

Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli

Mustafa SAĞLAM, Tanay Sıdkı UYAR
Marmara Üniversitesi
Makine Mühendisliği Bölümü
Enerji Ana Bilim Dalı
Göztepe, İstanbul

saglam@hrf.tu.nato.int, tanayuyar@marmara.edu.tr

Özet: Dünyadaki limitsiz enerji kaynaklarından biri de dalga enerjisidir. Bu alandaki enerji programları Avrupa ülkelerinde sürekli geliştirilmektedir. Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili olması itibarıyla, ekonomik olduğu sürece, halihazırdaki dalga hareketi potansiyelinden en çok yararı sağlamalıdır.

Türkiye'nin kullanılabilir dalga potansiyelini ortaya koymak, dalga araçları teknolojisi tipi hakkında en uygun kararı vermek yönünden önemlidir.

Türkiye kıyıları boyunca birçok noktanın yaklaşık dalga enerjisi yoğunluklarını hesaplamak için ihtiyaç duyulan dalga verileri, NATO'nun "Barış İçin Bilim" adlı birimi tarafından sponsorluğu yapılan bir proje çalışması sonucunda yayımlanan dalga atlasından [1] alınmıştır. Türk sularındaki belirli koordinatlarda hesaplanan yaklaşık dalga enerjisi yoğunlukları Surfer programı kullanılarak Türkiye haritası üzerinde eşdeğer çizgileri şeklinde gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Dalga gücü, dalga enerjisi, belirgin dalga yüksekliği, dalgadan enerji üretimi.

1. Giriş

Dünya üzerindeki fosil enerji çeşitlerine baktığımızda hepsinin sonlu olduğunu ve sera gazı etkisi ile çevre üzerinde menfi etki yarattığını görüyoruz. Büyük hidroelektrik santraller ise yaşam alanlarını kısıtlamakta, eko sistemi değiştirmektedir. Toryum, plütonyum gibi enerji kaynakları da sonlu olduğu gibi, bol enerji vaat etmelerine karşın yüksek teknoloji gerektirmekte, ayrıca atık maddelerin yaratacağı çevresel kirlilik ve meydana gelebilecek muhtelif tehlikelerin yok edilmesi sorununu ortaya çıkarmaktadır.

Geleceğin enerji planlaması açısından, bol enerji verebilecek bu enerji kaynaklarının kullanımlarının sınırlandırılarak atmosfer dışına taşınması, sabit ve az yoğunluklu enerji tüketimlerinin tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması tüm üretici ve kullanıcı birimler tarafından arzulanmalıdır.

Hidrojen kullanım teknolojilerinin gelişmesi ve fosil enerji kaynaklarının yakıt hücresi gibi farklı teknolojilerle kullanılması halinde fosil yakıtların çevresel zararları daha da azaltılabilecektir.

Fosil enerji çeşitlerinin ömürlerinin bitimine doğru fiyat ve kullanım açısından yenilenebilir enerji ile değiştirilebileceği aşikardır. Bu değişim anının geri çekilmesi yenilenebilir enerji teknolojisinin gelişme süresine ve ülkelerin enerji politikalarının şekillenmesine bağlıdır.

Gelecekte fosil yakıtlar tükenmese bile toplumların elektrik üretiminde sürekli ve dünya var oldukça tükenmeyen yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanacağı, ayrıca, enerjinin etkin kullanımı ile birlikte elektrik üretiminde CO₂ salınımının azalacağı öngörülmektedir.

Biçimlendirilmiş: Türkçe

2. Dalga Enerjisi

Dünya yüzeyinin farklı ısınması sonucu oluşan rüzgarların deniz yüzeyinde esmesi ile meydana gelen deniz dalgalarındaki gücün diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından daha kesif olduğu hesaplanmıştır (10-15 defa daha fazla). Kullanabildiği takdirde bol ve çoğu ülkenin elde edebileceği kadar yaygındır.

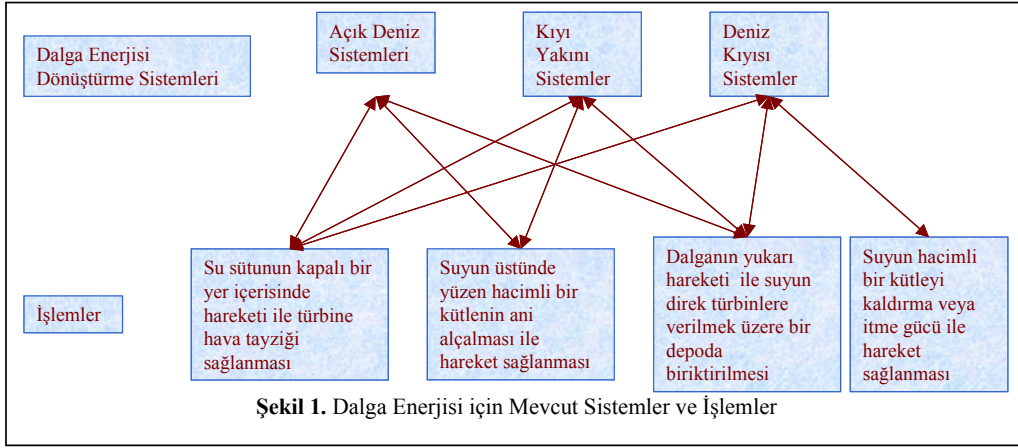
Her ne kadar bulunduğu yere göre değişse de ortalama günlük güneş enerjisi akışı metre kare başına 100 W'dır. Güneş enerjisinin kullanımında yüzey etkin olduğundan yüzey örnek verilirse; ideal şartlarda 1 kW elektrik üretimi için 10 metrekarelik bir alan gereklidir. Rüzgar enerjisi kullanılarak aynı miktarda elektrik üretimi için 2 metrekare yer gereklidir. (1-5 veya 1-10) Dalga gücü için bu alan sadece 1 metrekaredir. (Kıyı Dalgası) [2] Ayrıca okyanuslardaki bu gücün sadece yüzde biri bugünkü dünya enerji talebinin beş katından fazladır. [3]

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 birtakım sınırlamalar da bulunmaktadır. Her dalga boyutunun kullanılması için bir tasarımın oluşturulmaması, gemi rotalarının geçtiği yollar, askeri tatbikatlar, balık avlanma sahaları, su altı kabloları gibi kısıtlamalar büyük dalga enerjisi projelerine başlamadan önce dikkate alınması gereken hususlardır. [4]

3. Deniz Dalgasının Enerjiye Dönüştürülmesi

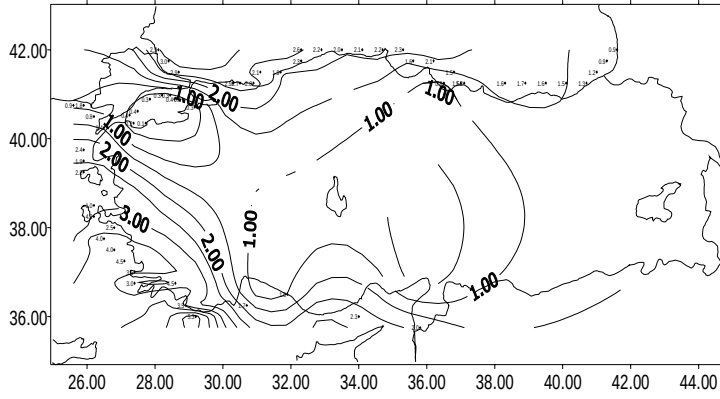
Dalga enerji dönüştürücülerinde genel olarak Şekil 1'de özetlenen sistemler ve işlemler kullanılmaktadır.



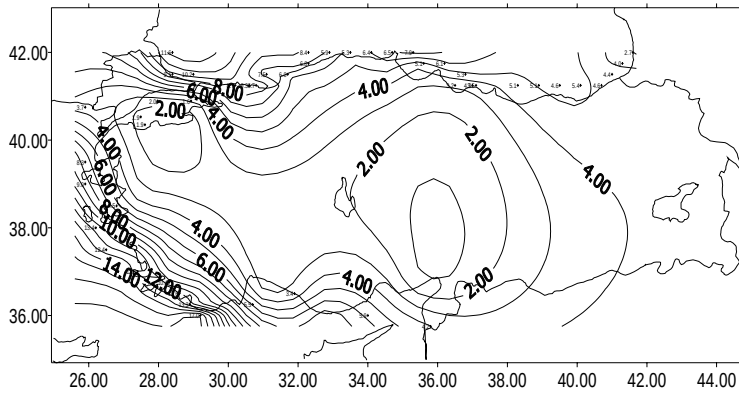
Şekil 1. Dalga Enerjisi için Mevcut Sistemler ve İşlemler

4. Türkiye’de Dalga Enerjisi Potansiyeli

NATO TU WAVE projesi sonucunda oluşturulan “Türk Kıyı Rüzgarları ve Derin Dalga Atlası” verilerinden yararlanarak yaklaşık belirgin dalga yüksekliği (H) ve dalga periyodu (T) değerleri ile minimum enerji akışı için aylık ortalama, maksimum enerji akışı için aylık ortalamaların matematik ortalaması ve en büyük değerlerin en düşük olan değerleri kullanılarak hesaplanan Türk sularının kullanıma hazır yaklaşık azami ve asgari Dalga Enerji seviyeleri Şekil 2 ve 3’de verilmiştir.



Şekil.2 Asgari Dalga Enerji Seviyeleri



Şekil.3 Azami Dalga Enerji Seviyeleri

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/m²'lik yıllık ortalama dalga gücünde bir yoğunlaşmaya neden olur. Dalga enerjisinden yararlanmak, daha doğrusu çalışmalara başlamak için en uygun yer İzmir-Antalya arası veya tam olarak belirtmek gerekirse Dalaman-Finike arasına tekabül eden denizlerdir. Bölgesel ortalama dalga yoğunlukları aşağıdadır;

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

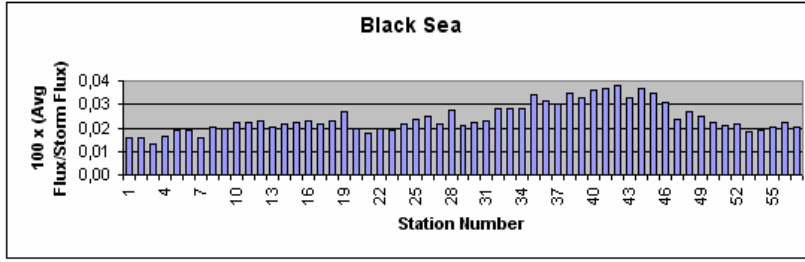
Derin sulardaki toplam ortalama dalga enerji kaynakları, Türkiye kıyı şeridi boyunca dalga güçlerinin birleştirilmesiyle değerlendirilebilir. Eğer gemi rotaları, denizaltı tatbikat sahaları, Marmara Denizi'nin kıyı yerleşim yerleri, vb. dışarıda bırakılır, dalga gücü düzeyleri ticari tüketim için düşük 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 seri/dizi küçük ölçekli dönüştürücüden, yıllık 4-17 kW/m arasında dalga gücü olan sularda, toplam yaklaşık enaz 10 TWh/yıl enerji elde edilebilir. Bu, ekonomik olarak üretilebilir Türkiye Hidroelektrik enerji potansiyelinin %12,5'idir. [5]

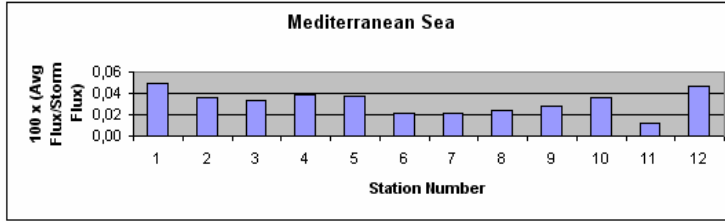
Yukarıdaki değerler yaklaşık sonuçları yansıtmaktadır. Gerçek sonuçlar sadece Türk suları değerlerine uygun gerçekleştirilebilecek bir ilkörnek dalga enerjisi dönüştürücüsünün ölçümleri ile elde edilebilecektir.

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.

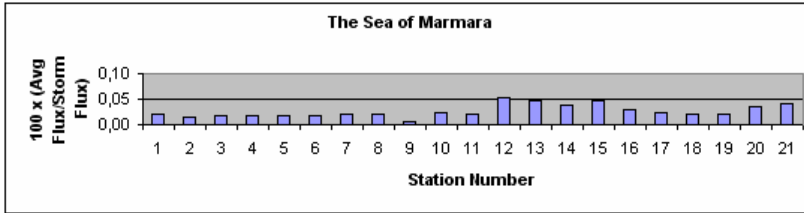
Denizlerdeki *DEGI* değerleri yüksek olmayan, fakat Dalga Enerji seviyesi yüksek olan noktalar en iyi üretim noktaları olarak nitelenmektedir. Çünkü yüksek *DEGI* değerleri denizdeki belirli bir noktadaki yıllık ortalama dalga enerjisi potansiyelinin elde edilebilmesi için tasarlanacak dalga dönüştürücüsünün/çiftliğinin yatırım maliyetini arttıracaktır. (Şekil 4,5,6,7)



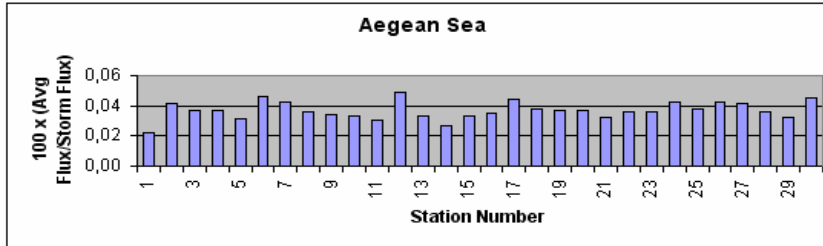
Şekil 4. Karadeniz *DEGI* değerleri



Şekil 5. Akdeniz *DEGI* değerleri



Şekil 6. Marmara Denizi *DEGI* değerleri



Şekil 7. Ege Denizi *DEGI* değerleri

5. Sonuç

Enerji, ulusal ekonominin ilerlemesini tanımlayan en belirgin bileşendir. Ayrıca, sosyo-ekonomik gelişim ve toplumların yaşam standartlarının artırılması açısından büyük önem arz etmektedir. Toplumlar enerji ve makinayı üretimde verimli olarak kullandığı sürece, nüfus artışıyla da orantılı olması şartıyla, diğer toplumları kullanmadan daha az zamanda hakettikleri gerçek refaha ulaşabilirler.

Türkiye'nin mevcut enerji yapısı çoğunlukla ithal fosil yakıtlara dayalıdır. Türkiye, enerji ihtiyacının 2010 yılında %72'sini, 2020 yılında %80'ini ithal edecektir. [6] Büyük bir petrol krizinin gerçekleşmesi halinde, Türkiye tüm dünyada bu krizden en çok etkilenen ülkelerden birisi olacaktır. Enerjide dışa bağımlılık ancak ülkemiz potansiyelinde bulunan enerji kaynaklarının planlama safhasında birleştirilmesi ve uygulanacak enerji politikalarının bu yönde şekillenmesi ile engellenebilecektir.

Elektrik üretilen büyük ölçekli hidrodinamik güç santrallerinin sayısal ve çevresel maliyetlerini göz önünde bulundurarak ve aday bir ülke olarak Türkiye, AB'nin 2001/77 sayılı "Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Üretiminin Geliştirilmesi Çalışmalarının Geliştirilmesi" konulu yönergesine uygun olarak bir çıkış yolu aramalıdır. Bu yönergeye göre: "Üye devletler ulusal gösterge hedeflerine ulaşmaya yönelik ilerleme çalışmaları yapmalı; Ulusal hedefler, 2010'a kadar gayri safi milli enerji tüketiminin %12'si ve enerji üretiminin %22,1'inin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasına yönelik global hedeflerle tutarlı olmalıdır."

Bu bağlamda denizlerin; yenilenebilirliği en yüksek, bol, kullanımı serbest, yaygın dev enerji depoları olduğu göz önünde bulundurulmalı, 2010-2020 yılları arasında kirlilik yaratmaksızın ve mümkün olan en az çevresel etki ile büyük miktarda elektrik üretilen önemli bir kaynak olarak öngörülmelidir.

Biçimlendirilmiş: Türkçe

En iyi dalga gücü kaynaklarından olan Kalkan açıkları için yapılan tahminler ve istatistiksel analizlerle toplanan bilgiler dalga gücü yoğunluğunun 6,6 kW/m-7,6 kW/m arasında olduğunu göstermektedir. Dalga yükseklikleri 1,21 metreye varabilmekte ve dalga periyotları 6,09 saniyeye ulaşmaktadır. Bu bilgiler yılın büyük bir çoğunluğu için geçerlidir. Dalga enerjisi üretmek için tasavvur edilen en iyi yerler: Karadeniz'in batısında İstanbul Boğazı'nın kuzeyi ve Ege Denizi'nin güneybatı kıyıları açıkları; Marmaris ve Finike arasıdır. Başlangıç denemeleri için bu suların uygun olduğu değerlendirilmektedir. Yatırımcılar bu alanları tercih etmelidir.

Tüm Türkiye için yapılan merkezi enerji planlamasının yanı sıra her şehir, köy veya her bir yerleşim yeri için yerel bazlı planlamaların da yapılması ve her iki planlamanın koordineli yürütülmesi gerekmektedir. Toplumun genel olarak deniz kıyılarında yaşama eğilimi göstermesi kıyılarda nüfusun yoğunlaşmasına neden olduğundan, özellikle bu bölgeler için dalga enerjisi, yerel planlamaya önemli bir değer olarak girecektir. Bu aynı zamanda elektrik şebekelerine yatırımı da azaltacaktır. Ayrıca, Türkiye'deki kıyı mühendisliği bilim personelinin üzerinde çalıştığı projelerde yakın kıyı ve deniz kıyısı dalga enerji sistemleri göz önünde bulundurulmalıdır.

6. Kaynaklar

- [1] Özhan, E.; Abdalla S. : "Türkiye Kıyıları Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası", Orta Doğu Teknik Üniversitesi, (2002)
- [2]. www.uni-leipzig.de/~grw/expo/index.html (Başvuru tarihi Temmuz 2003)
- [3]. Thorpe, T W. "A Brief Review of Wave Energy", ETSU Report Number R-120, (1999).
- [4]. Future Offshore. A Strategic Framework for the Offshore Wind Industry." DTI (2002)
- [5]. World Resources Institute, www.wri.org/climate, 2001
- [6]. Doç. Dr. Tanay Sıdkı UYAR, Türkiye Genç İşadamları Derneği: "Türkiye'nin enerji sorunları ve çözüm önerileri", (2003)