

**DENİZ YÜZEY DALGALARINDAN ELEKTRİK
ENERJİSİ ÜRETİLMESİNİ SAĞLAYACAK BİR
SİSTEM TASARIMI VE PERFORMANSININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

EDA ÜNLÜ

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK-ELEKTRONİK HENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
EYLÜL – 2009**

**DENİZ YÜZEY DALGALARINDAN ELEKTRİK ENERJİSİ
ÜRETİLMESİNİ SAĞLAYACAK SİSTEM TASARIMI VE
PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

EDA ÜNLÜ

**Mersin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Ana Bilim Dalı**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. HÜSEYİN CANBOLAT**

**MERSİN
Eylül - 2009**

Bu tezin gerek bilimsel içerik, gerekse elde edilen sonuçlar açısından tüm gerekleri sağladığı kanaatine ulaşan ve aşağıda imzaları bulunan biz jüri üyeleri, sunulan tezi oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul ediyoruz.



Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin CANBOLAT



Jüri Üyesi
Yrd. Doç. Dr. Ali YILDIZ



Jüri Üyesi
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin MUTLU

Bu tezin Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun olarak yazıldığı Enstitü Yönetim Kurulu'nun ...12.../...11.../...2023... tarih ve 2023/22/...575... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Mahir TURHAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZ

Deniz yüzey dalgalarından elektrik enerjisi üretilmesini sağlayacak sistem, alternatif enerji kaynaklarının kullanılması noktasından hareketle tasarlanmıştır.

Bu projede önerilen sistemde, deniz yüzeylerindeki dalgalardan elektrik enerjisi üretilmesi öngörülmekte olup, dalgaların şiddetli olmadığı durumlarda bile enerji üretimi sağlanması hedeflenmektedir. Paletli elektrik enerjisi üretim sistemi olarak adlandırılan bu sistemde, deniz yüzeyine yerleştirilen paletlerin dalga yönüne dik kalmasını sağlayacak mekanizmalar bulunacaktır. Dalga enerjisiyle döndürülen paletler, enerjilerini dişli kasnak sistemi vasıtasıyla jeneratör miline aktaracaktır. Bu sistemin durgun sayılabilecek bir denizde bile elektrik enerjisi üretmeye devam etmesi planlanmaktadır. Özellikle deniz akıntılarının üzerine kurulması halinde enerji üretimi projede hedeflenen seviyenin altına düşmeyecektir.

Anahtar kelimeler: Alternatif enerji kaynağı, dalga enerjisi, paletli elektrik enerjisi üretim sistemi

ABSTRACT

The system generating electrical energy from sea surface waves has been designed with the notion of usage of alternative energy sources.

In the system proposed in this project, production of electrical energy from waves on the sea surface has been suggested ;and energy production is aimed even when the waves are not so strong. In this system so called electrical energy production system with flippers, the mechanisms providing the vertical position of flippers placed on the sea surface to the direction of the wave will be found. The flippers rolled with the wave energy will transfer their energy to the generator rotor via a chained sprocket gear system. The system is expected to generate electrical energy even on the flat sea. The energy generated with this system will not be lower than the expected level especially when it is placed on the sea streams.

Keywords: Alternative energy sources, wave energy, electrical energy production system with flippers

TEŐEKKÖR

Bu tezin hazırlanmasında emeği geen tez danıŐmanım Yrd. Do. Dr. HÖseyin CANBOLAT' a teŐekkÖrÖ bir bor bilirim.

Dalga enerjisinden elektrik enerjisi Üretimi projesinin fikir sahibi olan, proje konusundaki bilgilerini benden esirgemeyerek paylaŐan ve dokÖmantasyon desteği sağlayan Sayın Mehmet ÖNLÖ' ye teŐekkÖrlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	2
3. MATERYAL ve METOT	14
3.1. SİSTEMİN YAPISI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ	14
3.1.1. Sistemin Genel Yapısı	14
3.1.2. Paletler	15
3.1.3. Şase	17
3.1.4. Dişli Çark Sistemi	17
3.1.5. Jeneratör	19
3.2. SİSTEMİN DEĞERLENDİRİLMESİ	24
3.3. ÜRETİMİ ETKİLEYEN ÖNEMLİ FAKTÖRLER	26
4. BULGULAR ve TARTIŞMASI	28
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	29
KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	SAYFA
Şekil 2.1. Dalga enerjisi ile elektrik üretim şeması.....	7
Şekil 2.2. Dalga enerjisi için mevcut sistemler ve işlemler.....	10
Şekil 3.1. Ana makine detayı.....	14
Şekil 3.2. Palet detayı.....	16
Şekil 3.3. Paletlere yerleştirilecek ana şase.....	17
Şekil 3.4. Ana güç toplama ünitesi.....	18
Şekil 3.5. Sistemin üstten görünümü.....	20
Şekil 3.6. Sistemin önden görünümü.....	21
Şekil 3.7. Kulelerin önden görünümü.....	22
Şekil 3.8. Anamur iskelesinde kurulan kuleler.....	23
Şekil 3.9. Anamur iskelesinde kullanılan dubalar	23

1.GİRİŞ

Dünyadaki enerji kaynaklarının gittikçe azalması, enerji ihtiyacının karşılanması önemli bir sorundur. Enerji ihtiyacının yanı sıra, yaşanabilir çevrenin gün geçtikçe kirlenmesi, doğal yaşamı ve giderek tüm dünyayı tehdit eder hale gelmiştir. Bu kirlilikte en önemli pay teknolojik atıklardadır. Bundan dolayı çevre dostu enerji kaynaklarına yönelik hızla devam etmektedir. Bu bağlamda, deniz dalgaları, rüzgâr, güneş, biyoenerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları öne çıkmaktadır. Bu konularda yapılan bilimsel araştırmalar son yıllarda artmaktadır. Dünyanın enerji ihtiyacı ve çevre sorunları sürdüğü müddetçe verimli, sürekli, çevreye zarar vermeyen enerji kaynakları da ön plana çıkacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında en dikkat çekici olanlardan bir tanesi de denizlerdeki enerji potansiyelidir. Fakat mevcut teknolojilerle bu enerjiden faydalanma imkânları sınırlıdır. Son yıllarda bu konuyla ilgili araştırmalar yoğunlaşmış, bazı ülkelerde de dalga enerjisinden elektrik enerjisi üretimi çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. Bununla birlikte, kullanılan teknolojiler ve yapılan uygulamalar, yüksek dalga boylarındaki deniz dalgalarında sonuç verdiği için dalga enerjisinden beklenen verim elde edilememiştir.

Bu projede önerilen sistem, dalganın küçük boyutta olduğu durgun denizlerde bile enerji üretiminin hedeflendiği bir sistemdir. Dalga enerjisinin kullanılabilir enerjiye dönüştürülmesi için geliştirilen bu sistemde, oluşturulan düzenek içinde yer alan ve deniz yüzeyine, dalga yönüne dik şekilde yerleştirilen paletler bulunmaktadır. Dalga enerjisi ile döndürülen paletler, bu enerjiyi dişli kasa sistemi vasıtasıyla jeneratör miline aktaracak, böylelikle dalga enerjisinden elektrik enerjisi elde edilecektir. Bu proje, dünyadaki kısıtlı enerji kaynaklarına alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu sistemle, çok büyük maliyetler gerektirmeyen ve atıl halde bulunan dalga enerjisinden yararlanılarak çevreye zararlı yan etkisi olmayan elektrik enerjisi üretilen olacaktır. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde, denizlerimizden kolayca elde edilebilecek elektrik enerjisi kullanıma sunulacaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Türkiye'nin ekonomiklik analizi yapılmış olan 130 milyar kWh hidrolik potansiyeli bulunmakta ve bu potansiyelin %30 'u kullanılmaktadır. Brüt hidrolik potansiyelimiz 433 milyar kWh civarında olup, teknik yönden değerlendirilebilir hidrolik potansiyel 216 milyar kWh 'dir. Termik kapasitemiz ise yıllık 114 milyar kWh 'dir. Linyit kömüründen elektrik enerjisi üretim miktarı, toplam potansiyelimizin %22 'sidir. Elektrik üretiminde kullanılabilecek jeotermal kaynak potansiyelimiz 2450 MW (yıllık 16 milyar kWh) elektrik enerjisi üretimine eşittir. Rüzgar gücünden elektrik enerjisi üretim potansiyelimiz ise 83000 MW (yıllık 300 milyar kWh) enerji üretimine eşdeğerdir. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi konusunda ülkemizde kayda değer bir çalışma henüz hayata geçirilmiş değildir. TEAŞ 1999 yılı verilerine göre, elektrik enerjisi tüketim talebi bir önceki yıla göre %3.9 artarak 118484.9 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. 2000 'li yıllarda enerji arayışlarının yoğunlaşacağı, diğer yandan sürdürülebilir kalkınma ve çevresel etki tartışmalarının bilim ve teknoloji arayışlarını yönlendireceği kesindir. Ancak son on yıllık nüfus artışının %0.15 - %0.21 olduğu, sosyokültürel değerlerin ve ekonomik yapının geliştiği, sanayi tüketiminin büyüdüğü ülkemizde enerji yatırımlarının aynı oranda büyüdüğünü söylemek mümkün değildir [1].

Elektrik enerjisi üretiminde fosil ve nükleer yakıtlı termik, jeotermal ve doğalgazlı santraller yanında hidroelektrik santrallerin (HES) yenilenebilir ve puant çalışma gibi iki önemli özelliği vardır .HES ilk yatırım maliyeti yönünden de doğalgaz santralı dışında diğer termik ve nükleer santrallerle rekabet edecek konumdadır. İşletilmesi ekonomiktir ve çevrecidir. Hidrolik potansiyelin ulusal ve yenilenebilir bir kaynak olması, HES 'lerin ekonomiye faydaları ve yerli yapım oranının diğer santrallere oranla daha yüksek olması gibi sebepler dikkate alınarak, hidroelektrik potansiyelini değerlendirme oranının önümüzdeki 20 yıl içerisinde asgari %90 düzeyine getirilmesi ülkemizin yararına olacaktır. Bu hedefe ulaşmak için kurulu güçleri 100 MW ile 1000 MW arasında değişen ve sayıları çok fazla olmayan büyük kapasiteli HES 'lerin inşaatına bir an önce başlanmalıdır. Ülkemizin başlıca ulusal ve yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik potansiyelinin

değerlendirilebilmesi için; yakıt masrafı olmayan, dolayısıyla işletme maliyeti çok düşük olan, yük taleplerine kolaylıkla uyum gösteren ve alternatif enerji kaynaklarına göre çevresel etkileri az olan büyük HES' lerin öncelikle inşa edilerek işletmeye alınmalarının gerekliliği kadar, yapımı daha kısa süren ve enterkonnekte sisteme bağlanma zorunluluğu olmayan küçük HES 'lerin de çoğaltılması büyük önem taşımaktadır. Küçük suların değerlendirilmesi, buldukları yöreye enterkonnekte şebekenin ulaşma zorunluluğunu da ortadan kaldıracığından, iletim şebekelerindeki kayıplarda önemli bir azalma meydana getirecektir. Ülkemizin her köşesine yayılmış olan akarsular üzerinde kurulacak küçük HES 'ler, hem enterkonnekte şebekenin yükünü hafifletecek, hem de iletim ve dağıtım kayıplarını azaltıcı ve ulusal şebekenin stabilizesini artırıcı bir rol oynayacaktır [2].

Türkiye rüzgâr bakımından zengin yöreleri olan bir ülkedir. 10 m yükseklikteki yıllık ortalama rüzgâr hızı ve güç yoğunluğu açısından en yüksek değer 3.29 m/sn ve 51.91 W/m² ile Marmara Bölgesi' nde saptanmıştır. En düşük değer ise, 2.12 m/sn hız ve 13.19 W/m² güç yoğunluğu ile Doğu Anadolu Bölgesi' ndedir. Türkiye' nin %64.5 'inde rüzgar enerjisi güç yoğunluğu 20 W/m² 'yi aşmazken, %16.11 'inde 30-40 W/m² arasında, %5.9 'unda 50 W/m² 'nin ve %0.08 'inde de 100 W/m² 'nin üzerindedir [3].

Türkiye güneş potansiyeli açısından oldukça zengin bir ülkedir. Ülke genelinde yıllık ortalama güneş enerjisi 1315 kWh/m² 'dir. Buna göre Türkiye 'nin tüm yüzeyine gelen enerji miktarı 1025·10¹² kWh olmaktadır. Bu miktar Türkiye 'nin 1996 yılında ürettiği toplam elektrik enerjisinin yaklaşık 11000 katına denk gelmektedir

Güneş pilleri; uzun ömürlü, dayanıklı, kayda değer bir çevre kirliliği oluşturmayan yarı iletken aygıtlardır. Çalışmaları sırasında hiçbir elektriksel sorun çıkarmazlar ve çok az bakım gerektirirler. Modüler yapıda olan güneş pilleri birbirlerine seri ve paralel bağlanabilirler. Çok küçük güç gereksinimlerini karşılayabildikleri gibi, kendi başına bir güç santrali gibi de çalışabilirler. Verimlerinin düşük ve ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması güneş pili

sistemlerinin en büyük dezavantajıdır. Ancak 20 yıl içerisinde maliyetinin şebeke elektriği ile yarışabilecek düzeye geleceği umulmaktadır [4].

Ülkemiz jeolojik konumu ve buna bağlı olarak gelişen özellikleri nedeniyle, jeotermal etkinlik açısından büyük öneme sahiptir. MTA' nın yaptığı çalışmalara göre Türkiye' de sıcaklıkları 100 °C 'ye kadar ulaşan 600 'den fazla termal kaynak tespit edilmiştir. Bu kaynaklar temel alınarak hesaplanan rezerv 2420 MW 'dır. Yine MTA 'nın hesaplamalarına göre ülkemizdeki olası potansiyel 31500 MW 'dır. Türkiye jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında 41 ülke arasında 7. sırada bulunmaktadır. Tüm bu olgular göz önüne alındığında, oldukça yüksek jeotermal potansiyele sahip olan Türkiye' nin bu enerjiyi yeterince kullanamadığı ve bu enerjinin kullanımına dayalı bir politikasının olmadığı görülmektedir [5].

Şehirler için yok edilmesi büyük sorun olan çöplerden enerji kaynağı olarak yararlanmak mümkündür. Bu amaçla özellikle gelişmiş ülkelerde ve Avrupa Birliği 'ne üye ülkelerde, çöpten elektrik enerjisi üreten termik santraller kurulmuştur. Ankara 'da 40 MW, İstanbul 'da 125 MW ve İzmir 'de 30 MW' lık çöp santrallerinin kurulması 7.beş yıllık kalkınma planlarında istenmiştir. Ayrıca 45 MW güçte ve net enerji üretimi 302 milyon kWh/yıl olacak Adana çöp santralinin sözleşmesi imzalanmıştır. Yine Ankara Mamak, Mersin, Bursa ve Tarsus 'ta çöp santralleri ile ilgili çalışmalar devam etmektedir [6].

Biyokütle enerjisinin Türkiye 'de gelişimi için öncelikle enerji bitkileri ile ilgili hibrid tohum/rizom üretimi, enerji mekanizasyonu ve yakma teknolojilerinin geliştirilmesi konuları çözümlenmelidir. Bu konularda bilgi ve teknoloji transferi gereklidir. Büyük potansiyel arz eden biyokütle enerjisi ekonomiktir ve çeşitli ekolojik avantajları vardır. Türkiye 'de biyokütle enerjisinin birincil enerjiler içinde kullanımı 1989 'da %15.2, 1994 'de ise %12.4 oranında gerçekleşmiştir. 2000 'li yıllarda ise bu değer %8.5 olarak gerçekleşmesi beklenmektedir [7].

Görüldüğü üzere enerji ihtiyacını karşılamak için hidroelektrik, jeotermal, rüzgâr, güneş, biyokütle enerjilerinden yararlanılmış ve halen yararlanılmakta ise de,

bunların kullanıma sunulması büyük yatırımlar gerektirmekte, buna karşın minimum verim elde edilmektedir. İşte bu noktada özellikle ülkemiz açısından daha kolay elde edilebilir dalga enerjisinden elektrik enerjisi üretimi alternatif bir çözüm yolu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Dünya yüzeyinin değişik bölgelerinde, güneş ısısının farklı olarak dağılmasından dolayı, deniz dalgalarındaki gücün, diğer yenilebilir enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında, daha yüksek düzeyde olduğu araştırmacılar tarafından hesaplanmıştır. Buna göre, sadece seri küçük ölçekli dalga enerjisi dönüştürücüsünden yıllık 4-17 KW/m düzeyinde dalga gücü olan sularda, en az 10 TWsaat/yıl düzeyinde elektrik enerjisi elde edilebileceği belirtilmektedir [8] . Yıl boyu deniz dalga durumu göz önüne alındığında, deniz dalgasının metrekare başına ortalama 1 kW güç yoğunluğu sağladığı bu konuda yapılan araştırmalardan bilinmektedir [8, 9].

Dalga; rüzgârın deniz ve okyanus yüzeylerindeki hareketleri sonucunda ortaya çıkar. Dalga enerjisi, rüzgâr enerjisi ve büyük su kütlelerinin yüzeye gelen güneş enerjisini absorbe etmesi ile oluşur. Bu yüzden dalga enerjisi, rüzgar enerjisinin dolaylı bir şeklidir. Aynı zamanda dalga üreten makineler halen geliştirilmektedir. Özellikle dalgaların çok yüksek olduğu kıyılara ve açık denizlere bu santraller kurulabildikleri gibi deniz tabanına da monte edilebilir. Burada elektrik enerjisi üretimi, dalga enerjisinin su türbinini döndürmesi ile çalışırlar. Böyle bir sistemin verimi %95 civarındadır. Özellikle üç tarafı denizlerle çevrilmiş olan ülkemizde bu konuda araştırmaların yapılarak elektrik enerjisi elde etme yollarının belirlenmesi gereklidir. Bu enerjiden faydalandığında aşağıdaki amaçlara ulaşmak mümkündür.

1. Primer enerjiye para ödememek
2. Temiz, ucuz ve doğal enerji üretmek
3. Doğal dengeyi korumak
4. Ormanların kesilmesini önlemek
5. Solunabilir temiz havaya kavuşmak
6. Kısa iletim hatları ile çalışmak.

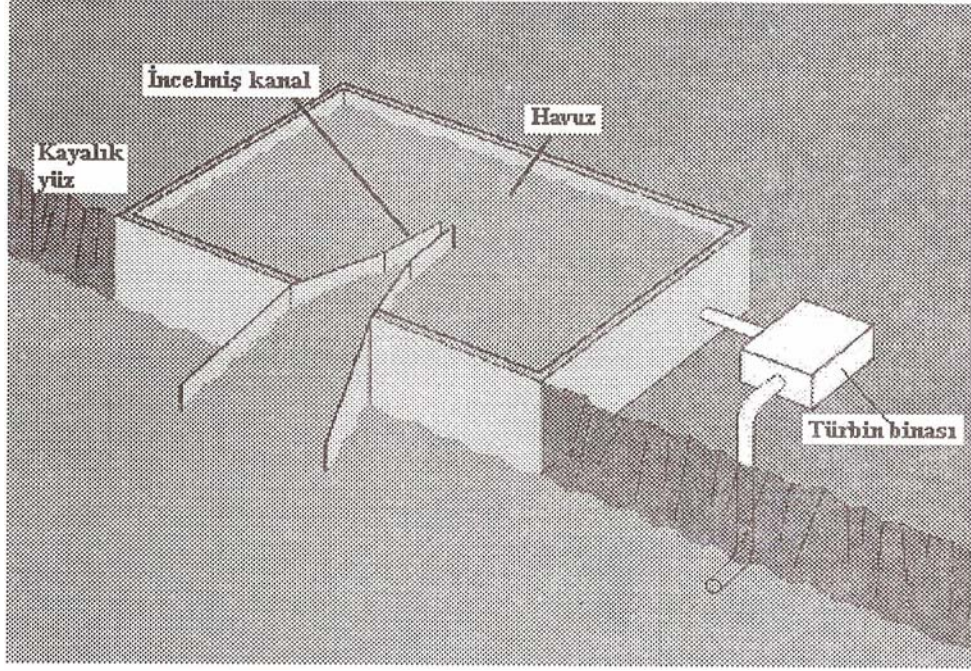
7. Ülke ekonomisine destek vermek

Dalga enerjisi; Çevreyi kirletmeyen, temiz ve tükenmez bir enerji kaynağıdır. Bu enerji ile Hidrojen üretimi, yüksek bir hazneye su pompalanması, basınçlı hava depolanması ve batarya şarjı gibi depolama işlemleri yapılarak bu enerjiden kesintisiz faydalanılabilir. Dalga enerjisi enerjinin daha yoğun olduğu kış aylarında daha fazla olması avantajlarından. Genel olarak, bu enerjinin faydalarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

1. 250 kW kurulu güçten başlamak üzere ihtiyaç duyulan her güçte santral kurulabilir. Ancak bu özelliği kuruluş maliyetini arttırır.
2. Gürültü kirliliği olmadığından dolayı çevreci bir enerjidir ..
3. Santral üzeri Otel, Sosyal Tesis, Restaurant vb. tesislerle turizm amaçlı kullanılabilir.
4. Deniz üzerinde kurulduğu için tarım alanları yok olmaz.
5. Dalyan görevi sayesinde balık neslinin çoğalmasını sağlar.
6. Tamamen yerli teknoloji ve yerli imalattır.
7. Dışa bağımlılığı ve Ambargoyu gerektirecek herhangi bir girdisi yoktur.

Dalga enerjisini, elektrik enerjisine dönüştürmek için, kıyısal rampa, şamandıra, kanat, hava çanı, dalga pompası ve şalter ördeği gibi sistemler vardır.

Bu sistemlerden biri TAPCAN sistemidir. Şekil 3.26' da görüldüğü gibi bu sistem sarp kayalığın kenarına monte edilmiş rezervuar içersine dolan inceltmiş bir kanaldan ibarettir. Bu kanal dalganın yüksekliğini artırmasına sebep olur. Kayalığa doğru çarpan dalga birkaç metre deniz seviyesinin üzerine çıkar.



Şekil 2.1. Dalga enerjisi ile elektrik üretim şeması

Taşınan dalganın kinetik enerjisi rezervuardaki su olarak potansiyel enerjiye dönüşür. Bu depolanmış su, bir kaplan türbinine uygulanarak mekanik enerji oluşturulur. Bu mekanik enerji, jeneratör tarafından elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu sistemler düşük bakım ve gidere sahip ve güvenilir sistemlerdir. Ne yazık ki bu sistemleri tüm sahil bölgelerine uymaz. Ancak uygun olan bölgeler; tutarlı, birbirine yakın dalgaları olan ve iyi bir ortalama dalga enerjisi bulunan ve gelgit oranı 1m' den aşağı olan bölgelerde uygulanır. Aynı zamanda sahile yakın bölgenin derin su seviyesi olması ve rezervuar için uygun bir yer olması gerekmektedir.

. Türkiye' de Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyılarında yapılan ölçümler sonucunda, dalga enerjisi teknik potansiyelimiz; 50 TWh/yıl olarak saptanmıştır. Kullanılabilir kıyı uzunluğumuzun 2600 km sinin toplam brüt dalga gücü potansiyeli, Marmara bölgesi hariç 28GW dir. Güvenilir enerji üretimi ise 9 TWh/yıldır. Bu da Türkiye de önemli bir dalga enerjisi potansiyeli var demektir. Uygun tekniklerle, elektrik enerjisi üretimi sağlanarak Türkiye için ek bir enerji sağlanabilir.

Dalga enerjisinin etkin kullanılması için dalgaların aşağı-yukarı hareketlerini dönüştürebilecek cihazların geliştirilmesi yararlı olacaktır.

Batıda, özellikle 1990 sonrasında dalga enerjisinin önemi gündeme gelmiştir. İngiltere' de yapılan bir çalışma ile yılda üretilebilecek dalga enerjisinin miktarının 7.000 -100.000 MW olduğu anlaşılmıştır. Bu rakamın ülkemiz için 8.000 MW civarında olması beklenebilir. Yapılan ilk çalışmalarda, dalganın düşey hareketinin bir emme-basma tulumba gibi düşünülmesi ile düşey bir silindirik kabın içinde havanın itilmesi ile dönen pervaneler vasıtasıyla enerji elde edilebilir.

Tükenmez enerji kaynaklarından biri olan gel-git enerjisi; genel olarak Ay'ın ve az da olsa Güneş' in, dünyayı, kütle çekim kuvveti ile çekmesinden kaynaklanmaktadır.

Özellikle okyanus kıyılarında deniz seviyeleri 8 -10 m gibi çok büyük değerlere ulaşan deniz seviyesi değişimleri periyodik olarak her gün tekrarlanan Yükselme ve alçalma seviyesi, Ay'ın Güneş' le Dünya arasındaki konumuna bağlıdır. En büyük genlik değerine dolunay ve yeni ay dönemlerinde ulaşılır. Bu değer; Kanada sahillerinde 15m, Bristol kanalında 14m, Manş Denizi'nde 13,5 m, Kuzey Denizi'nde 3,5-4 m' ye ulaşmaktadır.

Gel-git santralleri ile elektrik üretimi, ilke olarak hidroelektrik santrallerden yapılan üretime benzerdir. Okyanus kıyısında coğrafi olarak uygun bir yere özel bir baraj kurularak, denizin yükseldiği saatlerde suyun uygun bir gölette toplanması sağlanır. Denizin alçalma döneminde toplanan suyun potansiyel enerjisi ile türbin döndürülür ve türbine bağlı jeneratör yardımıyla elektrik enerjisi üretilir.

Gel-git enerjisinden elektrik elde edilmesi, dünyanın her yerinde mümkün değildir. Örneğin ülkemizde gel-git enerjisinden elektrik elde edilmesi olanağı yoktur. Ancak buna rağmen Dünyada gel-git enerjisinden elektrik üreten belli başlı merkezler Çizelge 2.1' de verilmiştir. Dünyadaki gel-git olaylarının toplam gücü 40 milyar kW tahmin edilmektedir. Gündelik gel-git enerjisi yaklaşık 2.6×10^{17} Joule'dir. Bu gün gel-git enerjisi çok sınırlı bir şekilde kullanılmaktadır. Gel-git enerjisinin hemen hiçbir olumsuz çevre etkisi yoktur. Ve bu enerji, ay ve dünya bu durumunu

korudukları sürece tükenmez bir enerji kaynağıdır.

Çizelge 2.1 Gelgit enerjisinden elektrik üreten merkezler

Merkezler	Elektrik Enerjisi Yılda (GWh)
Penzhinskaya Gauba (Eski SSCB)	200.000
Avrupa Topluluğu Ülkeleri Toplamı	105.000
Mezen (Eski SSCB)	50.000
San Jose (Arjantin)	20.000
Turna~ain Arın (USA)	17.000
Tugur (Eski SSCB)	16.200
Cambay Körfezi (Hindistan)	15.000
Cobe~uid (Kanada)	14.000
Seeure Bay (Avustralya)	8.000

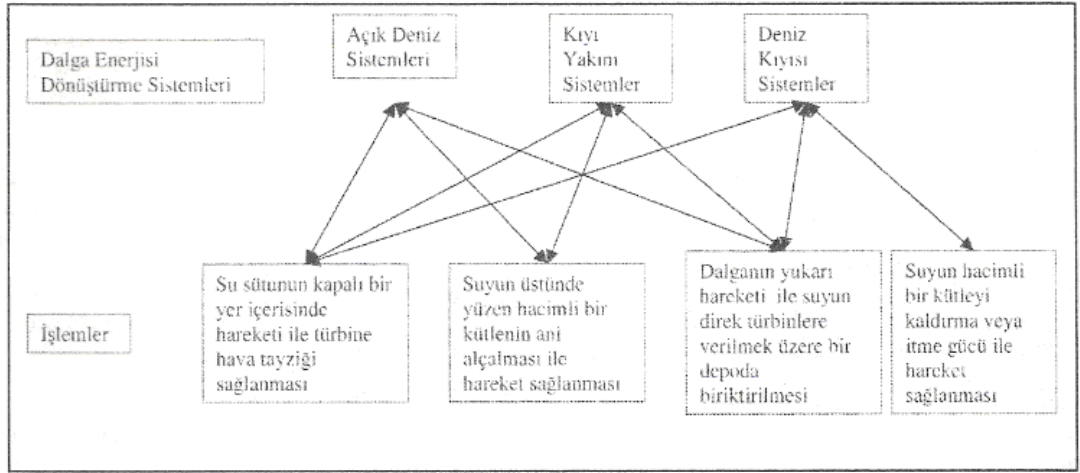
Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi, okyanuslara kıyısı olan bir ülkede, gelgit olaylarından oldukça uzun bir süredir ticari anlamda elektrik üretilmektedir. Bu alanda dünyada yeterli teknoloji ve deneyim bulunmakla beraber, gel-git enerjisinin kullanımı daha çok ekonomik değerlendirmelere bağlıdır. Şu ana kadar geliştirilen yapı ve teçhizat ile ekonomik olarak çalışan tesisler planlayabilmek için en az 4m'lik gel-gite ihtiyaç olduğunu söylemek mümkündür.

Dünya üzerinde, gel-git olayından kaynaklanan potansiyel enerji değişiminden $2 \cdot 10^6$ MW elektriksel güç elde edilebileceği saptanmıştır. Ancak bu enerji, çok geniş bir alana yayılmış olduğundan, elektrik enerjisine dönüştürülmesi, maliyetleri çok yüksek tesislerle olmaktadır[10].

Dünya yüzeyinin farklı ısınması sonucu oluşan rüzgârların, deniz yüzeyinde esmesi ile meydana gelen deniz dalgalarındaki gücün, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha yoğun olduğu hesaplanmıştır. (10–15 defa daha fazla). Kullanılabildiği takdirde bol ve çoğu ülkenin elde edebileceği kadar yaygındır. Her ne kadar bulunduğu yere göre değişse de ortalama günlük güneş enerjisi akışı metre kare başına 100 W' dır. Güneş enerjisinin kullanımında yüzey etkin olduğundan yüzey örnek verilirse: ideal şartlarda 1 kW elektrik üretimi için 10 metrekarelik bir alan gereklidir. Rüzgâr enerjisi kullanılarak aynı miktarda elektrik üretimi için 2 metrekare yer gereklidir.(1–5 veya 1–10) Dalga gücü için bu alan sadece 1 metrekaredir. (Kıyı Dalgası) [9] Ayrıca okyanuslardaki bu gücün sadece yüzde biri bugünkü dünya enerjisi talebinin beş katından fazladır [11].

Dalga enerjisinin önemli olumlu yönleri bulunmaktadır. Güç kaynağının sonsuz ve bol olması, fosil yakıtlara bağımlılığı, küresel ısınmayı, asit yağmurlarını, her türlü kirliliği dolaylı olarak azaltması, iş sahası açması, elektrik şebekesinin olmadığı uzak alanlara elektrik sağlaması, deniz ortamında yapılacak diğer çalışmalarda potansiyel teknolojinin kullanımına olanak tanınması, tuzlu suyun tatlı suya çevrilip ihtiyaç bulunan bölgeye pompalanması, deniz dibi zenginliklerinin yüzeye pompalanması ve kıyıların korunması gibi alanlara yeni bir yaklaşım getirmektedir.

Bununla birlikte; deniz dalgasının kullanılmasında bir takım sınırlamalar da bulunmaktadır. Her dalga boyutunun kullanılması için bir tasarımın oluşturulmaması, gemi rotalarının geçtiği yollar, askeri tatbikatlar, balık avlama sahaları, su altı kabloları gibi kısıtlamalar büyük dalga enerjisi projelerine başlamadan önce dikkate alınması gereken hususlardır [12].



Şekil 2.2. Dalga Enerjisi İçin Mevcut Sistemler ve İşlemler

Karadeniz'in diğer denizlere göre daha dalgalı olduğu iddialarının aksine, Güneybatı Anadolu yönünde hakim olan Ege Denizi ve Akdeniz üzerindeki rüzgar potansiyeli 4-17 kW/m' lik yıllık ortalama dalga gücünde bir yoğunlaşmaya neden olur. Dalga enerjisinden yararlanmak, daha doğrusu çalışmalara başlamak için en uygun yer İzmir-Antalya arası özellikle de Dalaman-Finike arasına tekabül eden

denizlerdir. Bölgesel ortalama dalga yoğunlukları aşağıdadır:

Çizelge 2.2 Bölgesel Ortalama Dalga Yoğunlukları

• Bölge	Güç
• Karadeniz	1.96–4.22 kWh/m
• Marmara Denizi	0.31–0.69 kWh/m
• Ege Denizi	2.86–8.75 kWh/m
• Akdeniz	2.59–8.26 kWh/m
• İzmir-Antalya	3.91–12.05 kWh/m

Derin sulardaki toplam ortalama dalga enerji kaynakları, Türkiye kıyı şeridi boyunca dalga güçlerinin birleştirilmesiyle değerlendirilebilir. Eğer gemi rotaları, denizaltı tatbikat sahaları, Marmara Denizi'nin kıyı yerleşim yerleri, vb. dışarıda bırakılır, dalga gücü düzeyleri ticari tüketim için düşük olan Anadolu'nun kuzeydoğusundaki ve güneyindeki dalga kaynaklarının pek çoğu göz ardı edilirse, Türkiye'nin toplam kıyı uzunluğunun (8210 km) beşte biri kadarının denizden dalga enerjisi elde etmede kullanılabileceği varsayılabilir. Sadece bir dizi küçük ölçekli dönüştürücüden, yıllık 4 -17 kW/m arasında dalga gücü olan sularda, toplam yaklaşık en az 10 TWh/yıl enerji elde edilebilir. Bu, ekonomik olarak üretilebilir Türkiye Hidroelektrik enerji potansiyelinin % 12' sidir [13].

Yukarıdaki değerler yaklaşık sonuçları yansıtmaktadır. Gerçek sonuçlar sadece Türk suları değerlerine uygun gerçekleştirilebilecek bir ilk örnek dalga enerjisi dönüştürücüsünün ölçümleri ile elde edilebilecektir.

Projenin başlangıcındaki diğer önemli parametre "Dalga Enerjisi Gelişim İndeksi" (*DEGI*) değerleridir. Yıllık ortalama dalga enerji akışının, fırtına boyutlarındaki dalga enerji akışına bölünmesidir. Böylece birimsiz bir değer sayısı elde edilir ki bu da *DEGI'* yi verir.

Denizlerdeki *DEGI* değerleri yüksek olmayan, fakat Dalga Enerji seviyesi yüksek olan noktalar, en iyi üretim noktaları olarak nitelenmektedir. Çünkü yüksek

DEĞİ değerleri, denizdeki belirli bir noktadaki yıllık ortalama dalga enerjisi potansiyelinin elde edilebilmesi için tasarlanacak dalga dönüştürücüsünün/çiftliğinin yatırım maliyetini arttıracaktır.

Dünya yüzeyinin değişik bölgelerinde güneş ısısının farklı olarak dağılmasından dolayı, deniz dalgalarındaki gücün diğer yenilebilir enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında, daha yüksek düzeyde olduğu araştırmacılar tarafından hesaplanmıştır. Buna göre, sadece 1 seri küçük ölçekli dalga enerjisi dönüştürücüsünden yıllık 4–17 kW/m düzeyinde dalga gücü olan sularda, en az 10 TWh/yıl düzeyinde elektrik enerjisi elde edilebileceği belirtilmektedir [14].

Dalga enerjisi sistemleri genel olarak dalga enerjisini yakalama metoduna göre sınıflandırılmaktadır. Bunların en bilinenleri şunlardır: Şamandıra tip, Yüzeye yayılan ya da zayıflatıcı tip, dalga yayılım yönüne dik yerleştirilen tip, salınım yapan su sütunlu tip.

Sistemler, kıyı bölgesi, kıyıya yakın bölge veya kıyıdan uzak bölgelere de yerleştirilebilmektedir. Tasarımlarına göre, dalga enerjisi sistemlerinin döngülü hidrolik pompa, elastik hortumlu pompa, hidroelektrik türbin, hava türbini ve doğrusal elektrik üreteçleri vb. tipleri bulunmaktadır. Özellikle, dalga enerjisini yakalarken, daha fazla enerjiyi karşılamak amacıyla, dalga yakalama kanatları ya da paletleri genellikle parabolik şekilde tasarlanmaktadır [15].

Şu anda dünya genelinde uygulanmakta olan bazı sistemler aşağıda listelenmiştir. A.B.D. Oregon eyaletinde, deniz kıyısından 8 km açığa kurulu deniz yüzeyinden 60 m derinlikte ve 4 m x 16 m şamandıra tipi, her bir ünite için toplam gücü 40 kW olan Dalga Enerjisi Parkı kurulmuştur.

Portekiz'de yüzeye yayılan tipteki dalga enerjisi parkı kurulma çalışmaları devam etmektedir. Bu sistemde, dalgaların hareketi ile eklemli sistem parçaları harekete direnç göstererek hidrolik motoru çalıştıran hidrolik pompayı sürececek yağ

sıkıştırarak itmektedir. Bu sistemdeki 3 üniteden toplam 2.25 MW düzeyinde bir elektrik gücü alınması planlanmaktadır.

Portekiz menşeli bir firma tarafından, dalganın dikey bileşenindeki kinetik enerjii deniz suyunu sıkıştırmak üzere kullanan ve bu basınçlı suyu elektrik jeneratörünü döndüren türbine gönderen bir dalga enerjisi sistemi uygulamaya geçirilmektedir. Firma, aynı teknolojiyi kullanarak Kuzey Amerika'da 250 MW gücünde bir santral yapmayı planlamaktadır.

Dalga enerjisi kullanımının ülke enerji ihtiyacının büyük kısmını karşılayacağı öngörüldüğünde birçok Okyanus kıyısı ülkede çalışmalara büyük önem verilmektedir. Ancak, dalga enerjisi yoğunluğu orta yükseklikte olan ülkelerde, ekonomik olduğu sürece mevcut klasik/yenilenebilir enerji planlamalarına tamamlayıcı bir enerji şekli olarak dahil edilebilir.

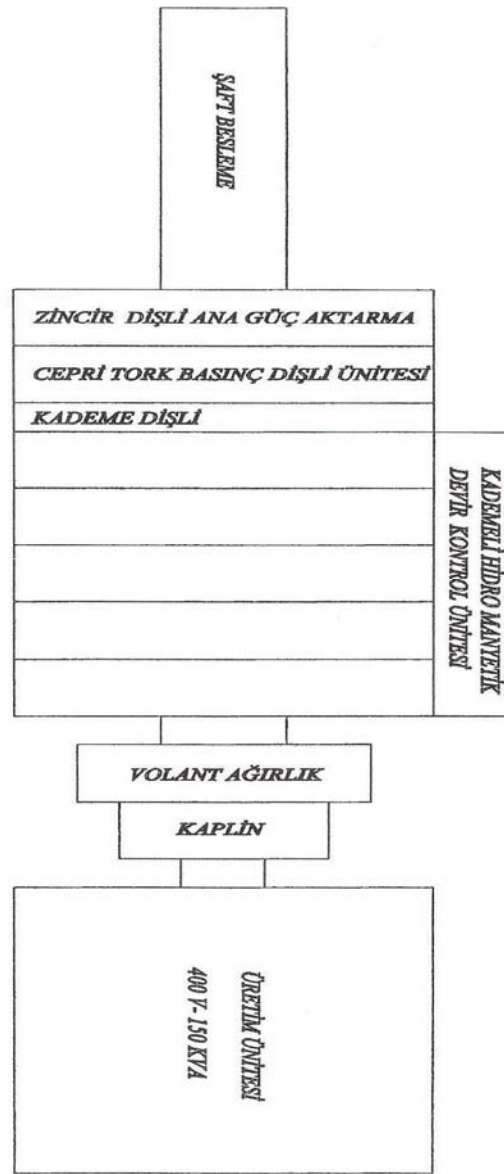
Dünyada birçok yenilenebilir enerji teknolojisi ve pazarı gelişmekte, gün geçtikçe bu gelişmede endüstri sektörü, araştırma müesseseleri ve akademik çevreler büyük rol almaktadır. Birçok ülkede Pazar gelişimi politikası ve programı uygulanması sonucu güvenilirliği arttığı ve maliyetlerin düştüğü görülmektedir.

3.MATERYAL VE METOT

3.1. SİSTEM YAPISI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

3.1.1. Sistemin Genel Yapısı

Sistem, üç bölümden oluşmaktadır. Bunlar şaft besleme, kademeli hidromanyetik devir kontrol ünitesi ve üretim ünitesidir. Sistemin blok yapısı şekil 3.1’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Ana makine detayı

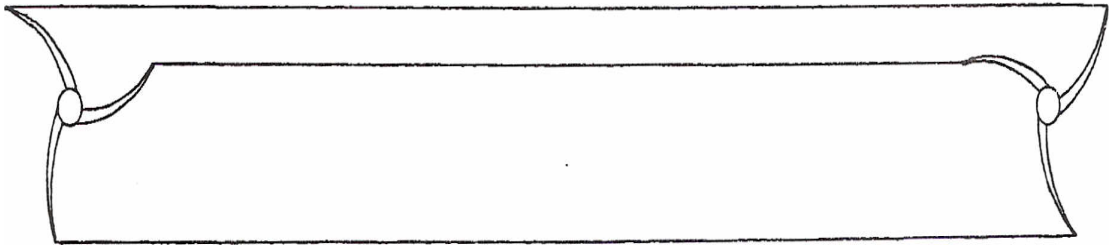
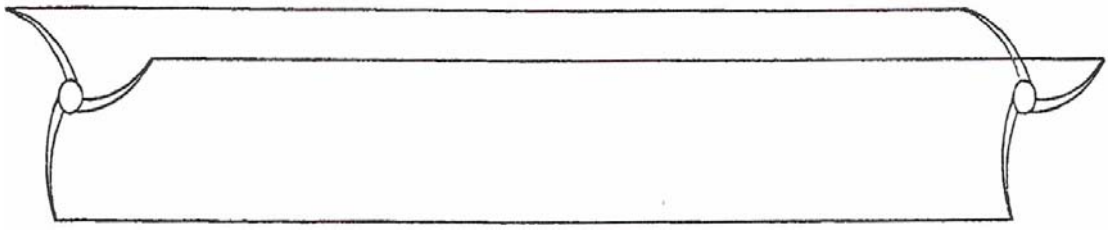
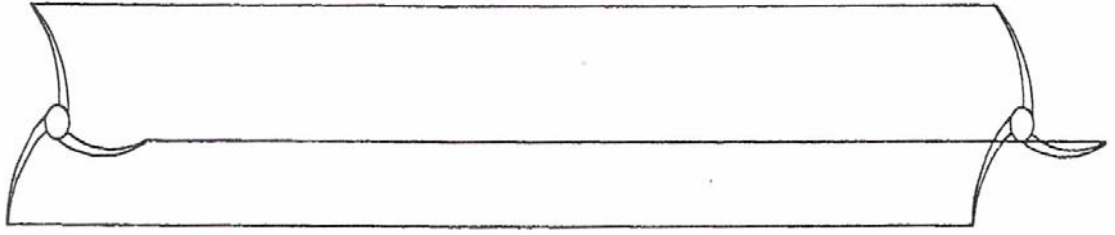
Sistem, dalganın paletlere çarpmasıyla paletlerin hareket etmesi ve bu hareket vasıtasıyla jeneratör milinin döndürülmesi prensibi ile çalışacaktır. Kurulacak sistemin düşük dalga hızlarında bile sürekli bir enerji sağlaması beklenmektedir.

3.1.2. Paletler

Sistemde iki grup palet bulunmaktadır. İki palet grubunun ölçüleri birbirinden farklıdır. Birinci grup paletler 150 cm çapında olup, düşük dalgalar için, ikinci grup paletler ise 220 cm çapında olup, yüksek dalgalar için tasarlanmıştır.

Deniz suyuyla direk temas edecek palet kanatlarının piyasada bulunan, deniz suyuna dayanıklı Pladeck döşeme ile kaplanması hedeflenmiştir. Bu kaplamanın altına da styrphor köpük yerleştirilecektir. Bu ikisi birlikte çelik palet kanatlarının suyla temasını kesecektir. Sistemin ticari başarısı açısından kullanılacak malzemenin mukavemetinin artırılması ve sistem ömrünün uzatılması çok önemlidir. Bu konuyla ilgili araştırmalara sistemin ilk kurulum aşamasında başlanacaktır.

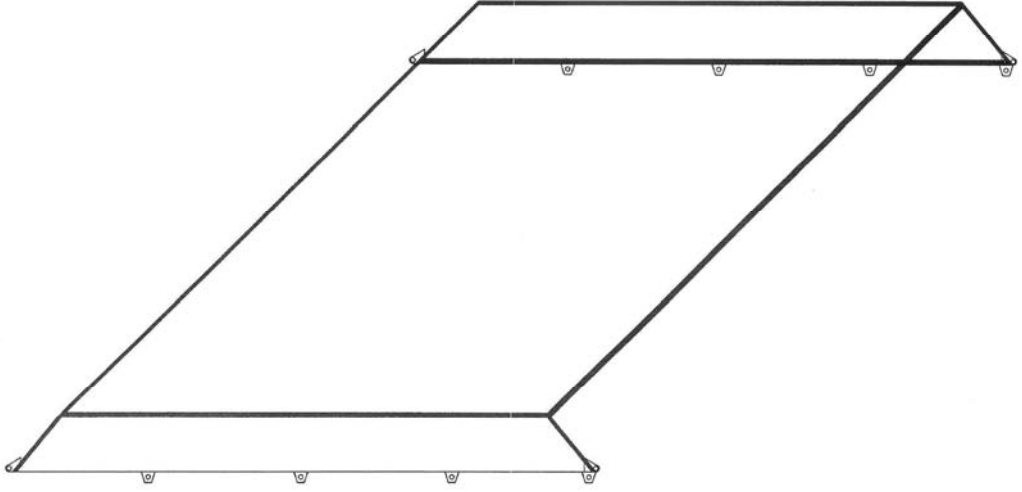
Paletlerin uzunluğu 12'şer metre olup, aşınmalara karşı dayanıklılık sağlamak amacıyla her iki ucunda ve 150 cm aralıklarla metal plakalar yerleştirilecektir. Palet genişliğinin 12m seçilmesi mevcut çelik profillerden maksimum şekilde yararlanmak içindir. Farklı bir uzunluk seçilseydi, alınacak malzemenin önemli bir kısmı kullanışsız olacaktır. Tabii ki, araştırmalar sırasında seçilenden farklı bir uzunluğun en iyi sonucu vermesi durumunda sistemin ticaretleştirilmesi aşamasında özel üretimler yaptırılması yoluna gidilecektir.



Şekil 3.2. Palet detayı

3.1.3. Şase

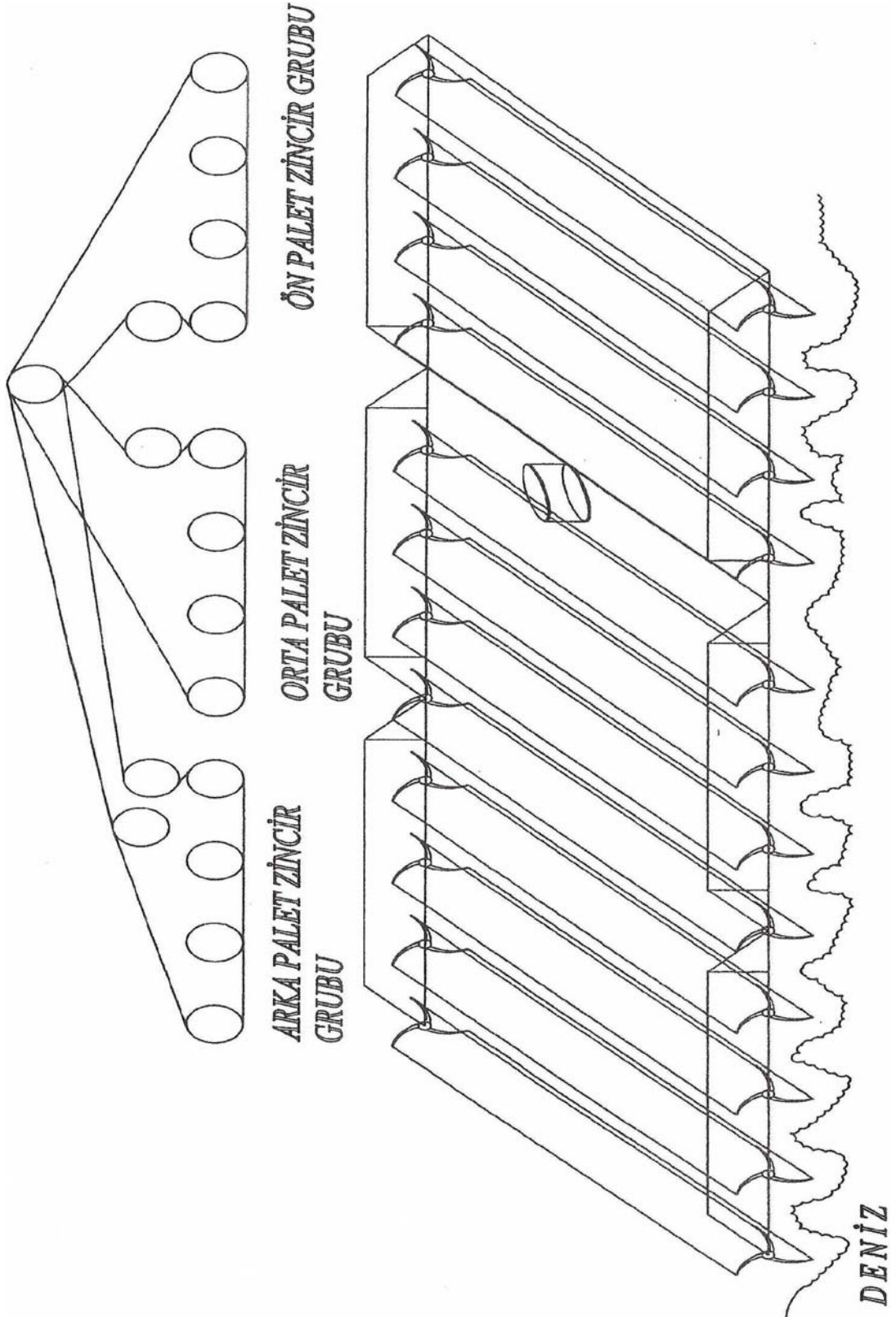
Paletlerin birbirinden ayrılmadan bir arada tutulmasını sağlamak için paletlerin üzerine yerleştirilen ana şase kullanılacaktır. Şasenin ana malzemesi demirdir.



Şekil 3.3. Paletlere yerleştirilecek ana şase

3.1.4. Dişli Çark Sistemi

Tasarlanan sistemde, paletlere aktarılan dalga enerjisi dişli çarklar yoluyla jeneratör miline aktarılacaktır. Dişli çark sistemi ile dalga enerjisinin % 70 oranında jeneratöre aktarılabilceği hesaplanmıştır. Bu durumda 1 kW/m^2 yoğunluklu bir dalgadan 12 palet yoluyla 80 kW miktarda bir güç alınabilecektir.



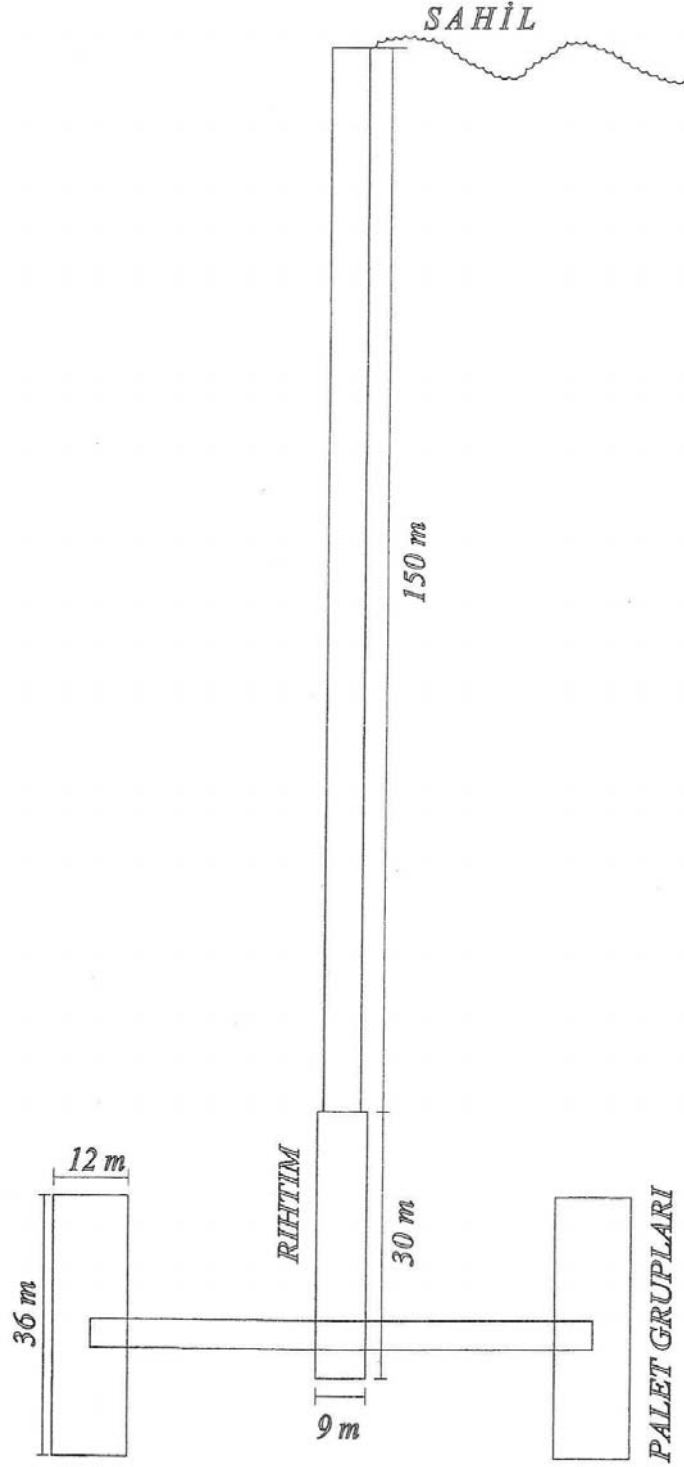
Şekil 3.4. Ana güç toplama ünitesi

Paletlerden kasnaklı dişli çark sistemi vasıtasıyla aktarılabak enerjinin jeneratörü döndürmesi sağlanacak ve jeneratörden elektrik voltajı alınacaktır.

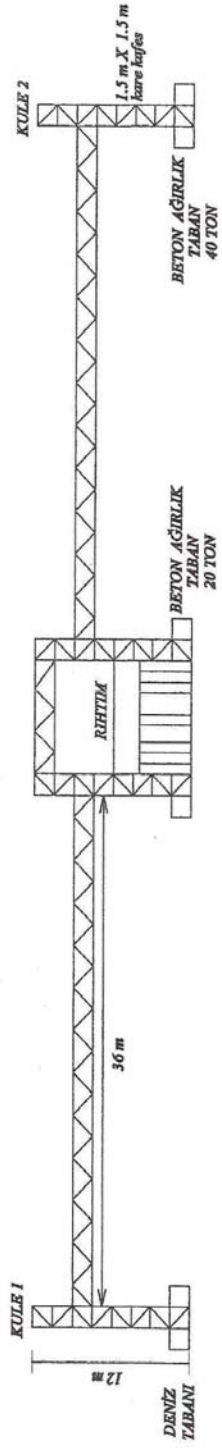
Sistemin fizibilite çalışmaları esnasında yapılan çalışmalarda, denizden kıyıya dakikada 21 dalga geldiği tahmin edilmektedir. Dolayısıyla paletin her bir kanadına dakikada 7 defa dalga çarpmaktadır. Devir sayısını arttırmak için dişli çark sistemi kullanılacaktır. Dişli grubu, ana güç toplama ünitesinden üretim merkezine kadar devir sayısını arttıracaktır. Jeneratör mil hızının belli bir değerde sabitlenmesi amacıyla planet dişlilerden oluşturulacak cebri tork ve guvernör (otomatik ayarlama) mekanizması kullanılacaktır. Böylece jeneratörden çıkacak voltajın frekansı sabitlenecektir.

3.1.5 Jeneratör

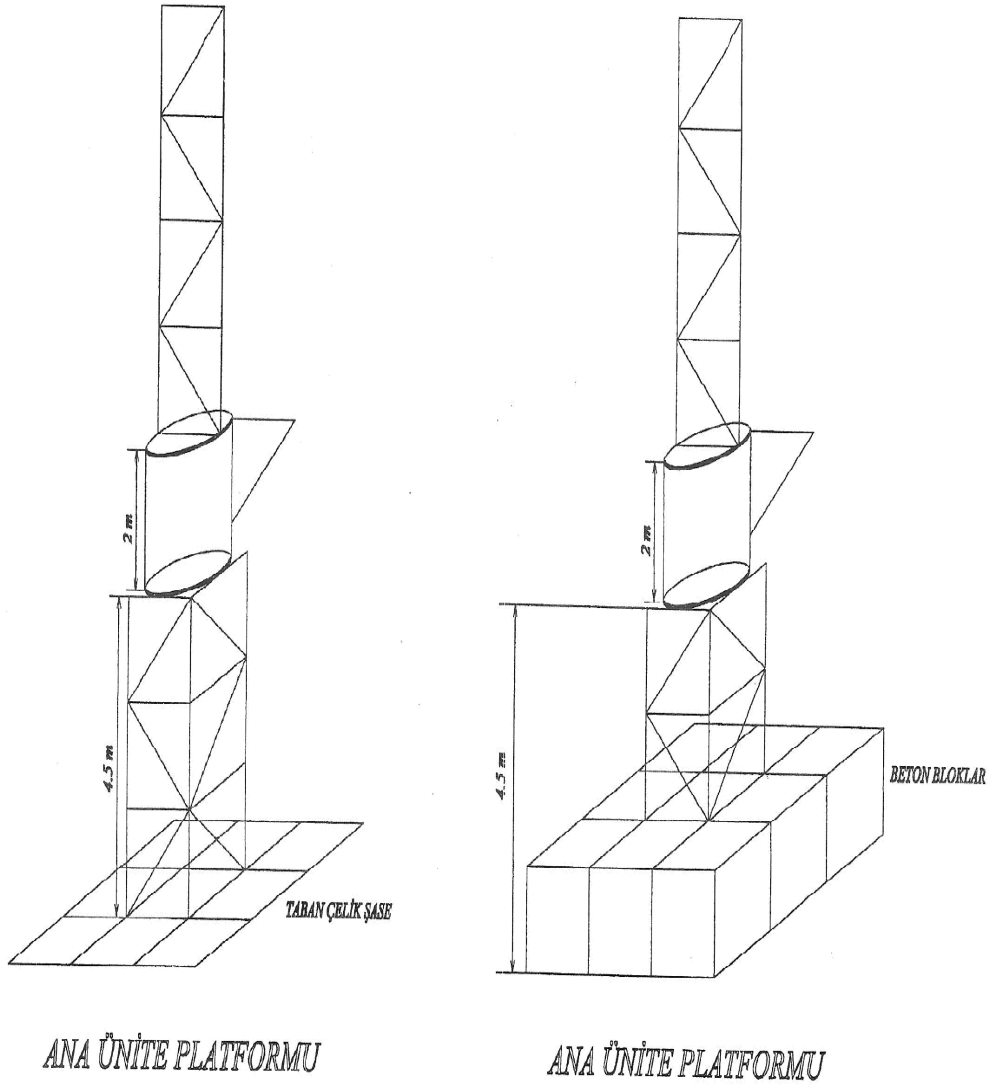
Sistemde kullanılacak jeneratör, voltajın doğrudan 50 Hz olması amacıyla, 18 çift kutuplu ve rotor hızı 166,7 d/dk olarak ayarlanacaktır.



Şekil 3.5. Sistemin üstten görünümü



Şekil 3.6. Sistemin önden görünümü



Şekil 3.7. Kulelerin önden görünümü

Sistemi taşıyan kuleye, dalga yönüne dik olacak biçimde ve otomatik dönmesini sağlayacak bir göbek dişlisi (merkez dişlisi) konulacaktır. Bu dişli kulenin alttan 4,5 m üstünde, 2 m yüksekliğinde olup, akıntıyla gelen dalga yönünü belirleyecektir. Böylece dalga hangi yönden gelirse gelsin en yüksek verim elde edilecektir.

Anamur iskelesinde kurulmaya başlanan sistemde, kulelerin görüntüsü aşağıdadır.



Şekil 3.8 Anamur İskelesinde
Kuleler yerleştirilirken aşağıda fotoğrafı bulunan dubalar kullanılmıştır.



Şekil 3.9 Anamur İskelesinde Kullanılan Dubalar

3.2. Sistemin Değerlendirilmesi:

Denizden Elektrik Enerjisi Üretimi projesinde kullanılacak dalga paletlerinin boyutları 1.grup 12,0 m x 1,1 m 2.grup 12x0,75m olarak verilmiştir. 1 Ünite 3 m aralıklarla yerleştirilmiş toplam 12 adet palet bulunmaktadır. Sistem toplam 2 üniteden oluşmaktadır. Paletler her ne kadar deniz dalgasını daha iyi almak için parabolik bir yapıda tasarlanmışlarsa da, hesaplamalarda en kötü durum varsayılarak, palet yüzeylerinin düzlemsel olduğu kabul edilmiştir. Buna göre, 1.grup palet yüzey alanı

$$12,0 \times 1,1 = 13,2 \text{ m}^2$$

2.grup palet yüzey alanı

$$12,0 \times 0,75 = 9,0 \text{ m}^2$$

olarak bundan sonraki hesaplamalarda kullanılacaktır.

Palet yüzey alanı, paletin deniz içine girip çıkmasından dolayı deniz dalgasına dik olan aktif yüzey zaman içinde sürekli olarak sinüzoidal şekilde değişmektedir. Her bir palette 3 kanat bulunduğundan, palet kanatları arasındaki açı 120°' dir Paletin dönmesi sırasında, bir kanat deniz yüzeyinin dışına çıkarken bir sonraki kanat deniz yüzeyinden 60° içeri girmiş olacaktır. Dolayısıyla, dalgayı karşılayan 1. grup aktif kanat yüzeyi alanı; asgari olarak

$$13,2 \text{ m}^2 \times \sin 30^\circ = 6,6 \text{ m}^2$$

2. grup aktif kanat yüzey alanı

$$9,0 \text{ m}^2 \times \sin 30^\circ = 4,5 \text{ m}^2$$

ve azami olarak 1.grup

$$13,2 \text{ m}^2 \times \sin 90^\circ = 13,2 \text{ m}^2$$

2.grup

$$9,0 \text{ m}^2 \times \sin 90^\circ = 9,0 \text{ m}^2$$

arasında sinüzoidal olarak değişmektedir. Bu yüzden dalga enerjisini toplayan 1. grup ortalama kanat yüzeyi alanı;

$$(6,6 + 13,2) / 2 = 9,9 \text{ m}^2$$

2.grup ortalama kanat yüzey alanı;

$$(4,5 + 9,0) / 2 = 6,75 \text{ m}^2$$

olarak hesaplanmaktadır.

Yıl boyu deniz dalga durumu göz önüne alındığında, deniz dalgasının metrekare başına ortalama 1 kW güç sağladığı bu konuda yapılan araştırmalardan bilinmektedir [8, 9]. Deniz dalgasının öngörülen 1 kW/m² güç yoğunluğunu sağlaması durumunda, 1. gruptaki her bir palete ortalama olarak;

$$1 \text{ kW/m}^2 \times 9,9 \text{ m}^2 = 9,9 \text{ kW}$$

2. gruptaki her bir palete ortalama olarak;

$$1 \text{ kW/m}^2 \times 6,75 \text{ m}^2 = 6,75 \text{ kW}$$

güç aktarımı olacaktır. Paletlerde elde edilen güç, birbirlerine 1 kasnak (veya zincir dişli) yardımıyla bağlı bulunan 2 kademeli dişli çark sistemiyle jeneratör miline aktarılmaktadır.

Bu sistem bir kasnakla bağlanmış dişli çark kademesi ve bir dişli kademesi olarak düşünülebilir. Kasnaklı dişli çarklarda kayıp %20, kasnaksız dişli çarklarda ise kayıp % 10 civarında olduğu bilinmektedir [4]. Bu durumda palet enerjisi

$$0,8 \times 0,9 = 0,72 \text{ (\% 72)}$$

oranında jeneratör miline aktarılır. Bu değer, jeneratör içerisindeki hava-direnci (*windage*) vb. kayıplar tipik olarak % 2 civarında alındığında, jeneratörden alınan net enerji oranı aşağıda gösterildiği üzere palet enerjisinin yaklaşık % 70'i olacaktır.

$$0,72 \times 0,98 = 0,7056 \text{ (\% 70,56)}$$

Bu durumda, tek bir palet sayesinde dalgadan toplanarak, jeneratörden üretilen elektrik gücü, 1.grupta;

$$9,9 \text{ kW} \times 0,7 = 6,93 \text{ kWe}$$

2.grupta;

$$6,75 \text{ kW} \times 0,7 = 4,725 \text{ kWe}$$

olacaktır. Sistemin 1 ünitesinde toplam 12 adet palet öngörüldüğünden, 1. grupta elde edilecek ortalama güç miktarı;

$$6,93 \text{ kW} \times 12 = 83,16 \text{ kW}$$

2.grupta elde edilecek ortalama güç miktarı;

$$4,725 \text{ kW} \times 12 = 56,7 \text{ kW}$$

2 üniteden elde edilecek toplam güç miktarı

$$83,16\text{kW} + 56,7\text{ kW} = 139,86\text{kW}$$

olacaktır. Bu hesaplamada, paletlere gelen dalganın her birine aynı miktarda etkide bulunduğu varsayılmıştır. Ön görülen tasarımda, paletlerin ardışık olarak dizileceği anlaşılmaktadır. Bu durumda, dalga ilerlerken sönümlenme de olacağından, yukarıdaki hesaplama bir üst limit belirtmektedir.

3.3. Üretimi Etkileyen Önemli Faktörler

Yukarıda yapılan hesaplama, düzgün dalga durumu ve ortalama dalga gücü, metrekaşe başına 1 kW olduğu durum varsayılarak yapılmıştır. Ancak, tabiat olaylarının düzensiz ve rastgele olarak gerçekleşmesinden dolayı aşağıdaki sıralanan faktörler de göz önüne alınmalıdır.

1) Dalga enerjisi, aşağıda gösterildiği üzere dalga hızının 3. kuvvetiyle (küpüyle) doğru orantılıdır [17]

$$P = (1/2) \rho A V^3$$

Burada, ρ akışkanın (su, hava) kütle yoğunluğunu, A dalgayı karşılayan etkin yüzey alanını ve V ise akışkan hızını göstermektedir. Hesaplamalarda ortalama deniz dalga güç yoğunluğu yaklaşık 1 kW/m² alınmıştır. Ancak, dalga hızının arttığı durumlarda (Örnek Maine açıkları, A.B.D.), deniz dalgasından 40 kW/m² değerine kadar güç alınabilmektedir. Denizin durağan olduğu durumlarda da, elde edilecek güç miktarı 1 kW/m²'nin altında kalabilir.

2) Palet kanatları parabolik olarak üretileceğinden, paletlerin dalga enerjisini tutma ve aktarma seviyesi artacağı değerlendirilmektedir. Bu durumda, elde edilecek olan elektrik enerjisi de, yapılacak tasarıma göre artacaktır.

3) Sürekli deniz akıntısının bulunduğu bir bölgede kurulacak sistem, akıntının hızına bağlı olarak, belirli miktar enerjiyi sürekli üretebilecektir. Bu açıdan bakıldığında, sistem debisi yüksek olan akarsular üzerine de kurulma potansiyeli bulunmaktadır.

4) Deniz yüzeyindeki rüzgâra bağlı olarak, deniz dalgasının hızı, yüksekliği dolayısıyla taşıdığı enerji miktarı da değişir.

5) Ayrıca, sistemin dalga yönüne dönme kabiliyeti, paletlerin geometrisi gibi diğer faktörler de elde edilecek olan enerji miktarını etkileyecektir.

6) Bunlara ek olarak, jeneratör çıkışında gerçekleştirilecek sinyal iyileştirme (signal conditioning) işlemleri sırasında da, bazı kayıpların olabileceği açıktır. Ancak, bu kayıpların çok düşük seviyede kalacağı değerlendirilmiştir. Mevcut elektrik santrallerinde de sinyal iyileştirme işlemi yapılmakta olup, tipik olarak bu işlem sırasında oluşan kayıpların ihmal edilecek düzeyde (\sim % 1) olduğu bilinmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Projenin gerçekleştirilmesi için öncelikle kurulacak sistem için gerekli malzeme ve teçhizatın satın alınması yapılacaktır. Kurulacak sistemi taşıyacak mekanizmada bulunan yönlendirme dişlisi, dişliler ve aksamı gibi yapılar ilgili firmalara imal ettirilecektir. Enerji üretimini yapacak jeneratör 18 çift kutuplu olduğundan özel üretim yaptırılmalıdır. Fakat bu çok maliyetli olduğundan piyasadan alınacak bir jeneratör üzerinde gerekli değişiklikler yapılarak 18 çift kutuplu hale getirilecektir. Bunun yanında kademeli hız kontrol ünitesinin planet_dişlilerle tasarlanması Makine Mühendisliğinden uzmanların gözetiminde yapılacak ve ilgili firmalarda imalatı yaptırılacaktır. Bunun yanında, Anamur açıklarındaki dalga özellikleri, kullanılacak malzemelerin mukavemet özellikleri incelenerek belirlenmeye çalışılacaktır. Bu verilerden elde edilecek dalga hızı, dalga yüksekliği, dalga boyu gibi parametrelerin üretilecek enerjiye ne şekilde etki ettiği incelenerek sistemin verimini arttırmak için yapılması gereken işlemlere karar verilecektir. Sistem kurulumu bittikten sonra, düzenli alınacak dalga hızı, dalga yüksekliği, üretilen elektrik enerjisi gibi veriler sistemin teorik modeli ile karşılaştırılacak, teori ile deney sonuçları arasında uyumsuzluk olması halinde, bunun hangi parametrelerden kaynaklandığı araştırılarak modelde gerekli düzeltmeler yapılacaktır. Bu işlemlerin yapılmasında bilgisayar donanımı etkin olarak kullanılacaktır. Verilerin değerlendirilmesi ve yayınlanması projenin son aşamasını oluşturmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dalga enerjisinden elektrik enerjisi üretim çalışmaları son yıllarda önem kazanmıştır. Yapılan çalışmaların çoğu araştırma aşamasında olup, kurulan sistemlerin ticari ürüne dönüştürülüp dönüştürülmediği tarafımızdan bilinmemektedir.

DENİZDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ (D.E.Ü.) projesi yukarıda ayrıntıları verilen değerlendirmeler yapılarak incelenmiştir. D.E.Ü. sisteminin uygun deniz bölgesine kurulması ve sistem elemanlarının (palet tasarımı, üretimi ve yerleştirilmesi, çark sistemi vb.) uygun bir şekilde tasarlanarak, sisteme yerleştirilmesi durumunda, yukarıda yapılan hesaplamalara yakın değerler elde edilebilir.

Sistemin özellikle ortalama deniz dalga enerji yoğunluğunun en az 1 kW/m^2 değerini sağlayan bir bölgede kurulması durumunda, önerilen 2 üniteli D.E.Ü. sisteminin ortalama olarak 166 kW 'lık bir elektrik gücü sağlayabileceği beklenebilir. Elde edilen bu değer başvuru sahibinin 1986 yılında Muğla-ili, Datça ilçesi, Cumali Köyü açıklarında dubalı, 6m genişliğindeki tek paletli sistemle gerçekleştirdiği deneyde ölçülen güç miktarıyla uyumlu olduğu değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] <http://www.teias.gov.tr/eBulten/makaleler/yenilenerj/yenilenebilirenerj.htm>
- [2] Gençođlu, M.T. ve Cebeci, M. “Büyük Hidroelektrik Santraller İle Küçük Santrallerin Karşılaştırılması” , Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir, s.265–271, (2001)
- [3] Tavman, İ.H. ve Önder, T.K. “ Türkiye 'de Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı” , Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir, s.316–323, (2001).
- [4] Alaçakır, F.B. “Ülkemizde Elektrik Üretimini Destekleyen Bir Çözüm: Güneş Pilleri” , Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir, s.182–185, (2001).
- [5] Drahor ,M.G. Kumlutaş, D. ve Göktürkler, G. “Dünya 'da ve Türkiye 'de Jeotermal Enerji ve Kullanımı” , Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir, s.61–68, (2001).
- [6] Acarođlu, M. ve Ültanır, M.Ö. “ Türkiye 'de Biyokütle (Biyomas) Enerji Potansiyeli ve Değerlendirilmesi İçin Öneriler” , Türkiye 8.Enerji Kongresi, 2, Ankara, s.161–171, (2000).
- [7] Acarođlu, M. Öđüt H. ve arman, K. “Biyokütle Enerjisinin Yakıt Olarak Türkiye 'ye Sağlayacağı Ekolojik ve Ekonomik Potansiyelin Belirlenmesi” , NEU-CEE 2001 Electrical, Electronic and Computer Engineering Symposium, Lefkoşa TRNC, s.37–40, (2001)
- [8] Sağlam, M. ve Uyar, T.S. "Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli", III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu- YEKSEM 2005, Mersin, s. 275–279, (2005)
- [9] <http://www.uni-leipzig.de/~rw/expo/index.html>
- [10] Kocaman, B. “Elektrik Enerjisi Üretim Santralleri“ , Birsen Yayınevi, İstanbul, s.240–248, (2003)
- [11] Thorpe, T. W. “A Brief Review of Wave Energy". ETSU Report Number R-1 20, (1999)

- [12] Sağlam, M. Ve Uyar, T.S. “Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu-YEKSEM 2005, Mersin, S.275–276, (2005)
- [13] World Resources Institute. www.wri.org/climate, 2001
- [14] Sağlam, M. ve Uyar, T.S. "Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli", III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu-YEKSEM 2005, Mersin, s. 275–279 (2005).
- [15] http://en.wikipedia.org/wiki/Wave_power
- [16] <http://web.mit.edu/ehl/www/uwenergy/uwenergy%20whitepaper%20rdv5.doc>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı : Eda
Soyadı : ÜNLÜ
Doğum Tarihi: 20.04.1983
Doğum Yeri : Mersin

Öğrenim Durumu:

İlkokul	: 3 Ocak İlkokulu – Mersin	1989
Ortaokul	: MTSO Anadolu Lisesi – Mersin	1994
Lise	: MTSO Anadolu Lisesi – Mersin	1998
Üniversite	: Fırat Üni. Elektrik Elektronik Müh. – Elazığ	2001

Yabancı Dil : İngilizce

Adres :

Nusratiye mah. 5005 sok. No:25 Koçaşoğlu Apt. A Blok Kat:1/3 MERSİN