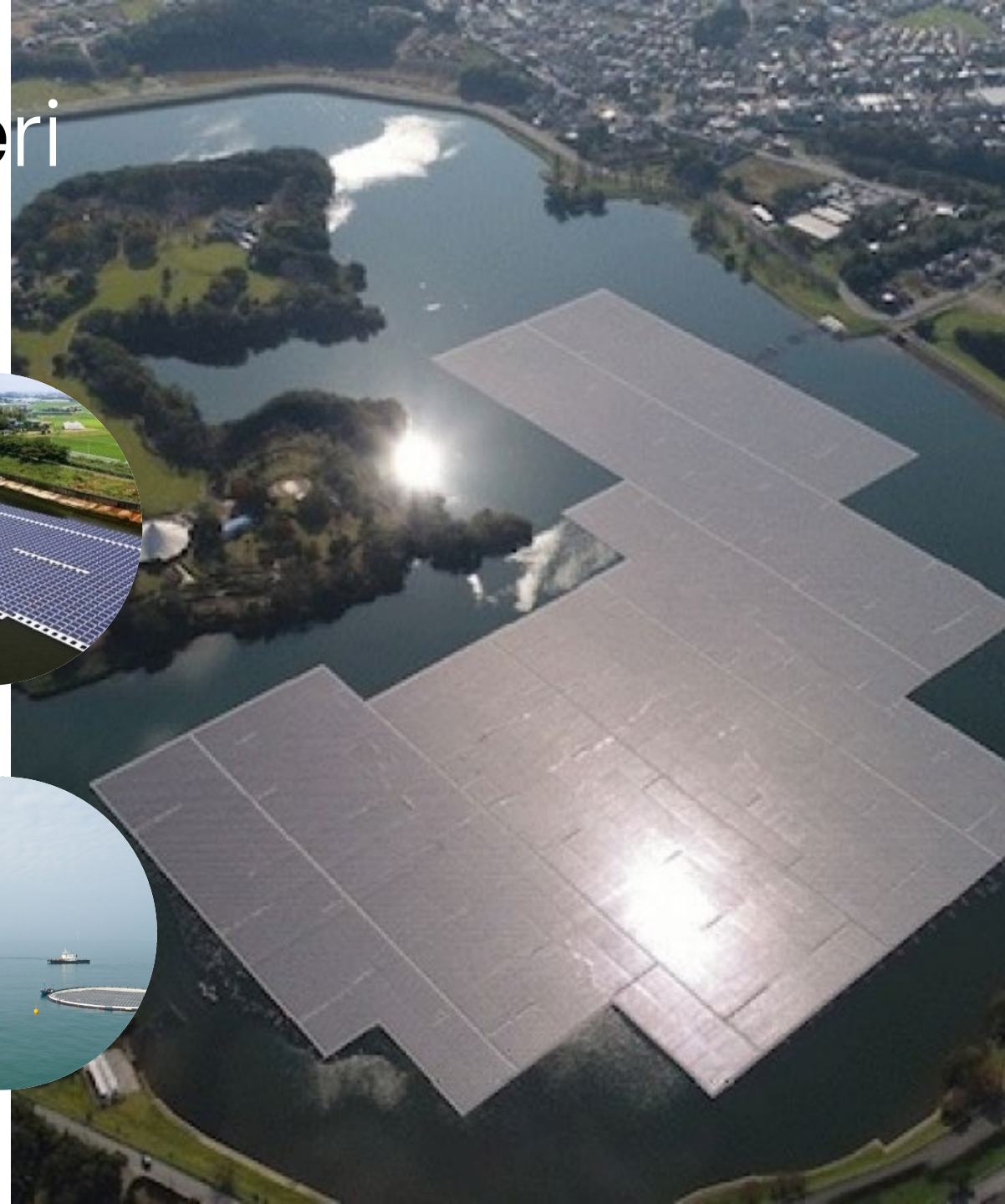
Yüzer GES'ler kurulum yerlerine göre şu şekilde kategorize edilebilir;

Karada Yüzer GES

Coğrafi olarak iç bölgelerde bulunan herhangi bir su kütlesi üzerine inşa edilen PV sistemleri.

Denizde Yüzer GES

Tuzlu veya acı su üzerinde kullanmak üzere tasarlanmış PV sistemleri. Deniz FPV, kıyı ve açık deniz yüzer PV'leri içerir ve dalgalar ve rüzgar gibi belirli koşullara göre tanımlanır.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Karada Yüzer GES

Aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- ✓ **Statik tatlı su kütleleri:**
 - Dalga yok, sınırlı rüzgâr
 - Sığ sular, havzalar, göletler
- ✓ **İç sular:**
 - 1 m'lik küçük ila orta dalgalar
 - 1-3 km² içinde su alanları
- ✓ **Geniş iç sular:**
 - Yüksekliği 1 m'den fazla olan orta dalgalar
 - 3 ve üzeri km² arasındaki su alanları





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Denizde Yüzer GES

Tuzlu veya acı su üzerinde kullanmak üzere tasarlanmış PV sistemleri. Deniz FPV, kıyı ve açık deniz yüzer PV'leri içerir ve dalgalar ve rüzgar gibi belirli koşullara göre tanımlanır.

- **Kıyıya yakın YGES:** 2-3 m'ye kadar önemli dalga yüksekliğine sahip makul derecede korunaklı alanlardaki herhangi bir konum.
- **Açık Deniz YGES:** 2-3 m'den daha büyük önemli dalga yüksekliğine sahip korunaksız suda herhangi bir konum.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Yüzer GES'leri soğuma koşullarına göre de kategorize edilebilir;

1. Hava Soğutmalı Yüzer GES

Şimdiye kadar kurulan Yüzer GES sistemlerinin çoğu Hava soğutmalı YGES sistemleri olarak adlandırılabilir, yani modüllerin (panellerin) suyla doğrudan temas etmediği ve tek soğutma ortamının hava olduğu tasarımlar.

Su sıcaklığının modülün çalışma sıcaklığı üzerinde doğrudan bir etkisi yoktur, ancak ortam hava sıcaklığını ve dolayısıyla dolaylı olarak modülün çalışma sıcaklığını etkileyebilir. Bu nedenle **montaj yapısı** ve **yerel rüzgar koşulları**, hava soğutmalı FPV sistemlerinin soğutma verimliliğini belirleyen en kritik parametrelerdir.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Yüzer GES'leri soğuma koşullarına göre de kategorize edilebilir;

1. Hava Soğutmalı Yüzer GES

Bu sistemde modüllerin arka yüzeyini kapatan duba tabanlı yapılar genellikle rüzgâr tarafından daha az verimli soğutmaya ve daha açık montaj yapılarına göre daha yüksek çalışma sıcaklıklarına yol açacaktır.

Ayrıca PE malzemeler güneş ışınları etkisi ile ısınmakta ve çevresine ısı vermektedir.

Bu durum, modüllerin çalışma sıcaklıkları iyi havalandırılan Arazi ve Çatı GES kurulumlarınıninkini aşabilmektedir.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Yüzer GES'leri soğuma koşullarına göre de kategorize edilebilir;

2. Su Soğutmalı Yüzer GES

Modüllerin yatay olarak, doğrudan su yüzeyiyle temas halinde olan membran yüzeye monte edilebildiği YGES tasarımları da mevcuttur. Bu sistemleri su soğutmalı olarak adlandırılır.

Bu konfigürasyonda modüller, membranın ısı ile alışveriş halindedir. Membran da su konveksiyonu ile soğutulur. Bu konfigürasyonda, su sıcaklığı hücre sıcaklığını etkileyen baskın parametre haline gelir. Su soğutmalı YGES sistemlerinin, hava soğutmalı kurulumlara kıyasla daha düşük çalışma sıcaklıklarında çalıştığı rapor edilmiştir. Bu raporlarda modül sıcaklığı, su sıcaklığının yaklaşık 3-5 °C üzerinde ölçülmüştür.

Ülkemizde iç sular ve deniz suyu sıcaklıkları düşünüldüğünde modül verimliliği için iyi bir sonuçtur.

- Çalışmalar su soğutmadan %10 verimlilik elde edildiğini gösteriyor
- Düşük sıcaklık ile PV modül verimliliği artışı $\sim 0,4/^\circ\text{C}$
- Su havadan daha iyi bir ısı iletkenidir.
- Soğutma etkisi IFE & DNV tarafından belgelenmiştir.

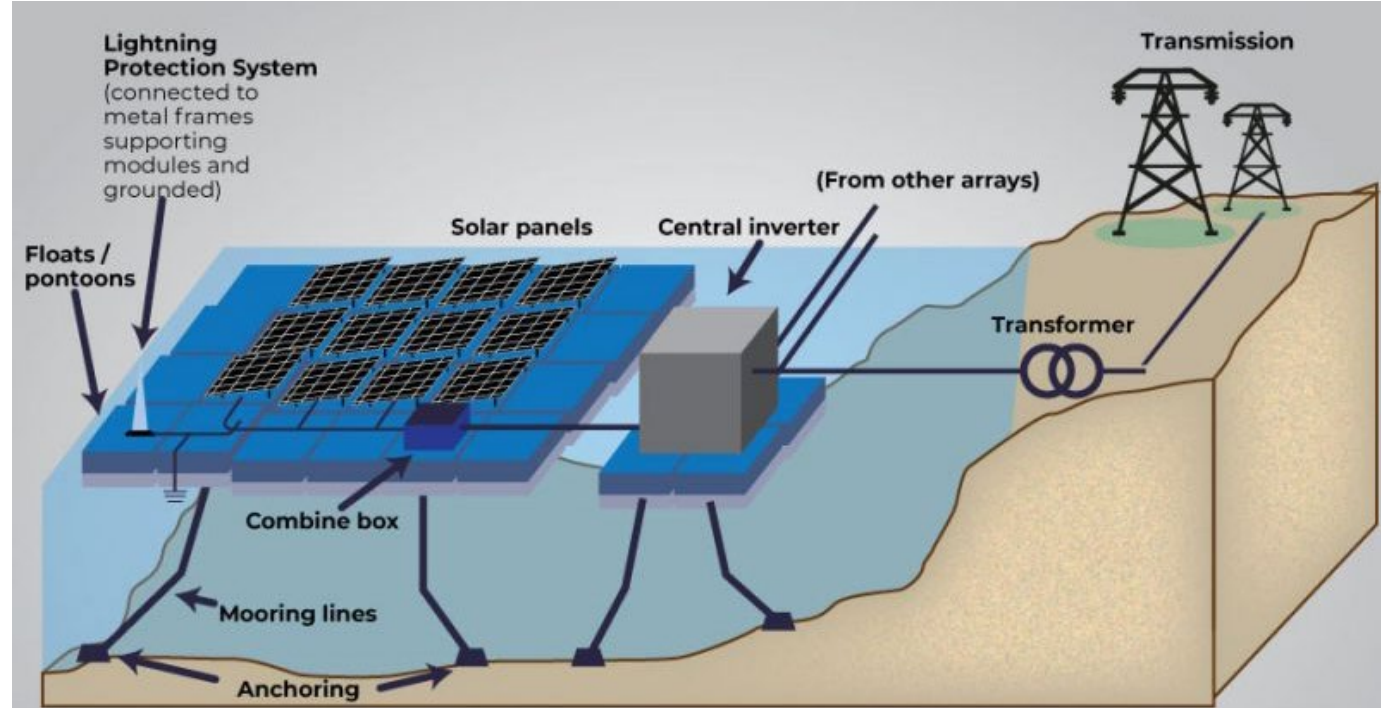
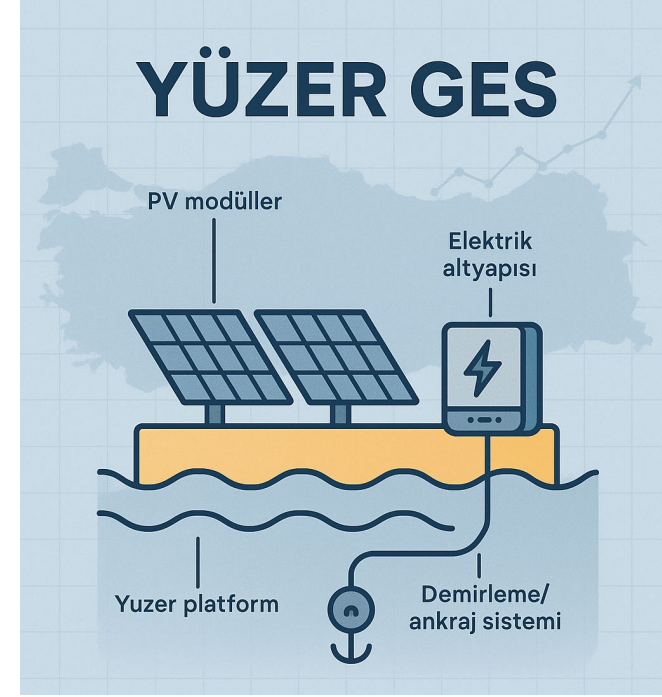




Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Yüzer GES sistemleri şu yapılardan oluşur;

- Yüzer bir yapı
- Demirleme ve bağlama sistemi (konum sabitleme)
- PV modülleri
- Elektrikli bileşenler (kablolar, invertörler ve diğerleri)





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Yüzer Yapı

Bu, sistemin kaldırma kuvvetini sağlayan ve elektrik üretmek ve taşımak için kurulan tüm elektrikli bileşenleri su üstünde durmasını sağlayan kısımdır.

- ✓ HDPE duba yüzdürücü
- ✓ Ponton+Metal birleşimi yüzdürücü
- ✓ halka şeklindeki membran yüzdürücü

yapılar mevcuttur.

Halen birçok ülkede çeşitli yüzdürücü alternatiflerine yönelik ARGE çalışmaları yapılmaktadır.



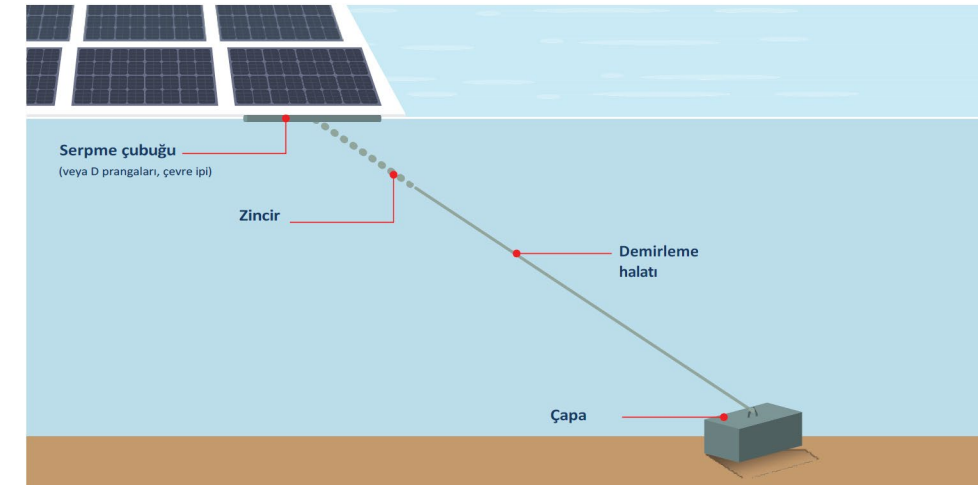
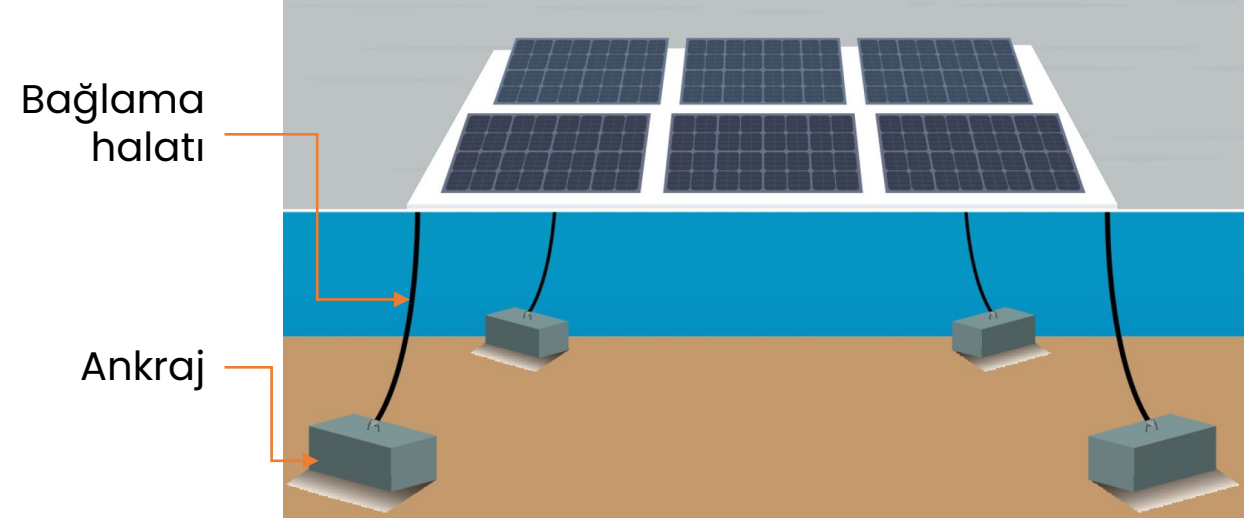


Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Demirleme ve bağlama sistemi (konum sabitleme)

Demirleme ve bağlama sistemi yüzer platformu yerinde tutar ve çalışma ömrü boyunca ihtiyaç duyduğu mekanik stabiliteyi sağlar.

Ankraj ve bağlama halatları sistemin temel bileşenleridir. Yapılar, daha küçük su kütlelerinde veya çok derin olanlarda tipik olan basit kıyı demirlemesinden, bazı hidroelektrik rezervuarlarında olduğu gibi su seviyesinde büyük değişiklikler olan rezervuarlar için uygun olan oldukça karmaşık demirlemeye kadar değişebilir.





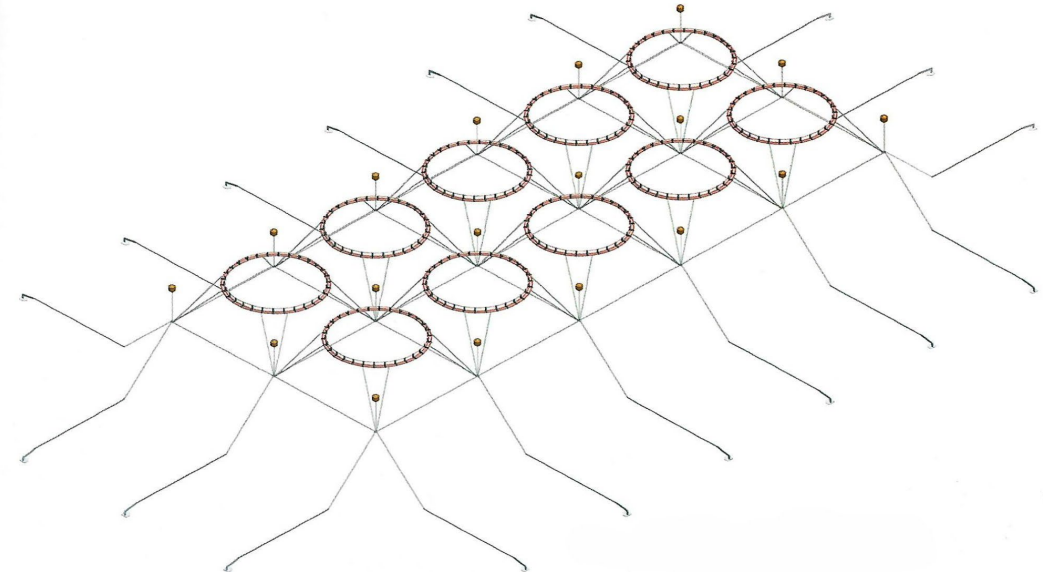
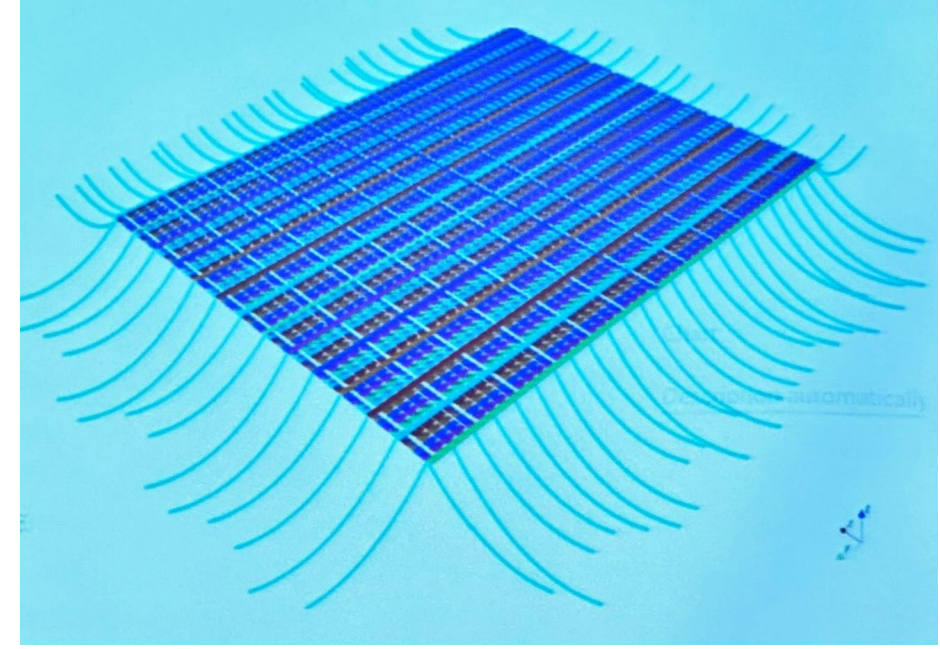
Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Demirleme ve bağlama sistemi (konum sabitleme)

Her bir proje için tüm etkenler dikkate alınarak **demirleme (mooring) analizi** yapılır. Bu analizlerle demirleme ve bağlama tasarımı gerçekleştirilir.

Kesin tasarım sahaya özgü olacak ve su kütlesinin kullanımına, rezervuar yatağının toprak özelliklerine, rüzgar yüklerine ve diğer çevresel kısıtlamalara bağlı olacaktır.

Proje maliyetleri üzerinde önemli etkileri vardır.





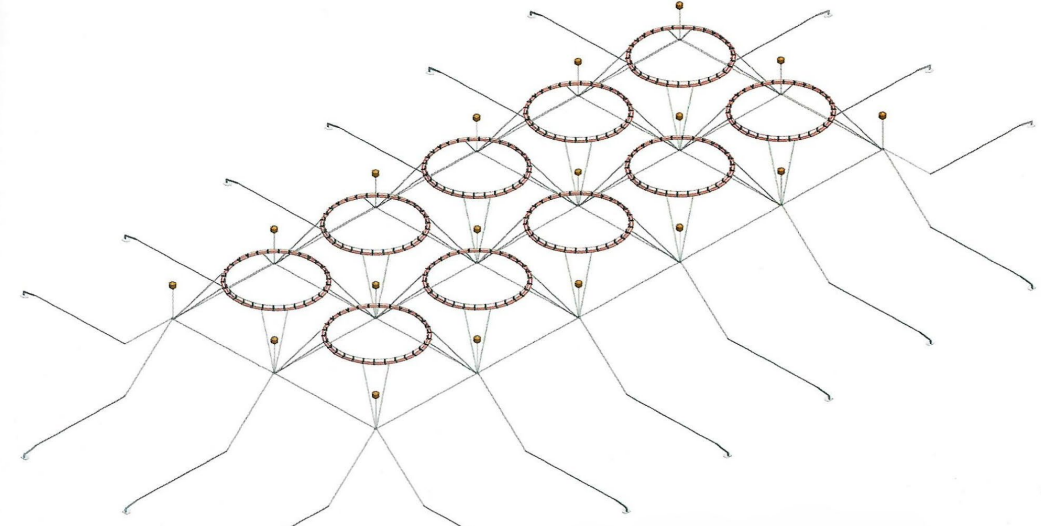
Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Demirleme ve bağlama sistemi (konum sabitleme)

Her bir proje için tüm etkenler dikkate alınarak **demirleme (mooring) analizi** yapılır. Bu analizlerle demirleme ve bağlama tasarımı gerçekleştirilir.

Kesin tasarım sahaya özgü olacak ve su kütlesinin kullanımına, rezervuar yatağının toprak özelliklerine, rüzgar yüklerine ve diğer çevresel kısıtlamalara bağlı olacaktır.

Denizcilik yapısı olup, uzman ve deneyimli ekiplerce yapılmalıdır. Proje maliyetleri üzerinde önemli etkileri vardır.



Membran Tabanlı Yüzer GES Mooring Analizi





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

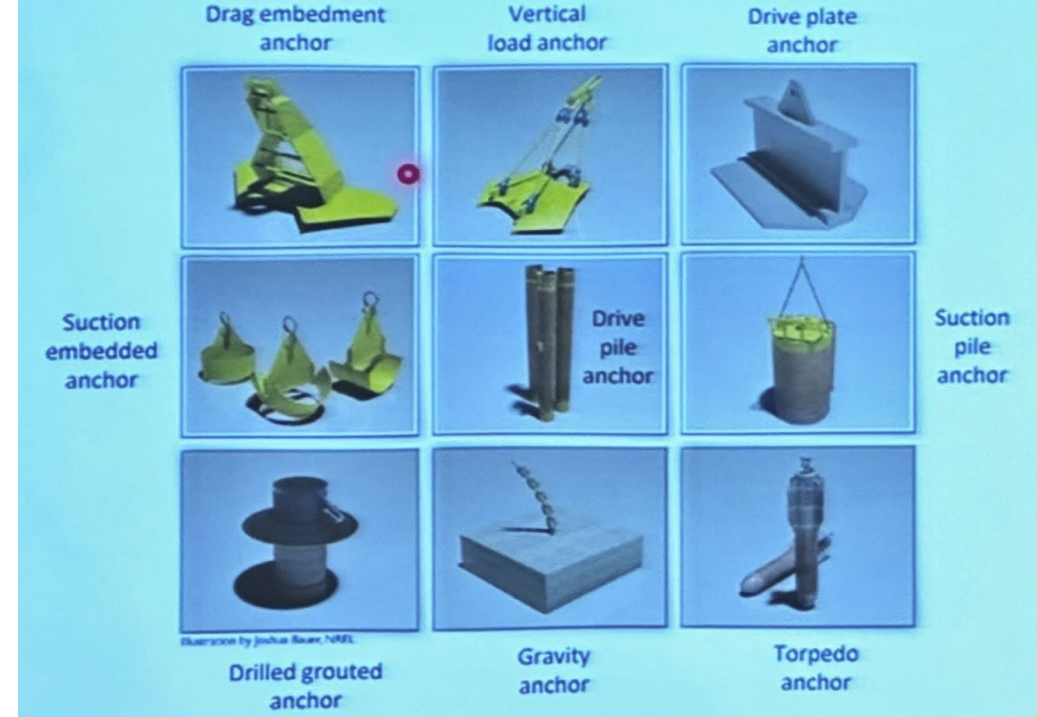
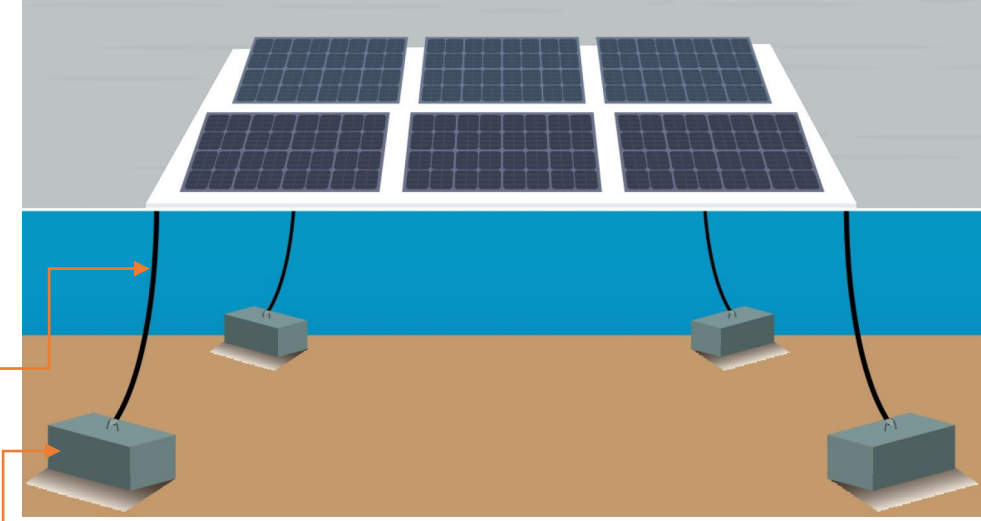
Demirleme ve bağlama sistemi (konum sabitleme)

Ankrajlar, genellikle kıyıya, kıyıya yakın bir yere veya rezervuarın dibine yerleştirilebilir, ancak saha koşullarına bağlı olarak diğer çözümler (örn. kazıklar) de benimsenebilir.

Çoğu durumda, bir demirleme hattı bir veya daha fazla elemandan oluşur, bir ucundan ankraja ve diğer ucundan yüzer yapıya bağlanır.

Bağlama hattı

Ankraj





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

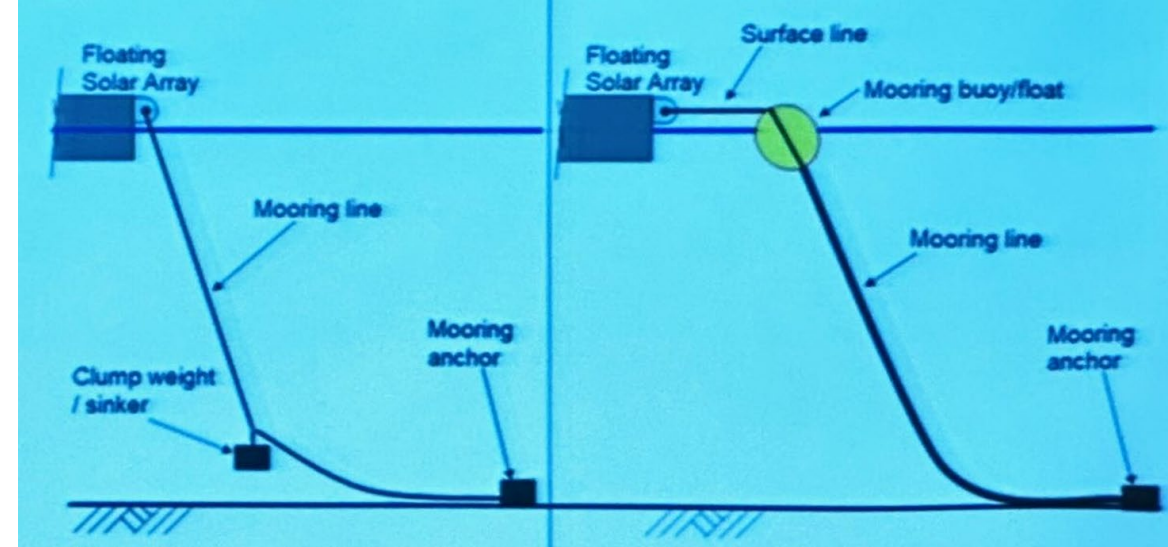
Demirleme ve bağlama sistemi (konum sabitleme)

1. Ağırlık (Gravitasyonel) Ankrajlar

Bu yöntemde, beton bloklar veya benzeri ağır malzemeler kullanılarak platformlar suyun dibine sabitlenir. Kurulumu kolay ve maliyeti düşüktür.

2. Elastik Demirleme Sistemleri

Elastik halatlar veya bungee benzeri malzemeler kullanılarak platformlar suya sabitlenir. Bu sistemler, su seviyesindeki değişimlere ve rüzgar gibi çevresel etkilere karşı esneklik sağlar.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

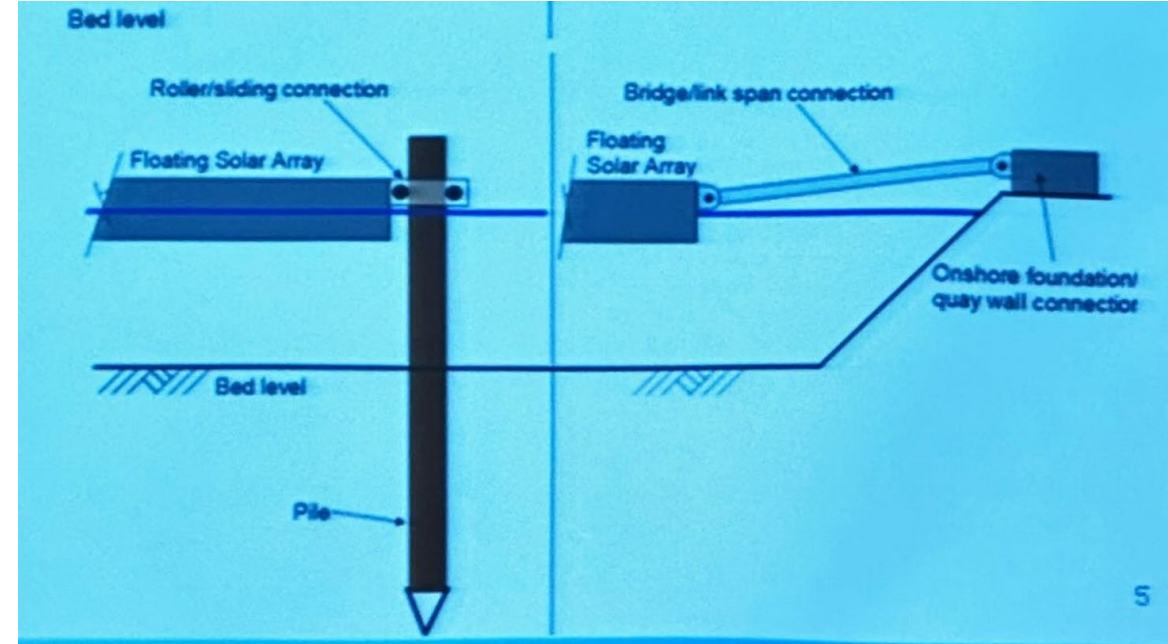
Demirleme ve bağlama sistemi (konum sabitleme)

3. Kazıklı Ankrajlar

Çelik veya beton kazıklar suyun dibine çakılarak platformlar sabitlenir. Bu yöntem, yüksek rüzgar ve dalga yüklerinin olduğu bölgelerde tercih edilir. Ancak, kurulumu daha karmaşık ve maliyetlidir.

4. Kıyı Bağlantılı Sistemler

Platformlar, kıyıya sabitlenmiş halatlar veya zincirlerle bağlanır. Küçük ölçekli projelerde veya su derinliğinin az olduğu bölgelerde kullanılır. Kurulumu kolaydır, ancak büyük ölçekli projeler için uygun değildir.



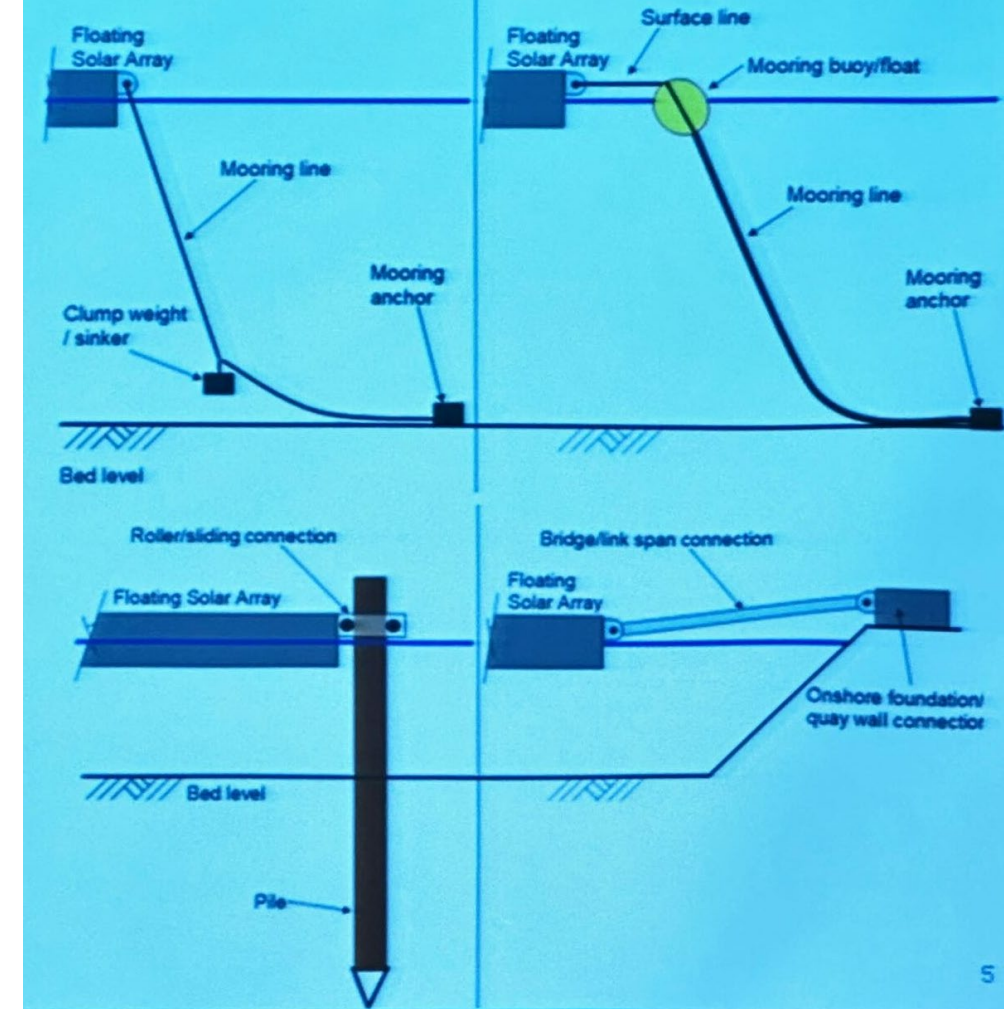


Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Demirleme ve bağlama sistemi (konum sabitleme)

5. Hibrit Sistemler

Farklı sabitleme yöntemlerinin kombinasyonu kullanılarak oluşturulan sistemlerdir. Örneğin, elastik halatlar ve ağırlık ankrajlarının birlikte kullanılması gibi. Bu sistemler, çevresel koşullara daha iyi uyum sağlar.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

PV modüller

PV modülleri genellikle sıcak, soğuk, nem, kar ve benzeri çeşitli ve aşırı çevresel koşullara maruz kalır.

Bu stres faktörleri güneş modüllerinin performansını etkileyebilir, hatta ürün arızalarına ve güvenlik tehlikelerine neden olabilir.

Çevresel stresler	Çalışma ortamının modül bozunması üzerindeki etkisi				
	Daha düşük etki				Daha yüksek etki
Nem	◆		●	▼	
Mekanik stresler		◆	●	▼	
Sıcak nokta/gölgeleme			●	▼	◆
UV			●	▼	◆
Yüksek sıcaklık			●	▼	◆
Düşük sıcaklık	▼		●		◆
Sıcaklık döngüsü	▼		●		◆

● Ilıman ortam

◆ Çöl ortamı

▼ Tropikal ortam

Yüzer PV sistemleri



Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

PV modüller

Arıza modları, sıcaklık ve nem ile hızlanır (örneğin, arka tabaka hidrolizi, korozyon ve şerit yorgunluğu).

Yüzer GES kurulumlarında bulunan evaporatif soğutma, modüller için daha düşük sıcaklıklar ve paneller için daha uzun ömür anlamına gelir.

Ancak suya yakınlık göz önüne alındığında, nem seviyeleri eşdeğer kara tabanlı sistemlere göre daha yüksek olacaktır.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

PV modüller

Bu nedenlerle, seçilecek panellerde neme dayanıklılığı ve bağlantı kutularının IP68 standartlarında olması gözetilmelidir.

Genel olarak, Yüzer GES'de kullanılan ürünler, yere monte PV sistemlerinde kullanılanlara benzerdir. Ancak nem ve su girişine karşı daha iyi koruma için cam-cam PV modüllerinin kullanılması tavsiye edilir.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

PV modüller

Çift camlı modüller Yüzer GES uygulaması için arzu edilen özelliklere sahiptir. İnorganik cam yüzeyler, en iyi nem korumasını sağlar.

Çerçevesiz ray montajlı tasarımlar, kir ve toz biriken kenar çıkıntılarını ortadan kaldırır. İletken olmayan ray montajı, topraklama ihtiyacını ve bununla ilişkili PID risklerini ortadan kaldırır.





PLURAWATT
Energy Systems

**N- Serisi
TOPCon**

580-590 Watt

Bifacial TOPCon G2G Half-Cut Güneş Paneli

YUGES

Yüzer GES'ler için özel olarak tasarlanan seri, çevre koşullarına dayanıklı olarak üretiliyor ve montaj kolaylığı sunuyor.

YUGES'e özel kenar çerçeve

YUGES'e özel ön yüzle konumlanan kablolar

Süper "BOM" = En İyi Sonuç!



Yeni nesil tahribatsız tuz ve kum temizleme teknolojisi ile minimum mikro çatlak oluşumu.



6 noktalıda EL ve görsel kontrol ile en iyi kalite.



Yeni hücre teknolojisi ile yüksek verimlilikten en azı indirilerek daha fazla güç çıkar.



Watt/m²'de daha fazla güç çıkarılabilir hem az iletken hem de çabı uygulamalarında daha avantajlı amortisman süresi.



Daha düşük hat spot ısı ve daha iyi bir sıcaklık katsayısı.



Mineral diji verimliliği en azı indirilerek maksimum sistem çıktısı.



2400 Pa rüzgar ve 5400 Pa kar yüküne dayanım.



IEC 61215 ve IEC 61730 (güvenlik ve yangın testi) standartlarına uygunluğu yetkili kuruluşlar tarafından doğrulanmıştır.



KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ



ISO 9001 - ISO 14001 - ISO 45001 - IEC 61215 - IEC 61730

WhatsApp ile iletişime geçin
(537) 062 73 65
info@plurawatt.com

www.plurawatt.com

Plurawatt panelleri, kendi bünyesinde her geçen yıl artan G2S yerel üretim sayesinde temiz enerji kullanımını artırmaktadır.



GCL-NT10/60GT

Monocrystalline Module

460-490W

490W

Maximum Power Output

21.78%

Maximum Module Efficiency

0~+5W

Power Output Guarantee



High conversion efficiency due to top quality wafers and advanced cell technology



Selected encapsulating material and stringent production process control ensure the product is highly PID resistant and small cracks free

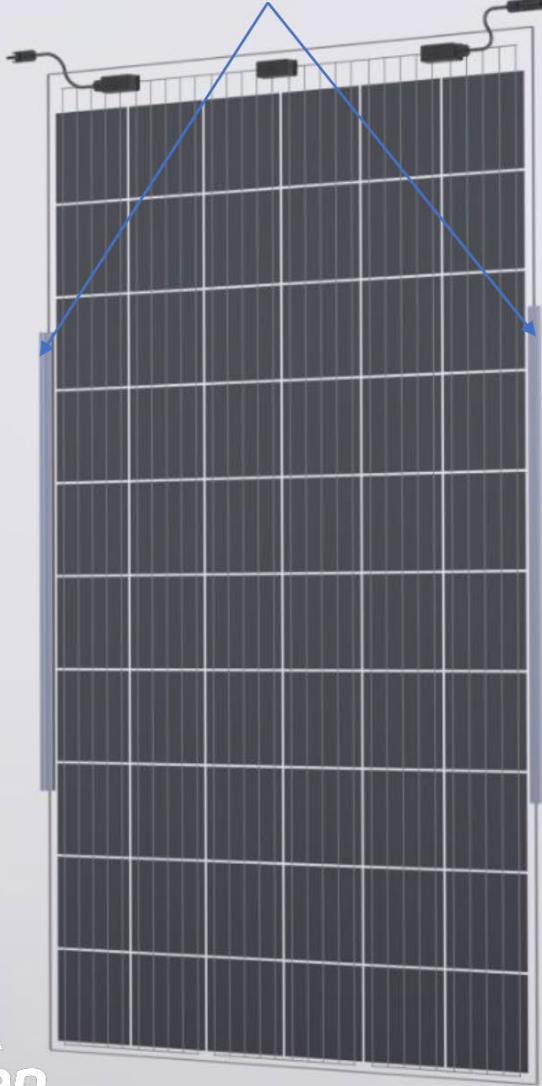


Withstand up to 1500V system voltage effectively reduce BOS cost

Bringing Green Power to Life www.gcl.com

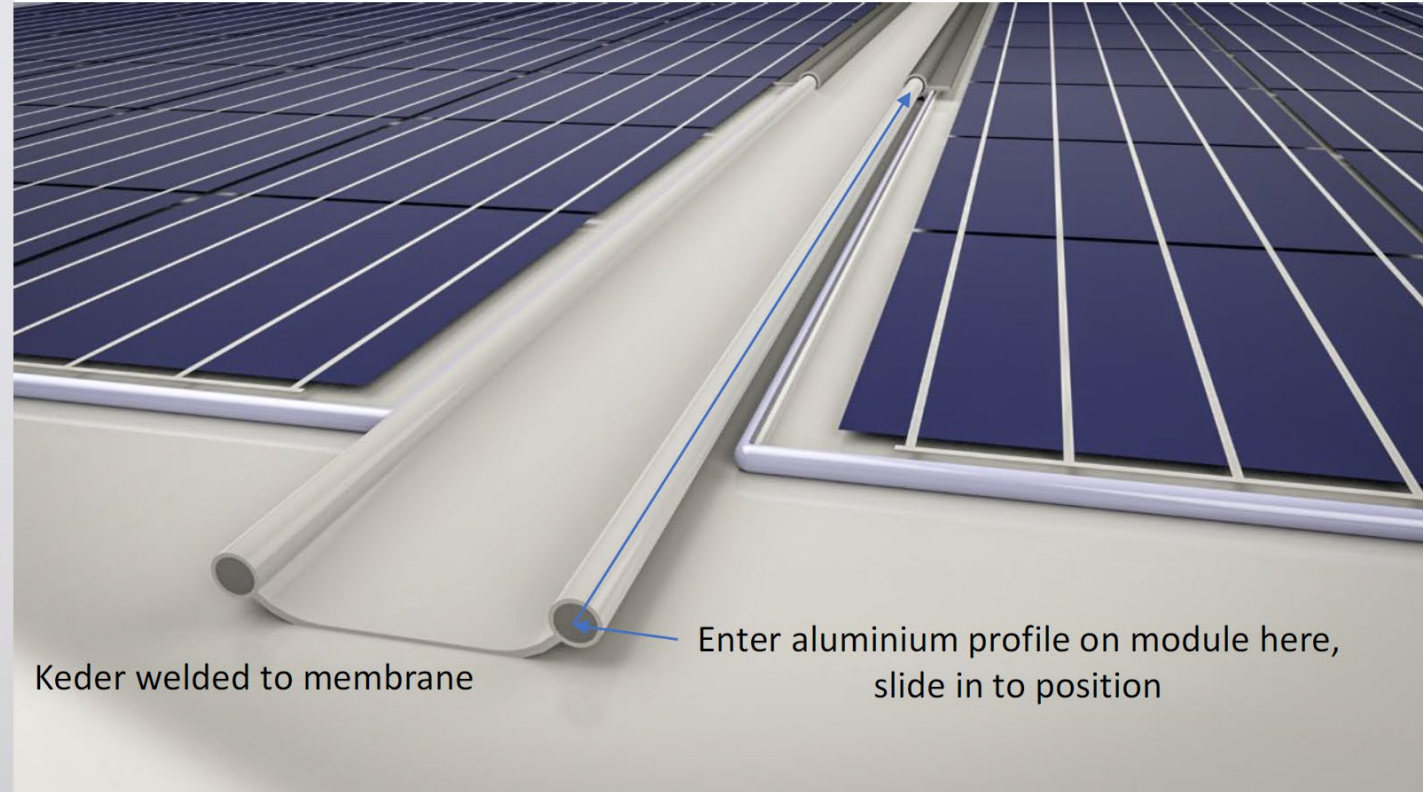
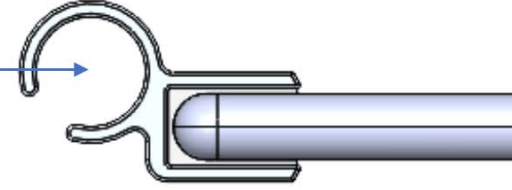
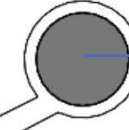


Aluminium profile



Keder
OD 7.8mm

Aluminium profile
ID 10mm



Keder welded to membrane

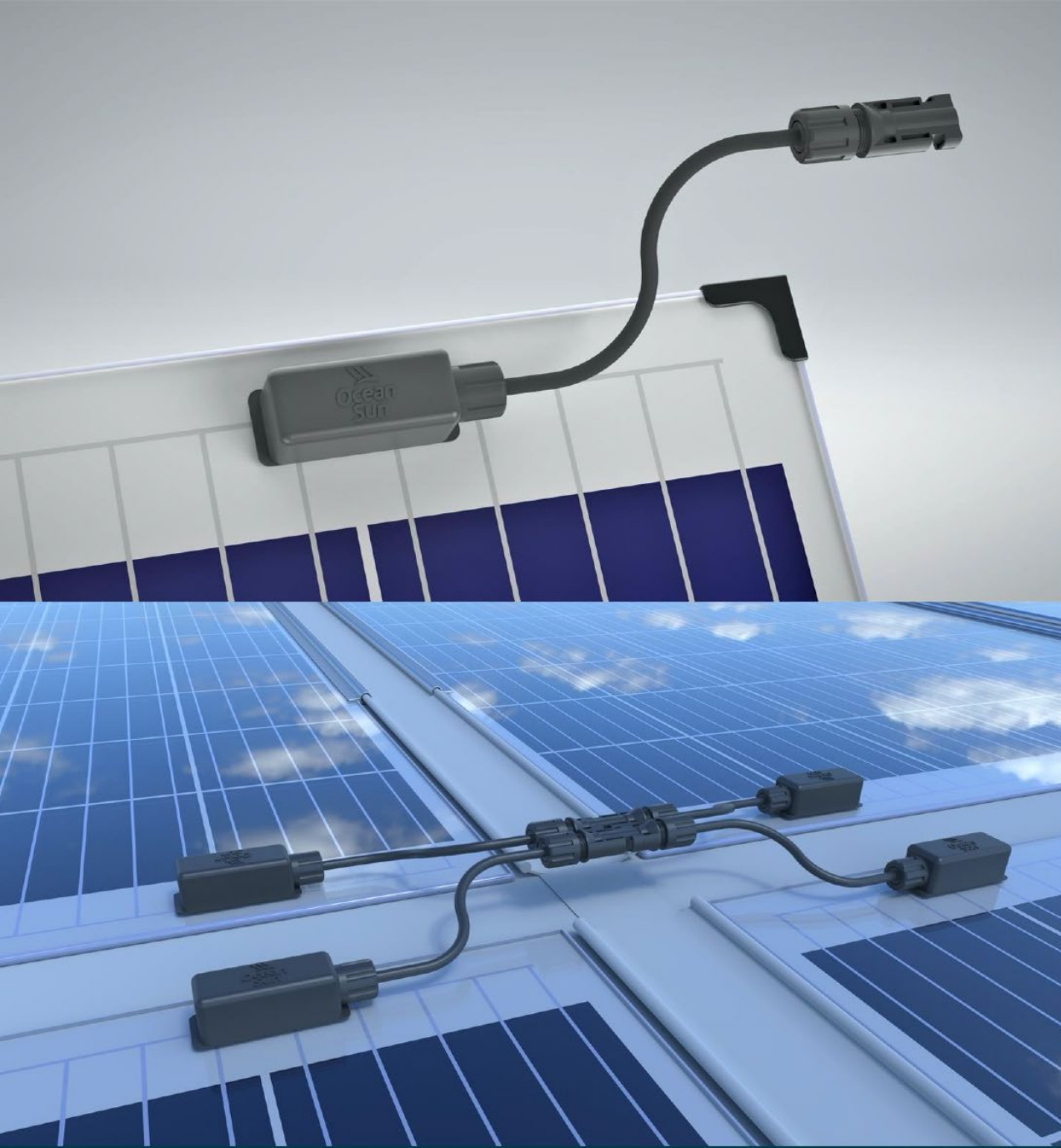
Enter aluminium profile on module here,
slide in to position

Ocean
Sun



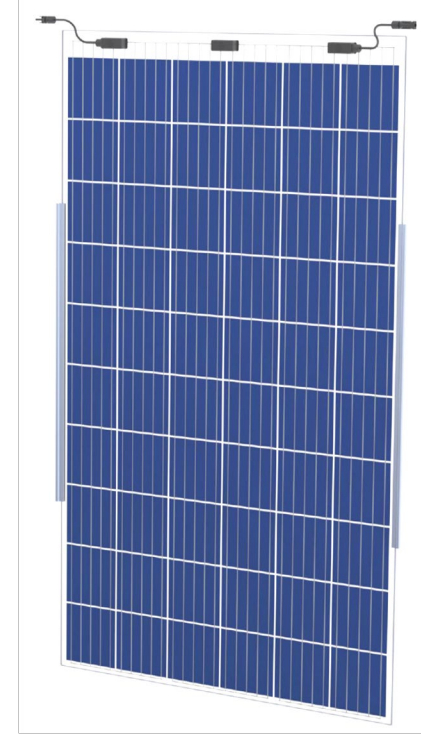
YÜZER GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ

YUGES



Ocean Sun PV module





Ocean Sun Yüzer Güneş Modülü

- POE kullanan çift cam çerçevesiz modül
- Ön cam 2 mm kalınlığında temperli cam
- Arka cam 3,2 mm kalınlığında temperli cam
- Güneş tarafında bağlantı kutusu, böylece arka yüz düzdür.
- Ekstra su geçirmez modül ve bağlantı kutuları (IP68 sınıfı)
- Membrana kolay montaj için özel eloksallı kaplı alüminyum profil



Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Elektrikli bileşenler (kablolar, invertörler ve diğerleri)

PV modülleri tarafından üretilen enerjinin şebekeye veya yüklere taşınması, DC kablolar, AC kablolar, invertörler, transformatörler gibi bir dizi elektrik bileşeninin yanı sıra izleme, topraklama vb. gibi sistemin sorunsuz çalışması için gerekli tüm yardımcı bileşenleri gerektirir.

Yüzer GES’de elektrik bileşenlerinin seçiminde iş sağlığı ve güvenliği açısından yüksek nem ve su ortamı varlığı dikkate alınmalıdır.

IP68 koruma statüsüne sahip marin ürünler seçilmeye özen gösterilmelidir.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Çoğu büyük ölçekli YGES tesisi, üzerine PV panellerinin sabit bir eğim açısında monte edildiği duba tipi yüzdürücülere sahiptir.

İlk geliştirilen yüzer GES projelerinde **polietilen duba** ile **ponton ve metal yapı tipi** yüzdürücülerin kullanıldığı görülmektedir.



*Polietilen Duba Tipi
Yüzdürücü Platform Tipi*



*Ponton ve Metal Yapı Tipi
Yüzdürücü Platform Tipi*

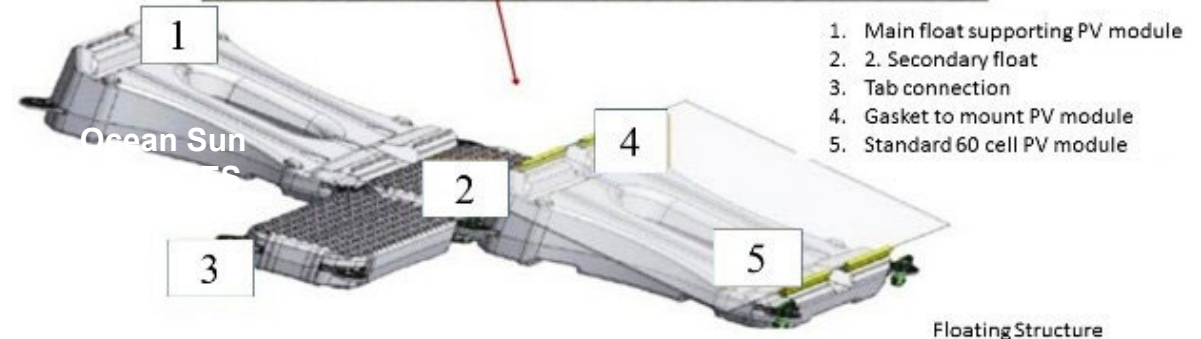
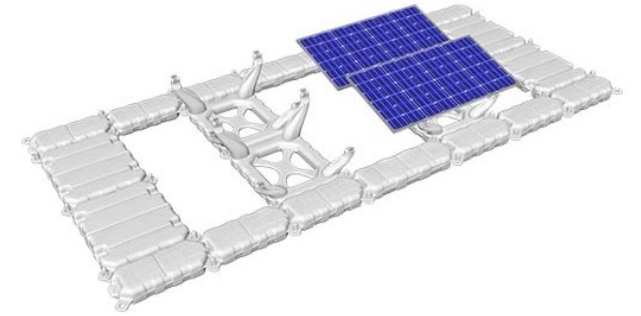


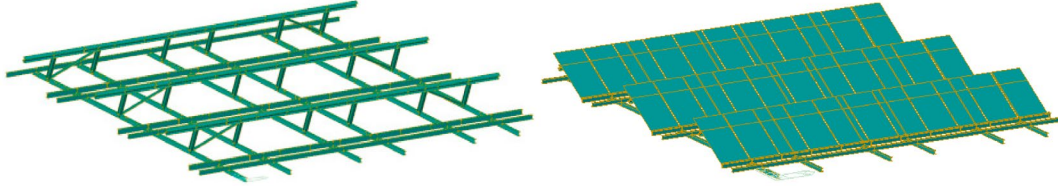


Polietilen Duba

FV panellerini doğrudan yüzdürmek için tasarlanmış HDPE dubalar kullanılmaktadır.

Bu sistemlerin montajı ve kurulumu basit görünmekle; ancak sistem **binlerce parçanın** bir araya gelmesi ile oluşturulması sebebi sert rüzgâr ve dalga koşullarına maruz kalırsa, **sürekli hareket** **yorulmalara** sebep olmakta ve **bağlantılara zarar vermektedir**. **Kurulum süreleri** uzundur. Ayrıca, polietilen dubaların **lojistik maliyetleri** yüksektir.





Ponton ve Metal Yapı

FV panellerini kara tabanlı sistemlerde olduğu gibi metal yapılar ile bağlamak, ancak yapıları sadece kaldırma kuvveti sağlayan pontonlara sabitlemektir. Bu dubalar yüzer iskele, plastik boru veya beton yüzerlerde kullanılan standart plastik şamandıralardan yapılabilir.

Bu konsept basittir ve yerel olarak kolayca temin edilebilmekle birlikte bununla birlikte, **birçok katı yapıya sahiptir ve bu nedenle dalgalar ve rüzgarlar belirli noktalarda stresin yoğunlaşmasına neden olmaktadır**. Ayrıca, bu sistemlerin kurulumu zordur ve bakım için panellere erişimde güçlükler vardır.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Bu tür yüzdürücüler, iklim koşullarının durağan (**düşük rüzgar ve akıntı hızı ile küçük dalga boyları** vb) küçük su yüzeyleri için geliştirilmiştir. Ancak zamanla bu tür su yüzeylerinin kısıtlı olması daha geniş su yüzeylerine ihtiyaç duyulmuştur.

Büyük su yüzeylerinde (baraj, göl, deniz vb); küçük su yüzeylerine nazaran daha fazla rüzgar ve akıntı hızı ile daha büyük dalga boyları gibi iklim koşulları hakimdir.



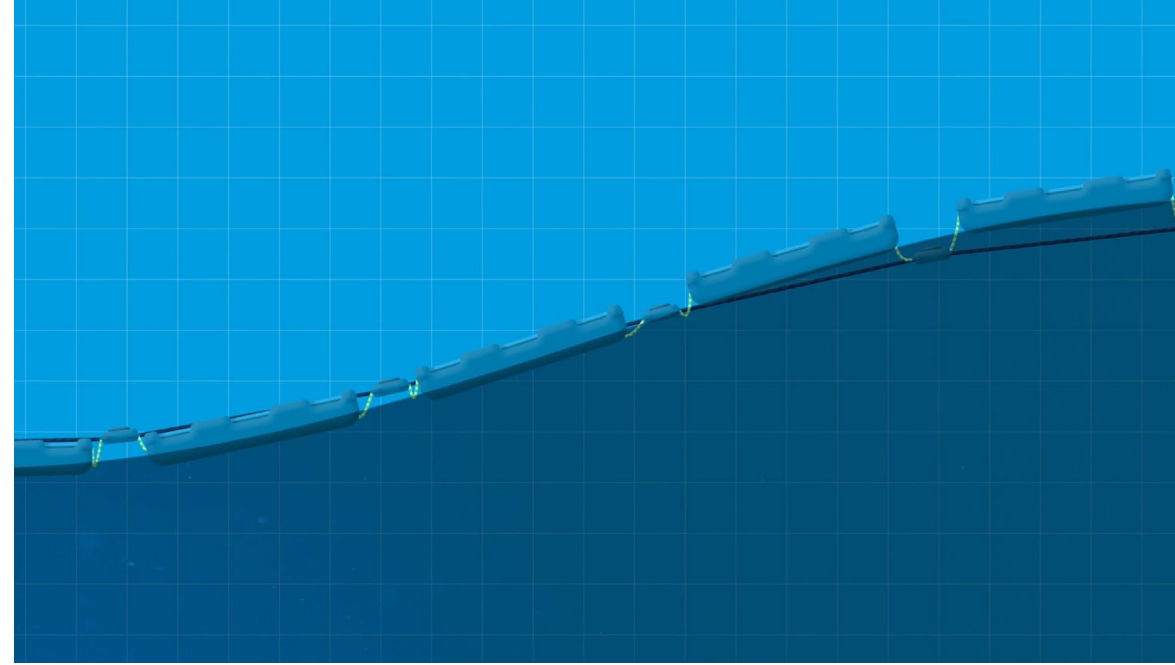


Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

İklimsel koşulların daha zor olduğu su yüzeylerinde **yapısal bütünlüğü koruma ve dayanıklılık** gibi dezavantajları nedeni ile gelişim yıllarında kullanılan bu tip yüzdürücü sistemlerin yerine **denizcilik koşullarına uygun** alternatif yüzdürücü tipi tasarımları geliştirilmeye çalışılmıştır.

Özellikle ges'lerin deniz yüzeylerinde (offshore) geliştirilmesi için bu tip tasarımlar için ciddi bütçelerle **ARGE** çalışmaları yapılmaya başlanılmıştır.

AMAÇ, DALGALARLA UYUMLU, DIŞ ETKENLERE DAYANIKLI SİSTEM TASARLAMAKTIR.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

TABLO 2: ŞU ANDA PİLOT PROJELERİ KURULU VEYA GELİŞTİRİLMEKTE OLAN AÇIK DENİZ YÜZER PV TEKNOLOJİSİ TASARIMCILARINA ÜST DÜZEY BİR BAKIŞ

Ülke	Firma Adı	Açıklama
 Hollanda	<u>Bluewater & Genap</u>	Hava yastığı konsepti/esnek yüzer platform konsepti
 Norveç	Fed Olsen 1848	Duba konsepti
 Fransa	<u>HelioRec</u>	Yüzer dubalara dayalı düz mat sistemi
 Norveç	<u>Moss Maritime</u>	Çelik, dikdörtgen platformlara dayalı yükseltilmiş sistem
 Hollanda	<u>Oceans of Energy</u>	Yüzer dubalara dayalı düz mat sistemi
 Norveç	<u>OceanSun</u>	Yüzer "balık çiftliği" membran konsepti
 Avusturya	<u>Swimsol</u>	Yükseltilmiş sistem
 Belçika	<u>SeaVolt</u>	Dört büyük çelik şamandıraya dayalı yükseltilmiş sistem
 Almanya	<u>SINN Power</u>	Yükseltilmiş sistem
 Hollanda	<u>SolarDuck</u>	Alüminyum, üçgen platformlara dayalı yükseltilmiş sistem
 Fransa	<u>SolarInBlue</u>	Çelik tabanlı yükseltilmiş sistem





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

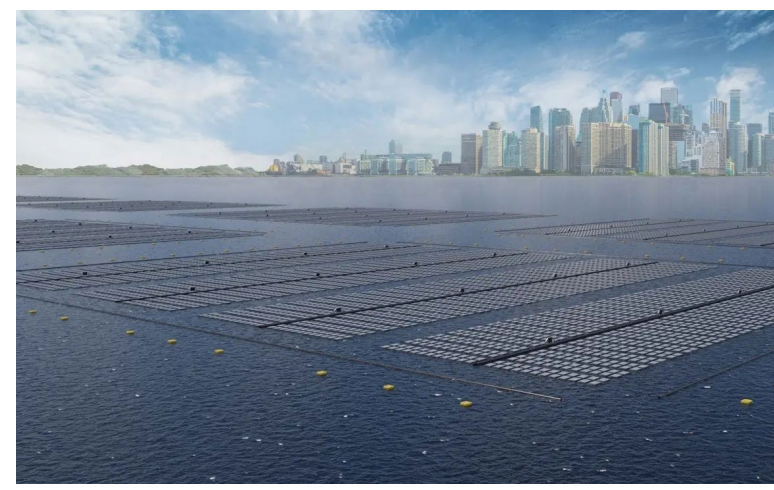




Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

TABLO 2: ŞU ANDA PİLOT PROJELERİ KURULU VEYA GELİŞTİRİLMEKTE OLAN AÇIK DENİZ YÜZER PV TEKNOLOJİSİ TASARIMCILARINA ÜST DÜZEY BİR BAKIŞ

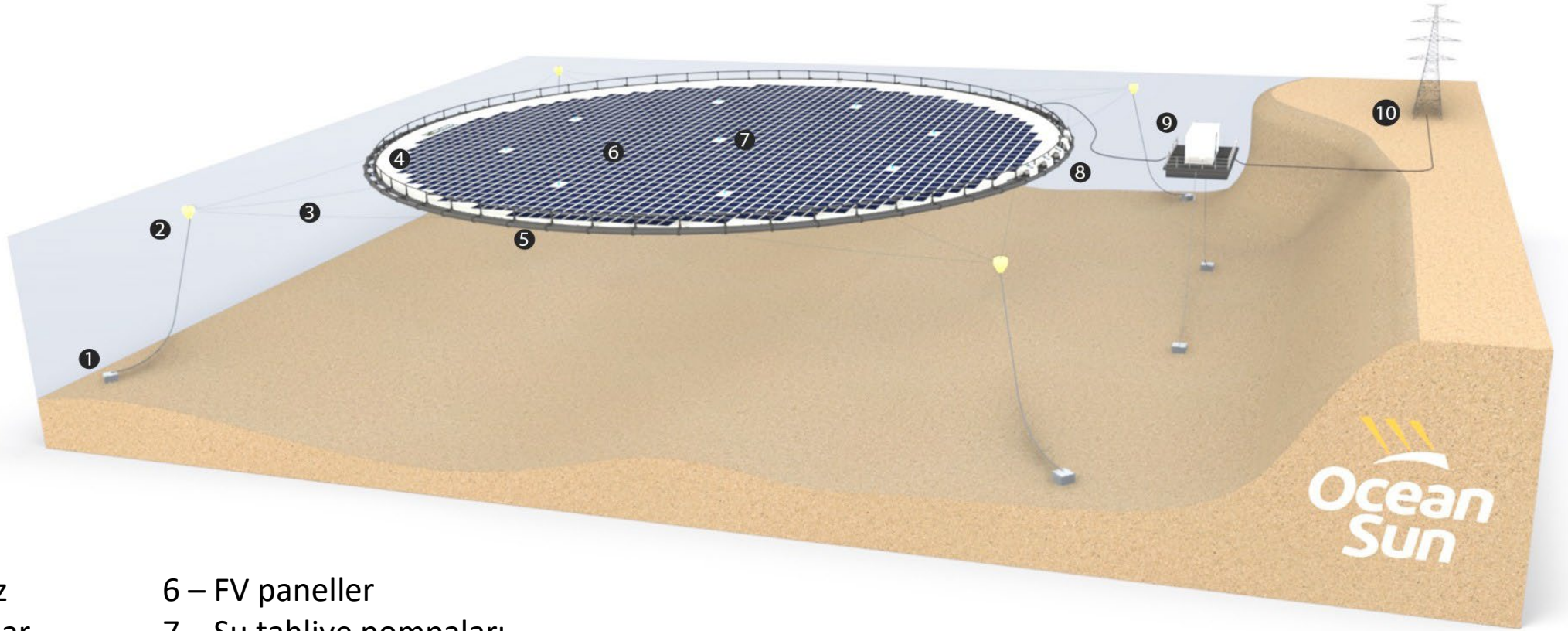
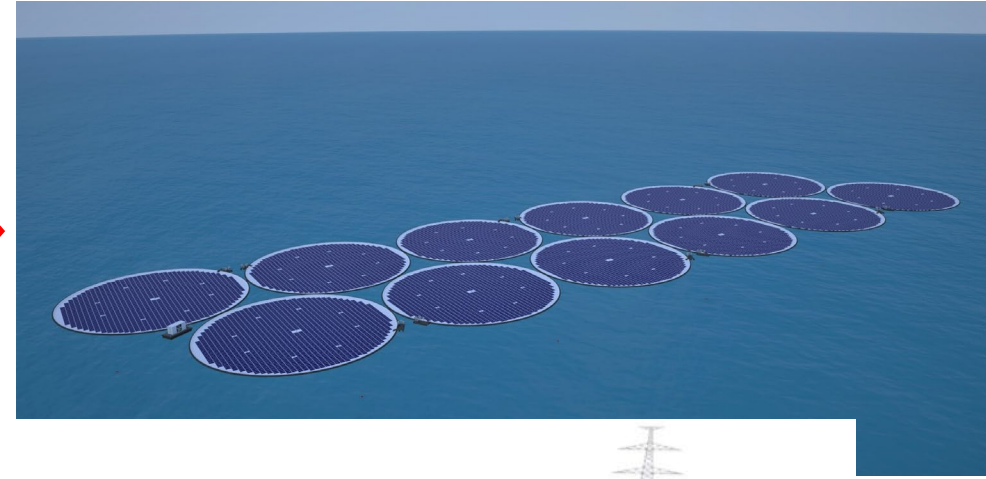
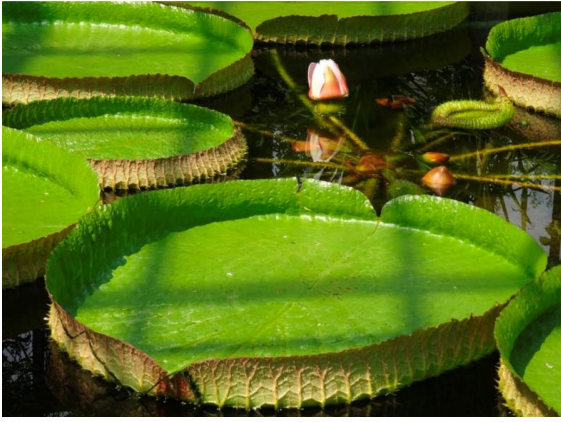
Ülke	Firma Adı	Açıklama
 Hollanda	<u>Bluewater & Genap</u>	Hava yastığı konsepti/esnek yüzer platform konsepti
 Norveç	Fed Olsen 1848	Duba konsepti
 Fransa	<u>HelioRec</u>	Yüzer dubalara dayalı düz mat sistemi
 Norveç	<u>Moss Maritime</u>	Çelik, dikdörtgen platformlara dayalı yükseltilmiş sistem
 Hollanda	<u>Oceans of Energy</u>	Yüzer dubalara dayalı düz mat sistemi
 Norveç	<u>OceanSun</u>	Yüzer "balık çiftliği" membran konsepti
 Avusturya	<u>Swimsol</u>	Yükseltilmiş sistem
 Belçika	<u>SeaVolt</u>	Dört büyük çelik şamandıraya dayalı yükseltilmiş sistem
 Almanya	<u>SINN Power</u>	Yükseltilmiş sistem
 Hollanda	<u>SolarDuck</u>	Alüminyum, üçgen platformlara dayalı yükseltilmiş sistem
 Fransa	<u>SolarInBlue</u>	Çelik tabanlı yükseltilmiş sistem





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi





- YÜZER GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ
- | | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 1 – Çapa/tonoz | 6 – FV paneller |
| 2 – Şamandıralar | 7 – Su tahliye pompaları |
| 3 – Demirleme halatları | 8 – İnvertörler ve bağlantı kabloları |
| 4 – Membran | 9 – Trafo platformu |
| 5 – Yüzdürme halkaları | 10 – Ulusal şebeke iletim hattı |

Double ring configuration
Size of floating unit just for illustration
* Multiple floating units per transformer



Dünyanın ilk hibrit açık deniz rüzgar ve yüzer güneş enerjisi santrali

Şimdiye kadarki ilk kez, dünyanın en büyük PV varlık sahibi SPIC tarafından, Çin'in Shandong kıyılarında 30 km uzakta devreye alındı.

Bu dönüm noktasıdır. Proje, LCOE ve CO₂ emisyonlarını azaltırken verimlilikte önemli bir artışla hibrit açık deniz enerji santrallerinin potansiyelini ortaya çıkarmaktadır.

0,5 MWp kurulu güce sahip iki Ocean Sun Yüzer GES, SPIC'ye ait bir rüzgar türbinindeki trafoya bağlanır ve daha sonra rüzgar çiftliği sisteminin denizaltı kablosu aracılığıyla elektrik şebekesine bağlanır.

Pilot dönemin tamamlanmasından ve tam teknik ve ekonomik gösterimden sonra, 2026 yılında toplam 20 MW kapasiteye sahip yüzer rüzgar-güneş fotovoltaik projesi kurulması planlanmaktadır. 💪

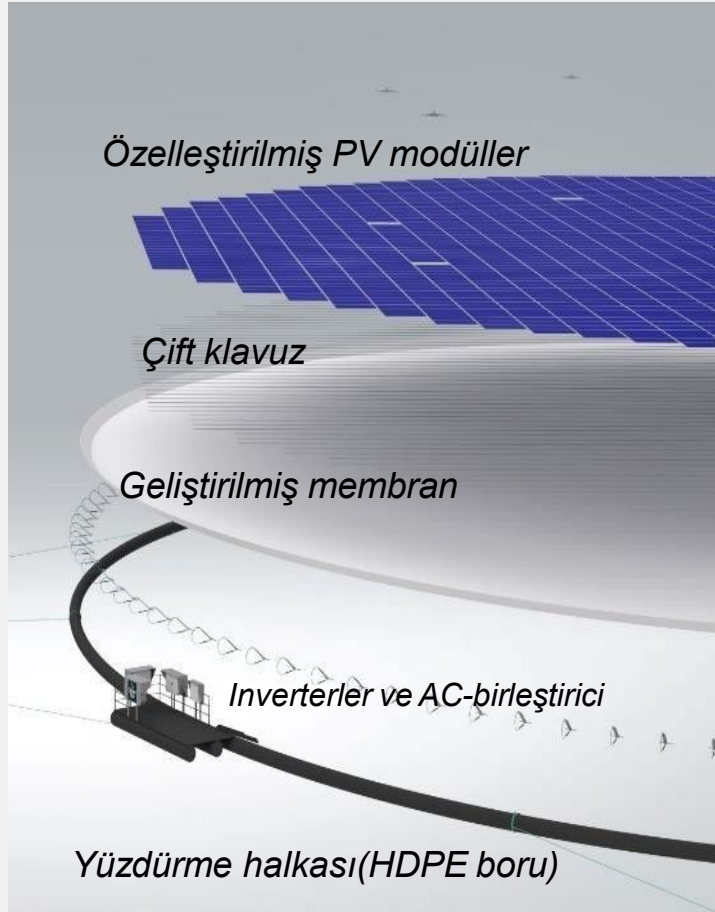




Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi



Membran Tabanlı Yüzer GES Sistemi



Uygunluk Belgesi

DNVGL Maritime'den Uygunluk Belgesi alan ilk yüzer PV sistemi

- Dalga, rüzgar ve akıntılarda tasarıma uygunluk ve yapısal bütünlük



Membranın dayanıklılığı ve uygunluğu

OS, üreticilerle birlikte bir membran geliştirdi:

- Minimum kullanım ömrü 20 yıl
- Su üzerinde çevresel etkisi yok



Daldırma testi - PID ve Yalıtım direnci

TÜV ve **GCL** ile işbirliği içinde yapılan testler sonucunda:

- IEC/EN 61215 gibi özelleştirilmiş FV panel sertifikası.
- FV paneller için garanti verilmektedir.



Sistem verimliliği

DNVGL Power & Renewables ile aşağıdakiler için işbirliği:

- Rakip çözümlere ve arazi tipi GES'lere karşı FV panellerin soğutma etkisi performansını doğrulama.
- Su soğutmalı olması sonucu olarak rakip yüzer GES'lere göre genellikle %3-10 daha iyi performans.





Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Uygunluk Belgesi

DNVGL Maritime'den Uygunluk Belgesi alan ilk Yüzer GES sistemidir.

- Dalga, rüzgar ve akıntılarda tasarıma uygunluk ve yapısal bütünlük belgesidir.



DNV'nin Uygunluk Belgesi, geliştiriciler, finansörler, sigorta kurumları ve diğer paydaşlar için yeni teknolojinin uygulanmasının doğal riskini azaltmada hayati önem taşıyan belgeleri temsil etmektedir.

DNV GL	
STATEMENT OF CONFORMITY	
Statement No: 10173296-1	
Owner:	Ocean Sun
Name of system/installation:	Ocean Sun floating solar power plant
Location:	Not site specific
Description:	Design principles, methods and safety factors for the main structural elements of the Ocean Sun system as defined in /1/
Main Operational Limitations:	As specified in /1/
This is to verify: That the above mentioned system/installation has been verified, by appropriate methods, to comply with the requirements of relevant standards and recommended practices, assessed to be applicable for the floating ring structure and mooring system, for the main operational limits stated above, and further outlined in the Reference documents listed below.	
Verification involvement: The verification of the above mentioned system/installation has been performed in accordance with the contract SFA-191197-01-A and the activity T6.2 defined in the Technology Qualification Plan developed by Ocean Sun as part of the Technology Qualification process of the concept with the detailed scope of work described in the Reference documents mentioned below. The verification of the above mentioned system/installation has included: - Review of the Ocean Sun Design Basis and Hydrodynamic Design Premise /1/. - Verification comments documented in /2/. It should be noted that local loads on membrane is not part of the evaluation by DNV GL. However, Ocean Sun has been validating the membrane system by physical testing and has conducted simplified FEA. Since 2017, Ocean Sun is also gathering practical experience by installing and operating plants in Norway, Singapore and the Philippines. The detailed scope of work is described in the appended DNV GL Verification report.	
Validity: This statement is valid on the date of issue.	
Reference documents: /1/ Design Basis and Hydrodynamic Design Premise, doc. no. OS001, rev. 3, 2019-12-17 /2/ DNV GL Verification report, doc. no. 2020-0063 Rev 0, 2020-01-29 (appended)	
Issued at Høvik on 2020-01-29	
for DNV GL Marte de Picciotto Marte de Picciotto Project Sponsor	



Form code: VER 201

Revision: 2017-01

www.dnvgl.com

Page 1 of 1

© DNV GL 2014. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS.



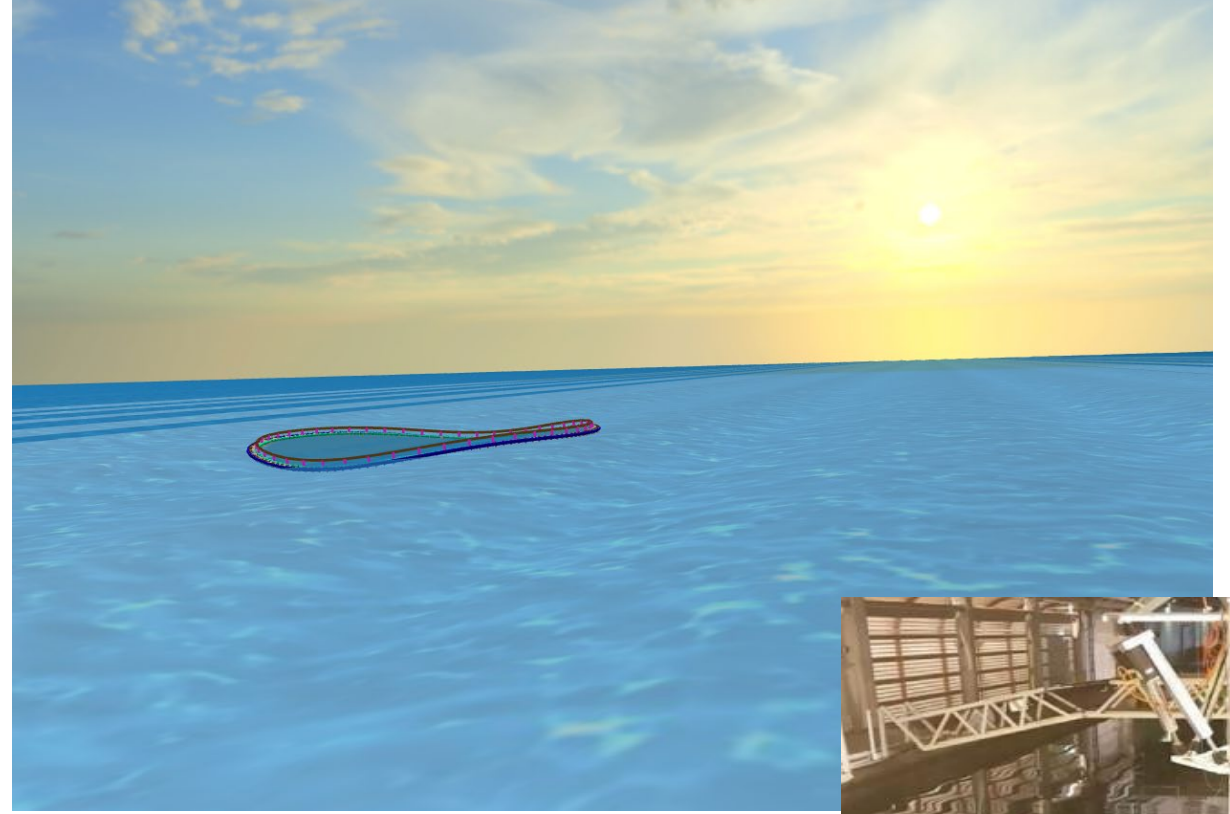
Yüzer GES Teknolojileri ve Gelişimi

Dalgalar ve akıntılar

- Sistem SINTEF okyanus havzası laboratuvarında test edildi
- Dairesel tasarım kuvvetleri dağıtır
- Esnek yüzey membranı dalgalar üzerinde yumuşatıcı bir etkiye sahiptir
- Deniz akıntısından kaynaklanan minimum sürüklenme
- Mekanik yorulma riski taşıyan zayıf bağlantı noktaları yok

Rüzgar

- Su üzerinde düz montaj sayesinde minimum rüzgar sürtünmesi
- Tayfun sınıfı 4 (275 km/saat) rüzgarlar için test edilmiş ve onaylanmıştır





Farklı Teknolojilerin Avantaj ve Dezavantajları

- ✓ İç sularda bugüne kadar kullanılan duba tabanlı yüzer ges sistemleri
 - ✓ Yeni nesil yüzer ges olan membran tabanlı sistemi
- Karşılaştırılmıştır.





Farklı Teknolojilerin Avantaj ve Dezavantajları

TEMEL ÖZELLİKLER	MEMBRAN TABANLI TEKNOLOJİ	DUBA TABANLI TEKNOLOJİ
Platform Yapısı - Sistem Tipi	Küresel olarak içsular, deniz ve okyanuslardaki 50 yıllık su ürünleri yetiştiriciliği deneyimine dayanan tasarımla rüzgar, dalgalar ve akıntılar için güçlü demirlemelere sahip sağlam sistemdir. (NS-9415 standardı) DNVGL Denizcilik Uygunluk Sertifikası vardır.	PV endüstrisinde 10 yıllık deneyime sahiptir ve herhangi bir sertifikasyona sahip değildir. Çok daha az sayıda büyük bileşene sahip on binlerce duba ve binlerce bağlantı noktasına sahiptir.
Maliyet	Her bir yüzer PV panel için daha az malzeme, daha az lojistik, kolay demirleme ve kurulum - hepsi toplandığında en düşük maliyeti verir. ▪ Basit, hızlı ve güvenli su üstü/deniz kurulum prosedürüne sahip, ▪ Gerekli kaldırma kuvveti için en az malzeme kullanımı ▪ Su soğutmasından dolayı artan verimlilik (~%5)	Her panelin bir yüzdürücüye/dubaya ve aynı miktarda bağlantı parçasına ihtiyacı vardır. Binlerce küçük duba ve binlerce küçük bağlama parçası/ekipmanı gerektirir.



Farklı Teknolojilerin Avantaj ve Dezavantajları

TEMEL ÖZELLİKLER	MEMBRAN TABANLI TEKNOLOJİ	DUBA TABANLI TEKNOLOJİ
Sistem Verimliliği	Su ile doğrudan temas halinde olan ince yüzer membran sayesinde su soğutması vardır. Karasal GES'lere göre <u>%15-20 daha verimli</u>, Duba tabanlı yüzer GES'lere göre <u>%5 daha verimli</u>. DNV gibi bağımsız kuruluşlarınca belgelendirilmiştir.	Güneş dubaları ısıtıyor, bu da PV Panellerini ısıtıyor - hava soğutmalı. Çeşitli bağımsız testler karasal ges'lere göre maksimum %2-5 kazanç göstermektedir.
Kullanım Ortamları	Her bir yüzer PV panel için daha az malzeme, daha az lojistik, kolay demirleme ve kurulum - hepsi toplandığında en düşük maliyeti verir. ▪ Basit, hızlı ve güvenli su üstü/deniz kurulum prosedürüne sahip, ▪ Gerekli kaldırma kuvveti için en az malzeme kullanımı ▪ Su soğutmasından dolayı artan verimlilik (~%10)	Rüzgara kapalı, dalga boyunun az olduğu durgun sularda kullanılabilir.



Farklı Teknolojilerin Avantaj ve Dezavantajları

TEMEL ÖZELLİKLER	MEMBRAN TABANLI TEKNOLOJİ	DUBA TABANLI TEKNOLOJİ
Montaj – Kurulum	Güvenli ve gerçekleşmesi kolay, Denizcilik tesisatı, birçok lokasyonda yerel işgücüne olanak verir, somun civata gerektirmez, Modüllerin hızlı ve kolay montajı, Günlük kurulum hızı yaklaşık 660 kWp	Her bir panel için duba ve bu dubaların birbiri ile olan bağlantısının sağlanması gerekliliği. Uzun kurulum süreleri, çok sayıda metal parça ve civata vb tesisat içerir.
Panel Verimliliği	Çerçevesiz çift cam paneller kullanılmaktadır. Çift cam çerçevesiz modüller PID riski göstermez	Kullanılan panel teknolojisine göre PID riski taşımaktadır.
İşletme Koşulları	Deniz yüzeyi, esnek membran ile yumuşatılır. Deniz akıntısı ve rüzgar yükünden dolayı minimum sürüklenme Küçük dalgalanmalar, dalgaların sönmelenmesi Püskürtme yok, titreşim yok.	Suyun sürekli püskürtülmesi ve titreşimler var. Panellerin dubalar üzerinde belirli bir açı ile durması nedeni ile yelken etkisi yapması, Yelken etkisi ile set rüzgarlı hava şartlarında kopma, parçalanma, üst üste katlanma ve yangın riski.



Farklı Teknolojilerin Avantaj ve Dezavantajları

TEMEL ÖZELLİKLER	MEMBRAN TABANLI TEKNOLOJİ	DUBA TABANLI TEKNOLOJİ
Lojistik	70 metre (yaklaşık 660 kWp) çapına sahip en büyük yüzdürücüsü 40 fitlik bir konteynere sığacak şekilde tasarlanmıştır, Yüzdürme halkası için genel lojistik ihtiyacı, duba tabanlı sistemlere göre yaklaşık 10 kat daha düşüktür.	Duba tabanlı sistemlerde her bir panel için duba gereksinimi olması sebebi ile büyük boyutlu bir hacim ortaya çıkmaktadır. Bunun taşınması maliyet ve yönetilmesi açısından sorunludur.
Dalga ve Akıntı	Dairesel tasarımı dolayısıyla gelen dalga ve akıntı kuvvetlerini dağıtır. Akıntıda minimum sürüklenme Esnek membran dalgalar üzerinde yumuşatma etkisine sahiptir. Mekanik yorulma riski taşıyan zayıf bağlantı noktaları yok	Dikdörtgen tasarımı dolayısıyla gelen tüm dalga ve akıntı kuvvetleri ile karşı karşıya kalmaktadır. Çok sayıda bağlantı noktası var ve dalga ve akıntılar dolayısıyla sürekli hareket halinde olup çok sayıda mekanik yorulma riski taşımaktadır. Bu nedenle geçmiş yıllarda 3-4 projede yangın ve parçalanmalar olmuştur.
Rüzgar	Suda montaj nedeniyle minimum rüzgar direnci 4'ncü sınıf tayfun (275 km/h rüzgar hızı) için test edildi ve onaylandı. Sistemin parçalara ayrılma riski en düşük	Filipinler'deki Laguna Gölü'ndeki küçük dalgardaki duba tabanlı yüzer GES projesi yüksek hızlı rüzgarda yelken etkisi dolayısıyla parçalanmıştır.



Farklı Teknolojilerin Avantaj ve Dezavantajları

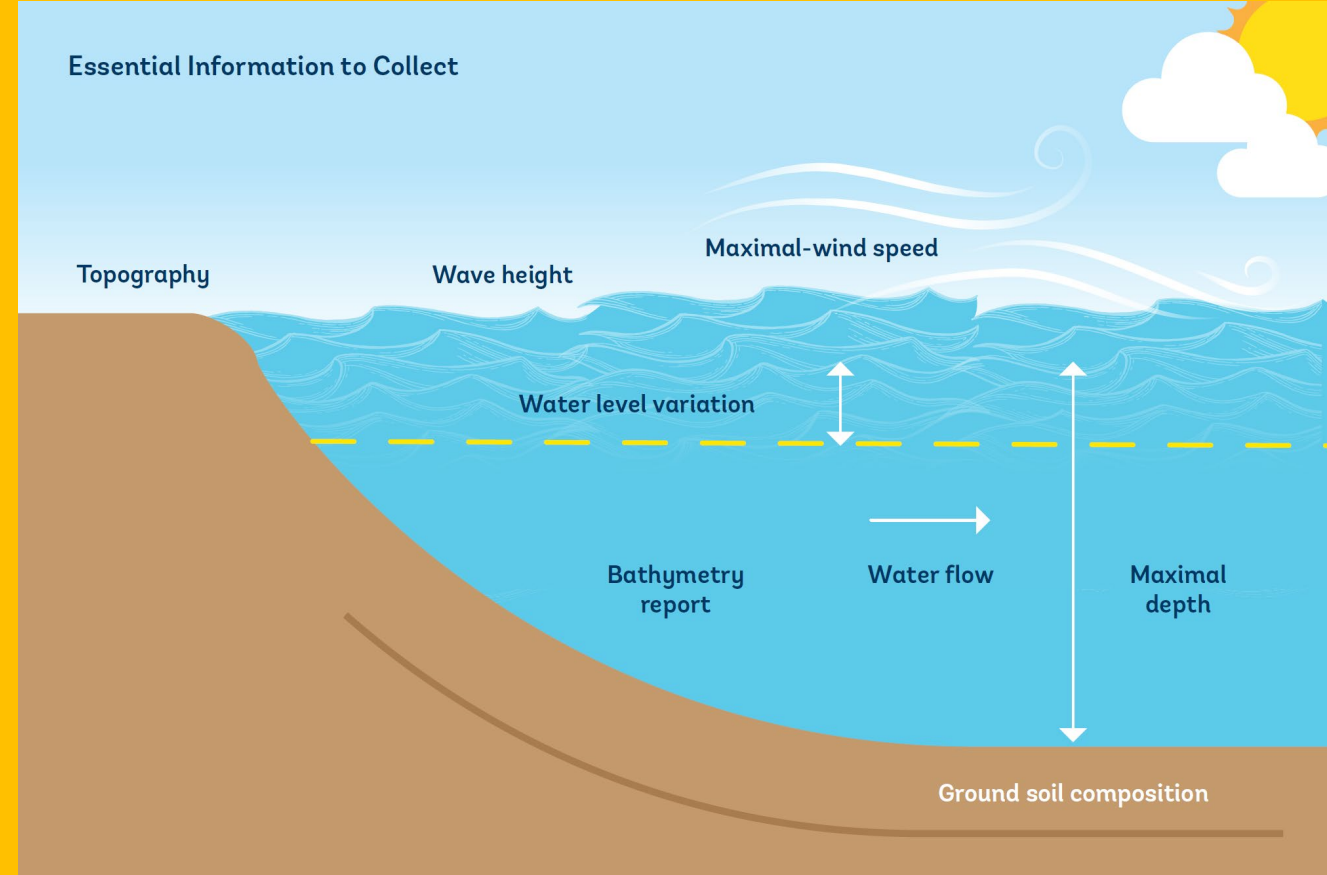
TEMEL ÖZELLİKLER	MEMBRAN TABANLI TEKNOLOJİ	DUBA TABANLI TEKNOLOJİ
Alan kullanımı	Membran tabanlı yüzer ges sisteminde paneller yan yana ve yatay şekilde kullanılmaktadır. Bu da daha az kullanımı sağlamaktadır. Membran tabanlı yüzer ges sistemi ile yaklaşık 7.000 m² su yüzünde 1 MW kurulu gücünde yüzer ges kurulabilmektedir. 1 MW için 6.800 m2 gerekli	Dubalı sistemlerde paneller yataydan belli açı ile yerleştirilmekte olup, panellerin gölgelenme etkisini ortadan kaldırmak için panel dizileri arasında boşluk bırakılmaktadır. Bu nedenle daha fazla alan kullanılmaktadır. 1 MW için 10.000 – 12.000 m2 alan gerekli



Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar

Yüzer GES için uygun yer seçimi, başarılı proje geliştirme için bir ön koşuldur. Saha, erken aşama konsept geliştirme sırasında ve fizibilite çalışmaları yapılmadan önce belirlenmelidir.

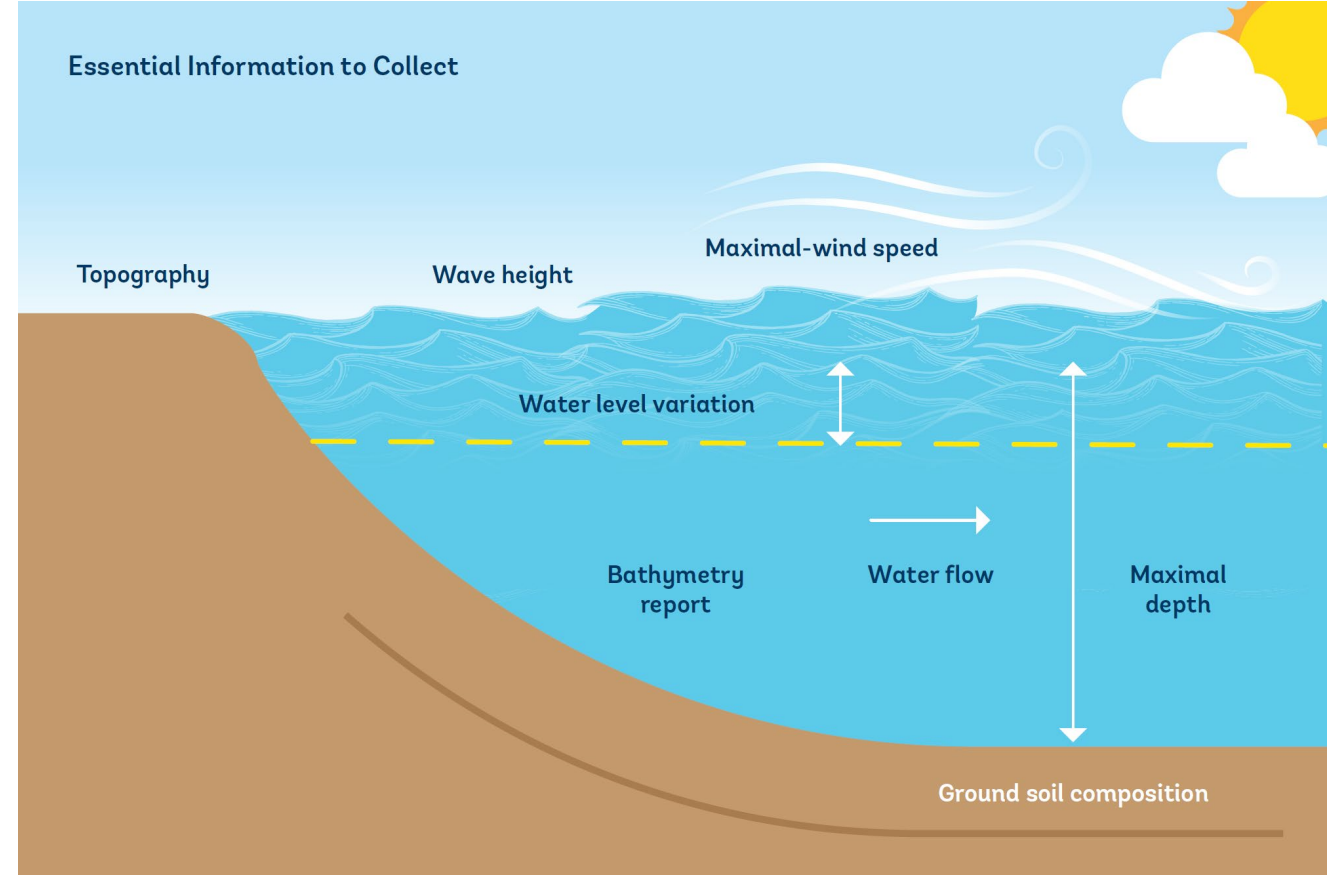
FPV kurulumları için saha uygunluğunun değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken başlıca hususlar şunlardır:





Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar

- Güneş kaynağı
- Yerel iklim koşulları
- Mevcut su yüzey alanı ve şekli
- Batimetri
- Su seviyesi, dalga genlikleri ve rüzgar hızları
- Yüzey altı toprak koşulları
- Gölgeleme, kirlenme ve diğer saha koşulları
- Çevresel hususlar
- Şebeke erişimi, trafo merkezi konumu,
- Kullanım hakları, izinler ve düzenlemeler





Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar

Yüzer Güneş Enerjisi Santrallerinin (Yüzer GES – Floating PV) **tasarımı**, hem su üzerindeki zorlu çevre koşullarına hem de fotovoltaik sistemlerin gereksinimlerine göre yapılmalıdır.

Yüzer GES projesi için dikkate alınması gereken **ana tasarım kriterleri**,

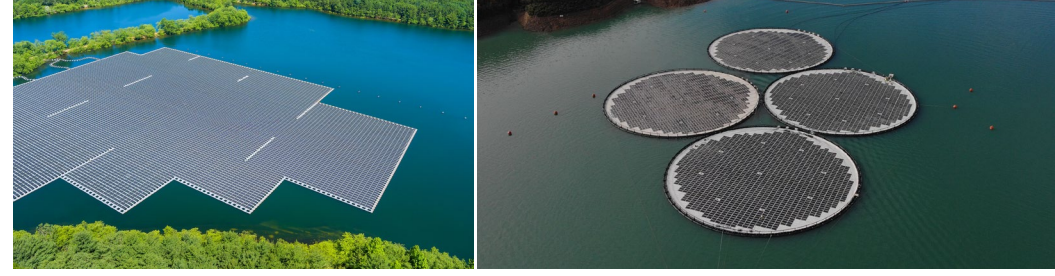
1. Yapısal tasarım
2. Çevresel Koşullar ve Hidrodinamik Tasarım
3. Elektriksel Tasarım Kriterleri
4. Demirleme ve Sabitleme Sistemi
5. İşletme ve Bakım Kolaylığı
6. Yer Seçimi ve Alan Kullanımı

kategorilere ayrılmıştır.





Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar

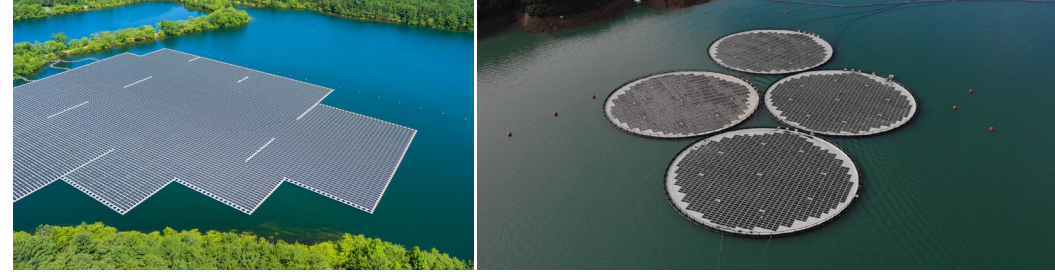


1. Yapısal Tasarım Kriterleri

Kriter	Açıklama
Yüzer Platform Tipi	HDPE, alüminyum, ponton tipi, modüler sistemler
Yük Taşıma Kapasitesi	Paneller, yürüme yolu, bakım ekipmanları ve personel yüklerini taşıyabilmelidir
Stabilite	Dalga, rüzgâr ve yük dağılımı altında sistem devrilmemeli
Dayanıklılık	UV ışınları, sıcaklık değişimleri, donma-çözülme, korozyon gibi çevresel koşullara dayanıklı olmalıdır



Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar

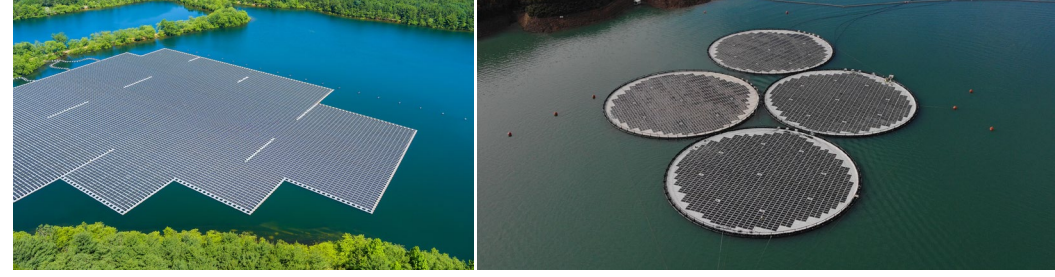


2. Çevresel Koşullar ve Hidrodinamik Tasarım

Kriter	Açıklama
Rüzgar Yüğü	Yerel maksimum rüzgâr hızına göre sistemin yapısal dayanımı tasarlanır (örn. 120-150 km/s)
Dalga Yüğü	Açık deniz, baraj, gölet gibi ortamlarda dalga yüksekliği ve frekansı dikkate alınır
Akıntı Hızı	Özellikle nehir ve baraj dip boşaltma bölgelerinde önemlidir
Su Seviyesi Değişimleri	Mevsimsel değişimler ve ani taşkınlara karşı dikey hareket toleransı gerekir



Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar

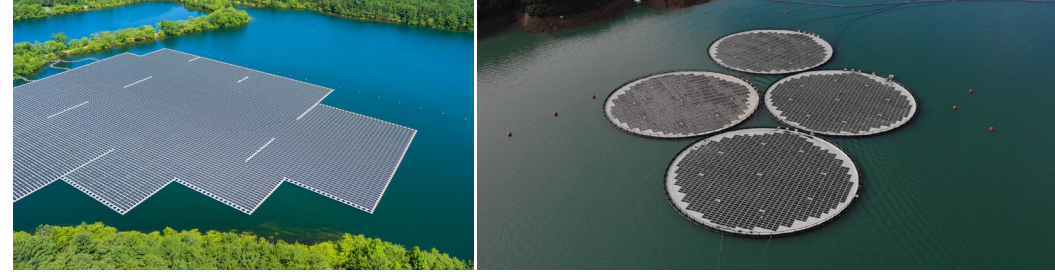


⚡ 3. Elektriksel Tasarım Kriterleri

Kriter	Açıklama
Modül Tipi ve Yönelimi	Monokristal/PERC, çift camlı modüller tercih edilir. Genellikle sabit yatay yerleşim kullanılır
Yalıtım ve IP Derecesi	Elektrik bağlantıları ve ekipmanlar IP67/68 koruma sınıfında olmalı
Kablo Yönetimi	Kablo kanalları UV dayanımlı, su geçirmez ve hareketli sistemlere uygun olmalı
Topraklama	Tüm metal aksamalar uygun şekilde topraklanmalı ve DC ark riskleri azaltılmalı



Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar

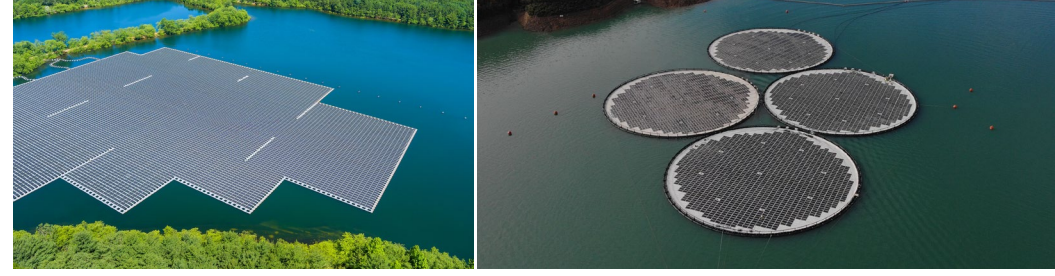


4. Demirleme ve Sabitleme Sistemi

Kriter	Açıklama
Ankraj Tipi	Çapa, kazık, beton blok gibi yöntemlerle yapılır
Halat ve Zincir Tasarımı	Rüzgâr ve su akımı etkilerine göre gerginliği ayarlanmalı
Yönlenme Kontrolü	Sistem rüzgâr yönünde serbest dönebilir veya sabitlenebilir şekilde tasarlanabilir



Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar

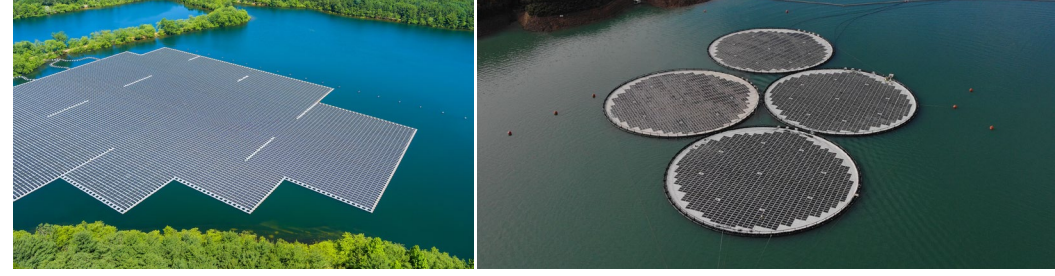


🔧 5. İşletme ve Bakım Kolaylığı

Kriter	Açıklama
Yürüme Alanları	Bakım personeli için güvenli erişim yolları
Temizlik	Panel yüzeyinin periyodik temizliğine uygunluk
Modülerlik	Gerektiğinde kolay sökülüp taşınabilir olması
Yangın Güvenliği	Alev geciktirici malzeme kullanımı, izolasyon ve yangın dedektörleri



Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar



6. Yer Seçimi ve Alan Kullanımı

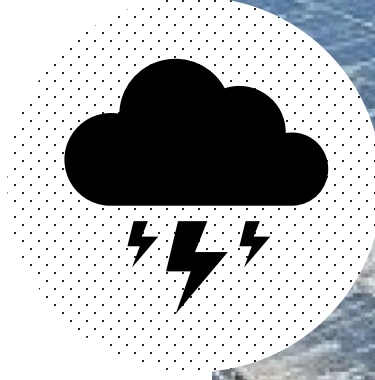
Kriter	Açıklama
Su Kalitesi ve Ekosistem	İçme suyu barajlarında alg oluşumu, balıkçılık faaliyetleri
Gölgelenme Etkileri	Ada yapıları, kıyıdaki ağaçlar gibi nesnelerin gölgesi engellenmeli
Kıydan Uzaklık	Elektrik iletim kablosunun maliyet ve güvenliği açısından optimize edilmeli



Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar

Coğrafi Koşullara Göre Farklılaşan Kriterler

- **Tropikal bölgelerde:** UV ve biyolojik kirlenme (alg, yosun)
- **Soğuk iklimlerde:** Donma, buz hareketi etkileri
- **Deniz uygulamaları:** Tuzlu su korozyonu, deniz canlıları etkisi





Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar

2022 yılının başlarında, Fransa'nın güneyindeki 17 MW'lık bir FPV sistemi, FPV'lerin birkaç gün boyunca şiddetli rüzgarlara maruz kalmasına atfedilen bir yangın kazası yaşadı.

Ocak 2022'de, tesisin bulunduğu su kütlesi birkaç gün boyunca saatte 80 km'ye kadar esen şiddetli rüzgarlara maruz kalmıştır.

Dalgalanmanın ve tekrarlanan sürtünmenin etkisiyle modülleri bağlantı kutularına bağlayan kablolar çıplak kalmış ve santralin yüzdürücülerinden birinde kısa devreye neden olmuştur.

Etkilenen inverterler kapatıldı, ancak yüzdürücülerin bir kısmı **alev** aldı.





Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar

2019'da Japonya'yı vuran bir tayfun ülkenin en büyük yüzer PV projesinde hasara yol açtı. Rüzgar birkaç modülü söktü ve üst üste yığdı.

Ayrıca, gevşek paneller ile montaj yapılarına bağlı kalanlar arasındaki bu temas, modülleri aşırı ısıtarak yangın için gerekli koşulları yarattı.

Bu tür kazalar ve potansiyel riskler öncelikle doğru bir tasarım, sağlam bir mühendislik ve entegre bir sistem içinde bileşenlerin sınırları ve gereksinimleri dikkate alınarak azaltılmalıdır.

YÜZER GES'LERDE YELKEN ETKİSİ



YELKEN ETKİSİNİN SONUÇLARI

- Yüzer platformun sürüklenmesi veya dönmesi
- Demirleme sistemine aşırı yük binmesi
- Kablo bağlantılarında kopma veya zorlanma
- Platformun kıyıya veya diğer yapılara çarpma riski
- Yapısal deformasyonlar

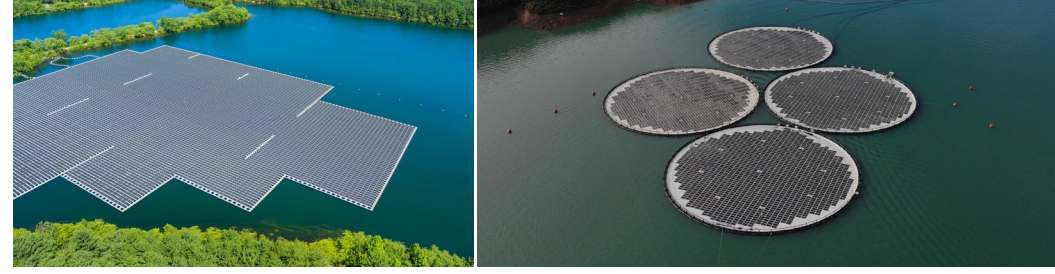








Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar



Uluslararası Standartlar

IEC/TS 63163-1 & 63163-2

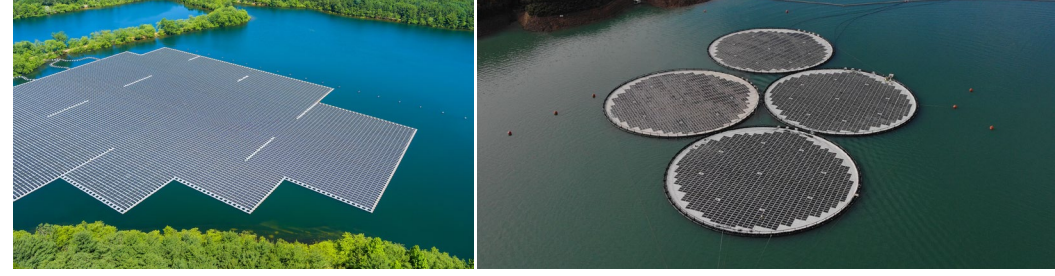
"Floating PV systems – Part 1 & 2"

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) tarafından geliştirilen bu teknik standartlar:

- **IEC/TS 63163-1:2021 – Genel ilkeler**
 - Yüzer platform tasarımı
 - Dalga, rüzgar, su seviyesi değişimleri gibi çevresel etkiler
 - Modül destek yapılarının dayanımı
 - Yüzer sistemlerin elektriksel güvenliği
- **IEC/TS 63163-2:2022 – Test yöntemleri**
 - Malzeme testleri, UV dayanıklılığı, korozyon testleri
 - Mekanik yükleme ve yüzerlik testleri
 - Performans ve ömür tahmini testleri



Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar



■ 2. IEC 61730 / IEC 61215

- Güneş paneli modül güvenliği ve performans testleri (FPV için özellikle UV, nem, yüksek sıcaklık etkileri önemlidir).

■ 3. IEC 60068 Serisi

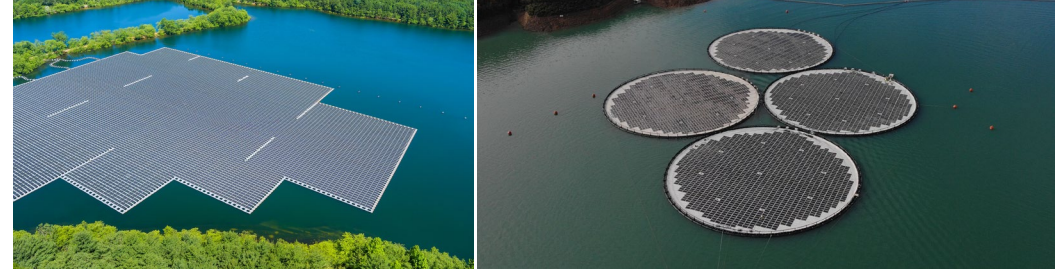
- Ortam koşulları testleri (ısı, nem, tuz, UV, suya maruz kalma gibi).

■ 4. DNVGL-RP-0584 (2021) – Recommended Practice for Floating Solar

- **Norveç** merkezli DNV tarafından yayınlandı.
- Tüm sistem için detaylı tavsiyeler: yapısal analiz, elektriksel tasarım, yüzer platformlar, kablo yönetimi, çevresel etki vb.



Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar



RECOMMENDED PRACTICE

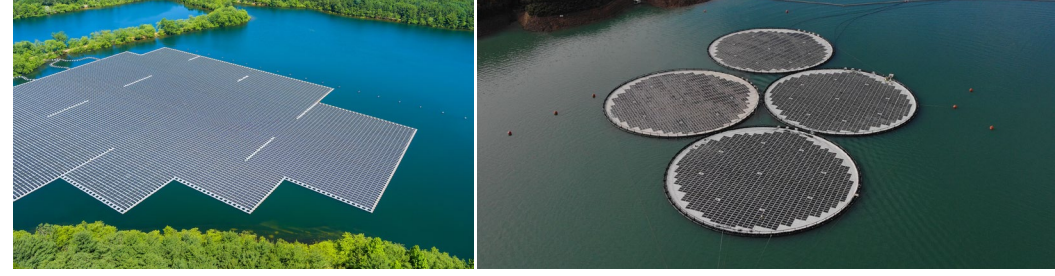
DNV-RP-0584

Edition March 2021
Amended October 2021

Design, development and operation of floating solar photovoltaic systems



Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar



Türkiye'deki Durum ve Mevcut Uygulamalar

1. Ulusal Yönetmelikler

Yüzer GES'ler için henüz özel ve ayrı bir ulusal standart **resmen yayınlanmamıştır**.

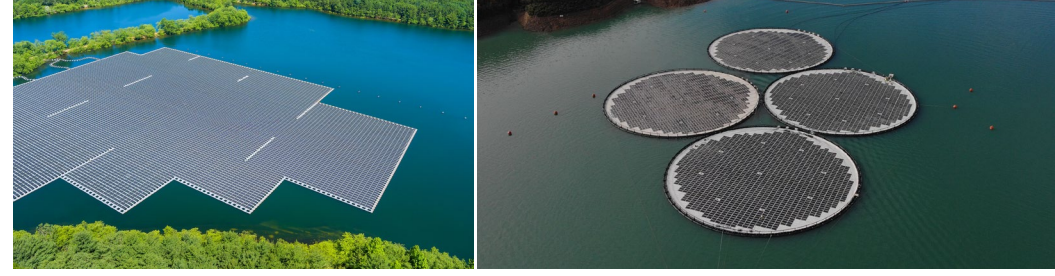
- **Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği**
- **Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği**
- **ÇED Yönetmeliği** (Çevresel Etki Değerlendirmesi)
- **Kıyı Kanunu ve Su Ürünleri Mevzuatı** (su alanı tahsisi ve çevresel etkiler)
- **İSKİ veya DSİ teknik şartnameleri** (baraj gölleri ve içme suyu havzaları için)

2. TEİAŞ ve TEDAŞ Şartnameleri

- Şebekeye bağlantı, enerji kalitesi ve koruma sistemlerine yönelik teknik kurallar uygulanır.
- TEDAŞ, yüzer sistemlerin karasal sistemler ile aynı elektriksel performansı sağlamasını bekler.



Tasarım Kriterleri ve Geliştirilen Standartlar



Bu Standartlar Neden Önemli?

- ✓ **Güvenlik** – Su üzerinde elektrikli sistemler ekstra güvenlik önlemleri gerektirir
- ✓ **Yatırımcı Güveni** – Banka kredisi/finansman için proje standartlara uygun olmalıdır
- ✓ **Sigorta Uyumu** – Uluslararası kabul görmüş sistemler sigortalananabilir
- ✓ **İhracat & Proje Onayı** – Yurt dışı projelerde teknik kabul için gereklidir

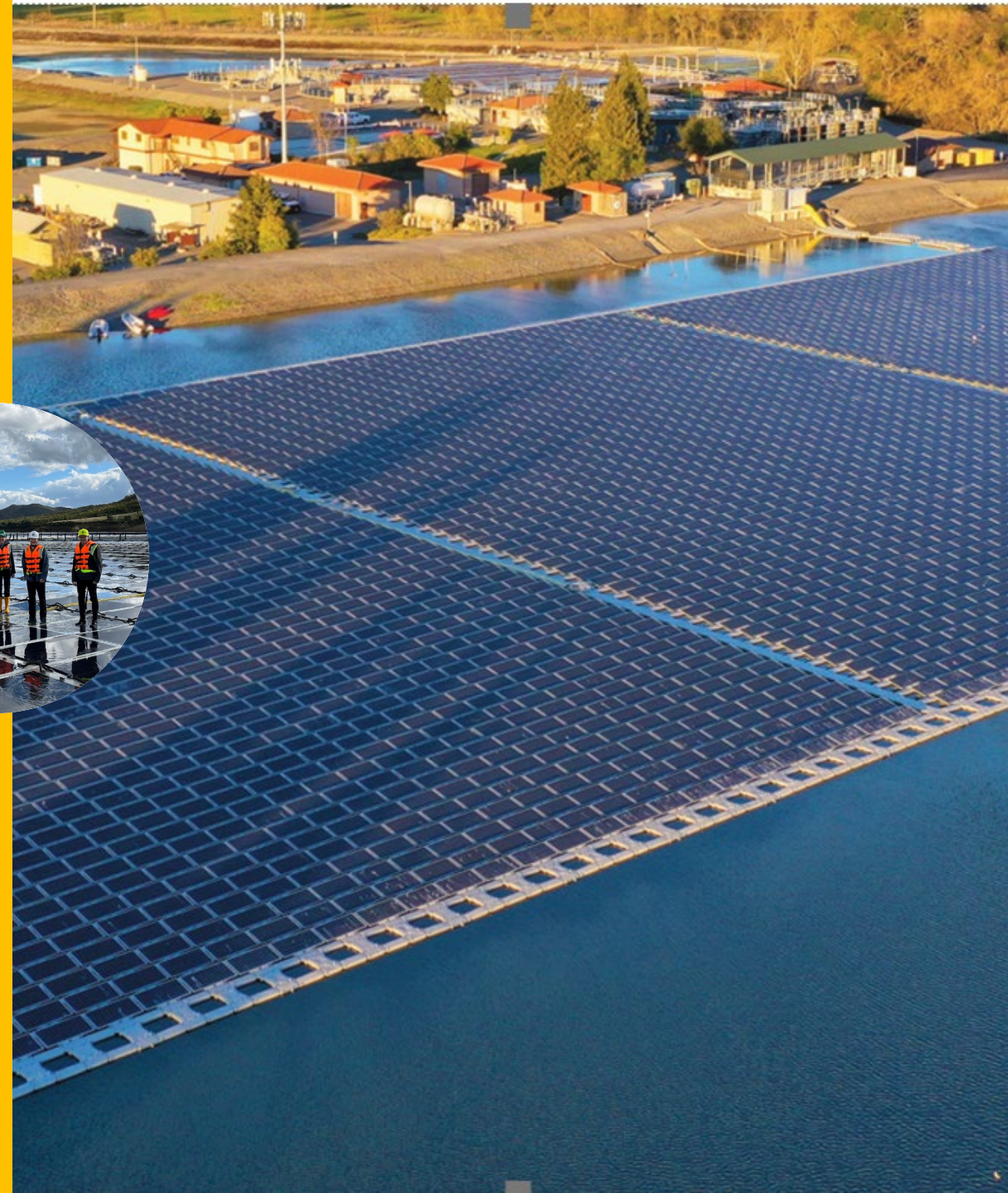


Dünyada Yüzer GES Uygulamaları

İlk Yüzer GES (YGES) sistemi 2007 yılında Japonya'da inşa edilmiş, bunu Fransa, Kore Cumhuriyeti ve Amerika Birleşik Devletleri gibi diğer ülkeler izlemiştir. Tüm bu ülkeler araştırma ve tanıtım amaçlı mikro-YGES kurulumlarını test edilmektedir..

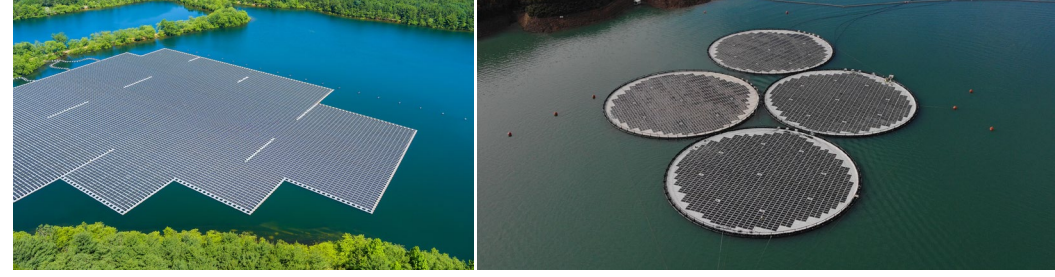
Yüzer güneş fotovoltaik (FPV) pazarı küresel olarak hızla genişlemekte ve küresel toplam YGES kapasitesi 5,7 GW'a ulaşmaktadır.

Yüzer GES gelişimini yönlendiren kıtalardan biri de Asya'dır.





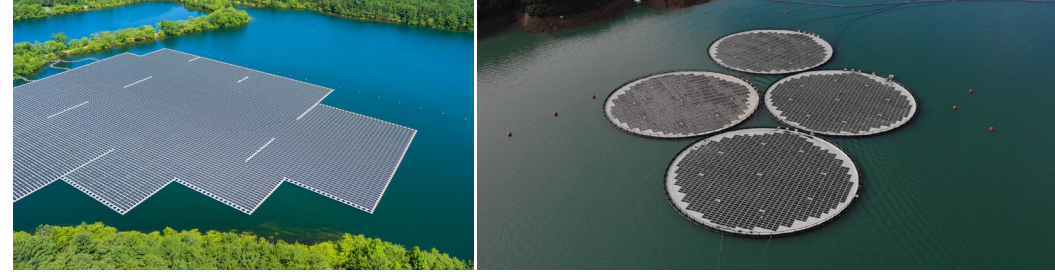
Dünyada Yüzer GES Uygulamaları



Ülke	Proje Adı / Yer	Kurulu Güç (MW)	Yıl	Özellikler
Çin	Dezhou Dushan Yüzer GES	320 MW	2023	Dünyanın en büyük yüzer GES'lerinden biri. Su rezervuarı üzerine kurulmuştur.
Çin	Huainan Yüzer GES (Anhui)	150 MW	2018	Eski kömür madeni göleti üzerine kurulmuştur.
Hindistan	Ramagundam Yüzer GES (Telangana)	100 MW	2021	Hindistan'ın en büyük yüzer güneş santrali. Termik santrale entegre.
Güney Kore	Saemangeum Projesi	2.1 GW (planlanan)	2030	Dünyanın en büyük yüzer GES projesi olacak. Aşamalı yapım planlanıyor.
Singapur	Tengeh Reservoir Yüzer GES	60 MWp	2021	Tropikal iklimde kurulan en büyük projelerden.



Dünyada Yüzer GES Uygulamaları



Ülke	Proje Adı / Yer	Kurulu Güç (MW)	Yıl	Özellikler
Endonezya	Cirata Floating PV	192 MWp	2023	Güneydoğu Asya'nın en büyük yüzer GES'i. Devlet-özel sektör iş birliği.
Fransa	Piolenc O'Mega 1	17 MW	2019	Avrupa'nın ilk büyük ölçekli yüzer GES projesi. Tarım arazilerinin korunması amacıyla su yüzeyinde kuruldu.
Japonya	Yamakura Dam GES	13.7 MW	2018	Dağlık bölgede baraj üzerine kurulmuştur. Doğa dostu çözüm.
İsrail	Mekorot Floating PV	50+ MW (birden fazla)	2020+	Su tasarrufu ve buharlaşmayı azaltma hedefli projeler.
Portekiz	Alqueva Floating PV	5 MW	2022	Avrupa'nın en büyük baraj göllerinden birinde, hibrit (hidro+solar) sistem.
Tayland	Sirindhorn Barajı Yüzer GES	45 MW	2021	Lam Dom Noi Nehri üzerindeki Sirindhorn Barajı üzerinde kuruldu.

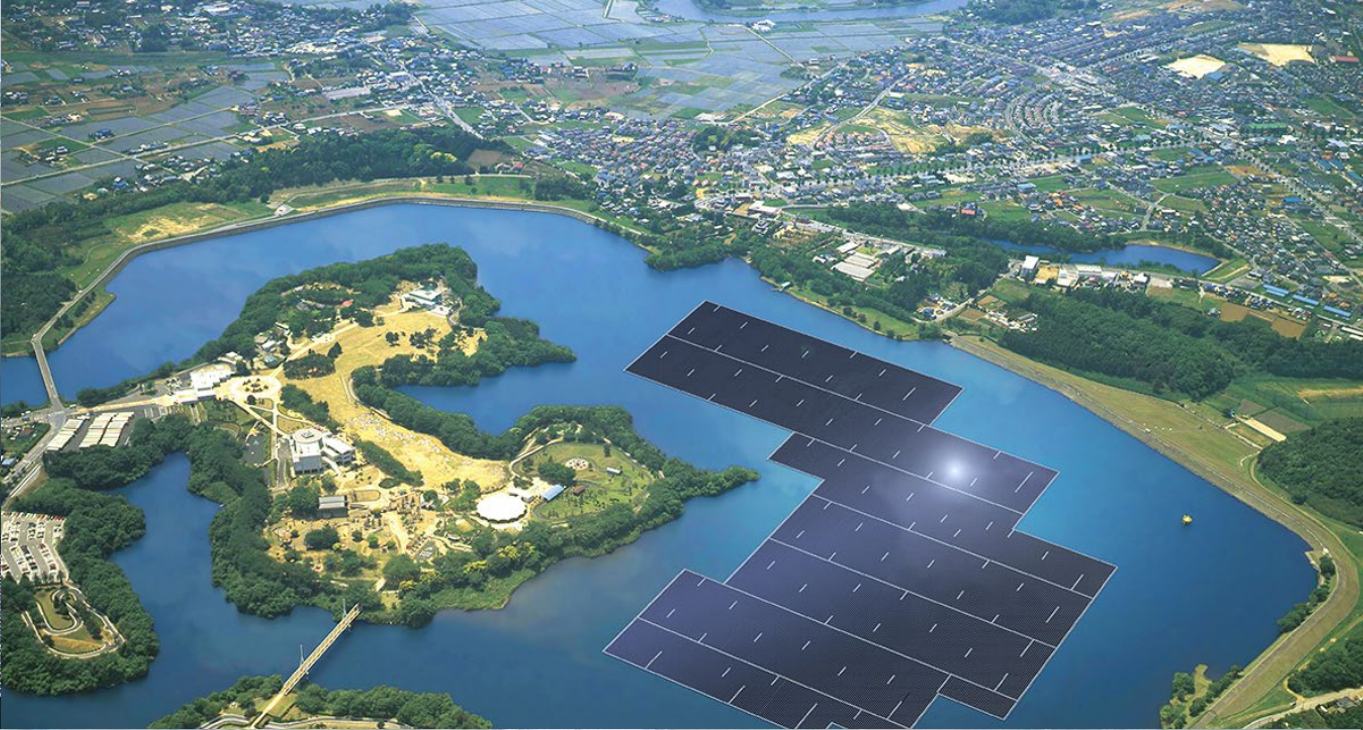


Dünyada Yüzer GES Uygulamaları

Yüzer GES gelişimini yönlendiren kıtalardan biri de Asya'dır.

1. Kore'de planlanan *Saemangeum Yüzer Güneş Enerjisi Projesi* – **2,1 GW**, [Devam ediyor](#).
2. Hindistan'da planlanan *Omkareshwar Barajı Yüzer Güneş Enerjisi Projesi* – **600 MW**, [Devam ediyor](#).







Extremadura, İspanya – Nisan 24



250 kWp kurulum

ARGE Projesi– sakin koşullar için tek halka kullanımı

6 farklı Yüzer GES sistemi aynı yerde ve aynı koşullarda test ediliyor.

YUGES



Extremadura, Ispanya – Nisan 24



Extremadura, İspanya – Nisan 24





Dünyada Yüzer GES Uygulamaları

Avrupa'da yüzer güneş enerjisi santralleri (Yüzer GES) giderek artan bir ivmeyle kurulmakta ve çeşitli ülkelerde başarılı projeler hayata geçirilmektedir.

Bu projeler, kara alanının sınırlı olduğu bölgelerde enerji üretimini artırmak ve su yüzeylerini verimli kullanmak amacıyla tercih edilmektedir.





Dünyada **Yüzer GES** Uygulamaları

Hollanda

- **Sellingener Yüzer GES:** 41.4 MWp kapasiteyle Avrupa'nın en büyük yüzer güneş enerjisi santrallerinden biridir.
- **De Uivermeertjes Yüzer GES:** 29.7 MWp kapasiteye sahip bu tesis, Gelderland bölgesinde yer almaktadır.
- **Bomhofsplas Yüzer GES:** 27.4 MWp kapasitesiyle Overijssel bölgesinde bulunmaktadır.
- **Sekdoorn Yüzer GES:** 14.5 MWp kapasiteye sahip bu tesis, Zwolle yakınlarında kurulmuştur.





Dünyada **Yüzer GES** Uygulamaları

Fransa

- **O'MEGA1 Yüzer GES:** 17 MW kapasiteye sahip olan bu tesis, Piolenc bölgesinde eski bir taş ocağı üzerine kurulmuştur.
- **Les Îlots Blandin Yüzer GES:** 127 hektarlık bir alanda, altı göl üzerine kurulacak olan bu proje, tamamlandığında Avrupa'nın en büyük yüzer güneş enerjisi santrali olacaktır.





Dünyada Yüzer GES Uygulamaları

Arnavutluk

Banja Yüzer GES 2 MWp kapasiteye sahip

- **Konum:** Banja Barajı, Devoll Nehri üzerinde
- **İşletmeci:** Statkraft (Norveç)
- **Ortaklar:** Ocean Sun (Norveç)
- **Özellikler:**
 - Her biri 0.5 MWp kapasiteli dört yüzer ünite bulunmaktadır.
 - Her bir ünite yaklaşık 4.000 m² yüzey alanına sahiptir ve 1.500'den fazla güneş paneli içermektedir.
 - Proje, hidroelektrik santraliyle entegre çalışarak enerji üretiminde çeşitlilik sağlamaktadır.





Dünyada Yüzer GES Uygulamaları

Banja Barajı Yüzer GES, Arnavutluk

**Ocean
Sun**

YÜZER GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ

YUGES





Dünyada Yüzer GES Uygulamaları

Portekiz

- **Alqueva Yüzer GES:** 12.000 güneş paneliyle donatılmış bu tesis, Alqueva Barajı üzerinde yer almakta ve bölge nüfusunun %30'unun elektrik ihtiyacını karşılamaktadır.

Birleşik Krallık

- **Queen Elizabeth II Rezervuarı Yüzer GES:** 6.3 MW kapasiteye sahip bu tesis, Londra yakınlarında Thames Water için kurulmuştur.

Belçika

- **North Sea Three (NS3) Yüzer GES:** Oostende Limanı'nda kurulan bu tesis, Belçika'nın ilk açık deniz yüzer güneş enerjisi santrali olup, modüler yapısıyla hızlı kurulum avantajı sunmaktadır.





Dünyada **Yüzer GES** Uygulamaları

Almanya

- **Leimersheim Yüzer GES:** 750 kWp kapasiteye sahip bu tesis, Rheinland-Pfalz bölgesinde bir taş ocağı gölü üzerine kurulmuştur.
- **Weeze Yüzer GES:** Kuzey Ren-Vestfalya bölgesinde 2020 yılında devreye alınan bu tesis, 750 kWp kapasiteye sahiptir.





Türkiye’de Uygulama Alanları

Ülkemizde Yüzer GES’lerin;

- ✓ Hidroelektrik santrallerin rezervuarları,
- ✓ Sulama amaçlı baraj ve gölet rezervuarları,
- ✓ Endüstriyel havuz ve gölet rezervuarları,
- ✓ Koruma statüsü olmayan doğal ve yapay göllerde,

Gelişmesi beklenmektedir.

ÖZELLİKLE MEVCUT ELEKTRİK ALTYAPININ
BULUNMASI ve KURAK MEVSİMLERDE ENERJİ
AÇIĞI DOLAYSIYLA HES REZERVUARLARINDA
AVANTAJLI OLACAKTIR.

INTERNATIONAL **WATER POWER** AND DAM CONSTRUCTION



Bright future

Floating solar and hydropower

10

Construction work
Building work is underway on a number of new

26

Hydrogen and hydropower
Feasibility and advantages of hydrogen generation

34

The next generation
Initiatives aiming to inspire and equip the next generation for a



TÜRKİYE'DEKİ YÜZER GES POTANSİYELİ

Kamu ve özel sektör tarafından işletme halinde olan ve içmesuyu amacı taşımayan barajların normal su seviyesindeki toplam rezervuar alanının %3, %5 ve %10 oranlarında kullanılması durumunda oluşan yüzer GES potansiyeli:

BARAJ		REZERVUAR KULLANIM YÜZDESİ		
KARAKTERİSTİK	BİRİM	3%	5%	10%
GÜÇ	MWp	15.900	26.500	53.000
ENERJİ	GWh/yıl	23.850	39.750	79.500
CO ₂ AZALTIMI	tCO ₂ /yıl	15.473.880	25.789.800	51.579.600
BUHARLAŞMA AZALTIMI	milyon m ³ /yıl	162,18	270,30	540,60



Mevzuatın Gelişimi

Ülkemizde Yüzer GES özelinde mevzuatta yeni düzenlemeler yapılmaktadır.

Yapılan düzenler,

1. Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği
2. Maden Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (2024)
3. Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği





Mevzuatın Gelişimi

Mevcut Düzenlemeler

1. Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği

Yüzer GES projeleri, Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği kapsamında değerlendirilmektedir. Bu yönetmelik, yüzer GES'lerin lisanslandırılması ve işletilmesiyle ilgili genel hükümleri içermektedir. Ancak, Yüzer GES'lere özgü spesifik düzenlemelerle sınırlıdır.





Mevzuatın Gelişimi

Mevcut Düzenlemeler

2. Maden Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (2024)

7501 sayılı Maden Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 11 Mayıs 2024 Tarihli ve 32543 Sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır.

Bu kanunla, 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 kurulabilmesine olanak sağlıyor.

Ancak, içme-kullanma suyu temin edilen rezervuarlar ve sulak alanlar ile meri kanun çerçevesinde kalan kıyı ve sahil şeritleri kapsam dışında bırakılmıştır.





Mevzuatın Gelişimi

Mevcut Düzenlemeler

3. Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği

Yüzer GES projeleri, ÇED Yönetmeliği kapsamında çevresel etkileri açısından değerlendirilmekte ve gerekli izin süreçlerine tabi tutulmaktadır.

Bu kapsamda, projelerin çevresel etkileri incelenmekte ve uygunluk durumuna göre izin verilmektedir.





Mevzuatın Gelişimi

Planlanan Düzenlemeler

DSİ Genel Müdürlüğü tarafından kendi sorumluluk alanında bulunan tüm baraj ve göletlerde kurulacak Yüzer GES'ler için «Yüzer Güneş Enerji Santralleri Kurulmasında Su Yüzeyi Kullanımına ve Kiralanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik» hazırlığı mevcuttur.

Yayınlanması beklenen yönetmelik taslağı EÜAŞ tarafından işletilmekte olan büyük rezervuarlı barajlara yönelik hususlar içerdiğinden özel sektöre ait HES'lerin sahip olduğu fiziki koşullara uymamaktadır.

Bu hususların yönetmelik yayınlanmadan önce revize edilmesi sektör adına önemlidir.





Hizmetlerimiz

Ocean Sun, Norveç Oslo merkezli bir şirket olup, Ekim 2020'de Euronext Growth Oslo'da OSUN kodu ile işlem görmeye başlamıştır.

Oslo, Singapur ve Şangay'da ofisleri bulunan Ocean Sun, enerji ihtiyaçları için cesur bir çözüm üretme vizyonu doğrultusunda çalışan bir şirkettir.





Hizmetlerimiz

Ocean Sun, tüm kıtalarda proje görüşmeleri yapan gerçek anlamda küresel bir şirkettir.





Hizmetlerimiz

Ön Fizibilite

Planlanan proje için ön fizibilite raporu Ocean Sun ekipleri ile birlikte hazırlanmaktadır.

Tasarım

Santral tasarımı ve yerleşimi Ocean Sun ekipleri ile birlikte yapılmaktadır.

Mühendislik hesapları

Sisteme ait tüm mukavemet ve elektrik hesapları Ocean Sun ekipleri ile birlikte yapılmaktadır.

Ekipman temini

Ocean Sun firmasının izin verdiği standartlara uygun ekipmanlar kullanılmaktadır. Ekipman kullanımında yerlilik esas alınmaktadır.





Hizmetlerimiz

Montaj

Talep edilmesi halinde işletme – bakım hizmetleri Yuges tarafından verilmektedir.

İşletmeye Alma

İşletme alma çalışmaları Ocean Sun ekipleri kontrollüğünde Yuges ekiplerince yapılacaktır.

İzleme

Üretim takibi ve sucul ekosisteme etkilerinin izlenmesi Ocean Sun ekipleri ile işbirliği halinde yapılmaktadır.

İşletme & bakım

Talep edilmesi halinde işletme – bakım hizmetleri Yuges tarafından verilmektedir.





Teşekkürler...