



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ ÖZET BİLGİ FORMU

Tez Adı GÜNEY BATI KARADENİZ'DE MEVCUT VE ÖLÇEKLENDİRİLMİŞ DALGA ENERJİ DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİNDEN ENERJİ ÜRETİMİ	Tez Danışmanı Prof. Dr. Adem AKPINAR
	Tez Başlama-Bitiş Tarihi 26.09.2018
	Proje No* 118R024
	Destek Miktarı (TL)* 3000 TL/Ay
	Destekleyen Kuruluş* TUBİTAK

Ekonomik dalga enerji potansiyelinin belirleneceği kaba tanımlı dalga modelleme alanı, ince tanımlı dalga modelleme alanı, yüksek çözünürlüklü dalga modelleme alt alanları (SD3, SD2 ve SD1) ve tüm Karadeniz'in batimetrisi

Anahtar Kelimeler (Karadeniz, dalga enerji dönüştürücüleri, kapasite faktörü, performans)

Tezin Amacı ve Önemi (Maddeler halinde sıralayınız)

- ✓ İlgili bölgede seçilen istasyonlarda teorik dalga enerji potansiyelinin ortaya çıkartılması
- ✓ Seçilen dalga enerji dönüştürücüleri tarafından üretilebilecek ekonomik dalga enerji potansiyelinin belirlenmesi
- ✓ Seçilen istasyonlarda kurulacak dalga enerji dönüştürücü sistemlerinin kapasite faktörleri / verimliliklerinin (etkinliklerinin) belirlenmesi
- ✓ Dalga enerji dönüştürücülerinin kurulabilecekleri optimum derinlik ve konumlarının belirlenmesi
- ✓ Seçilen istasyonlarda kurulabilecek bütün sistemlerin Froude ölçeklendirme kanunu ile 10 kat küçültülmesi
- ✓ Kapasite faktörünü maksimum yapan ölçeklendirme faktörünün belirlenmesi
- ✓ Optimum ölçeklendirme faktörüne dayanarak her bir sistemin her bir istasyondaki ölçeklendirilmiş DED sistemlerinin performanslarının belirlenmesi
- ✓ Tam kapasite ve ölçeklendirilmiş sistem durumundaki enerji çıktılarının, kapasite faktörlerinin, nominal kapasite ve çalışma saatlerinin bütün istasyonlarda bütün DED sistemleri için kıyaslanması.

- **Tezden yapılan yayınlar ve bildiriler-(Q değeri ve etki faktörünü de veriniz)**
 - ✓ **Majidi, A.G., Bingölbalı, B., Akpınar, A. 2020.** Optimum Scaling of Wave Energy Converters in Semi-enclosed Sea (İnceleme altında).
 - ✓ **Bingölbalı, B., Majidi, A.G., Akpınar, A. 2020.** Inter- and Intra-Annual Wave Energy Resource Assessment in Southwestern Black Sea Coast (İnceleme altında).
 - ✓ **Majidi, A.G., Bingölbalı, B., Akpınar, A. 2020.** Wave power performance of wave energy converters at high-energy areas of a semi-enclosed sea (İnceleme altında).
 - ✓ **Majidi, A.G., Bingölbalı, B., Akpınar, A. 2020.** The Changes of Theoretical Wave Power from Offshore to Coast in the South Western Black Sea. E3S Web of Conferences (Yayınlanma sürecinde)
 - ✓ **Majidi, A.G., Bingölbalı, B., Akpınar, A., 2020.** Power Production Performance of Different Wave Energy Converters in the Southwestern Black Sea. World Academy of Science, Engineering and Technology, Open Science Index 163, International Journal of Energy and Power Engineering, 14(7), 191 - 195.
 - ✓ **Majidi, A.G., Bingölbalı, B., Akpınar, A., Rusu, E. 2020.** Dimensionless Normalized Wave Power in the Hot-spot Areas of the Black Sea. E3S Web of Conferences, 173:, 01001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017301001>.

Tez Sonuçlarının Endüstriyel Uygulaması İçin Öneriler

Gerçekleştirilen bu çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar üç ana başlık altında aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Dalga parametrelerinin istatistiksel özellikleri üzerine elde edilen sonuçlar:

- ✓ Bütün elde edilen sonuçlar çalışma bölgesinde dalgalardan enerji elde edilmesinde bir potansiyelin var olduğunu göstermiştir.
- ✓ Dalgadan enerji üretimi için çalışma bölgesinde Karaburun ve Sinop sayısal ağlarının batısındaki istasyonlarda daha yoğun ve dinamik şartların olduğu görülmüştür.
- ✓ En enerjik alan, 8,4 kW/m 'lık bir ortalama kapasite ve 1015 kW/m 'lık bir maksimum kapasite ile 100 m derinlikteki KA5 lokasyonudur.
- ✓ Genel olarak daha yüksek enerji potansiyeline sahip olan bölgeler aynı zamanda daha fazla değişkenliğe de sahiptirler.
- ✓ Ortalama ve maksimum belirgin dalga yüksekliği kıyı şeridi boyunca açıktan kıyıya doğru azalmaktadır.
- ✓ Ortalama ve maksimum belirgin dalga yüksekliği değerleri Karaburun sayısal ağında en yüksek (KA5 lokasyonunda ortalama 1,2 m ve maksimum 12,8 m) ve Filyos sayısal ağında en düşüktür (FB1 lokasyonunda ortalama 0,3 m ve maksimum 4,3 m).
- ✓ Belirgin dalga yüksekliğindeki değişimlerden de tahmin edildiği üzere, teorik dalga gücü de derin denizden sığ suya doğru azalmaktadır.
- ✓ Karaburun sayısal ağındaki lokasyonların sahip olduğu teorik dalga gücü diğer sayısal ağlardaki lokasyonların sahip olduğu dalga gücünden daha yüksektir.
- ✓ Ortalamalarda Sinop'un batısındaki alanlar ve maksimumlarda Filyos'un batısındaki alanlar en yoğunluklu Karaburun sayısal ağındaki alanları takip etmektedir.
- ✓ Tüm çalışma alanı dikkate alındığında, Karaburun sayısal ağının en batısındaki hatta bulunan lokasyonlarda en yüksek dalga gücü bulunmaktadır. KA5 lokasyonu ise bu hattaki en yüksek dalga gücü potansiyeline sahip istasyondur.
- ✓ İç-yıllık değişkenlikte, dalga gücü dağılımında en yüksek tepe noktası Şubat ayında, en düşük deniz durumu Haziran ayında olmak üzere bir tepe noktası ve bir içbükeylik görülmektedir. 2003 en enerjik yıl, 1989 ise 31 yıllık analiz içerisinde en az enerjik yıldır.

- ✓ Dalga gücü değişkenliğinin, aylık ve mevsimsel değişkenlik indekslerine göre Karaburun sayısal ağının batısında en fazla ve Sinop'un batısında en az olduğu görülmüştür.
- ✓ Yukarıda yapılan çıkarımlara dayanarak Karaburun ve Sinop sayısal ağlarının batı bölgelerindeki lokasyonların potansiyel ve kararlılık faktörleri göz önünde bulundurulduğunda DED çiftliklerinin kurulumu için en uygun yerler olduğu belirlenmiştir.

Mevcut DED sistemlerinin performansları üzerine elde edilen sonuçlar:

- ✓ Dalga gücü Karaburun sayısal ağının KA hattında en yüksek şiddete sahipken kıyı çizgisi boyunca FB hattına kadar azalmakta ve sonra SA hattına kadar artış göstermektedir. Sinop sayısal ağında SD hattında ise en sakin deniz durumuna sahip olunmaktadır.
- ✓ Dalga gücü kıyı çizgisinden açık denize doğru artmakta ve KA5 ve SD1 sırasıyla en yoğun ve en az yoğun enerjili lokasyonlar olarak göze çarpmaktadır.
- ✓ Farklı lokasyonlarda ve derinliklerde farklı DED sistemlerinin kurulumu uygun olmaktadır.
- ✓ Orta şiddette dalga şartlarına sahip kapalı denizler ve Karadeniz'de enerji üretim miktarı açısından, SSG, WaveDragon, Oysters, Oceantec ve Pontoon kıyı çizgisinden derin denize doğru sırasıyla en yüksek enerjiyi üretebilir.
- ✓ Kapasite kullanımı ve R_{EP} değeri açısından Oyster ve Oceantec diğer dikkate alınan DED sistemlerine kıyasla kapasitelerinin daha fazlasını kullanmaktadır.
- ✓ SSG, WaveDragon, Oyster2, Oceantec ve Pontoon kıyı çizgisinden açık denize doğru çalışma bölgesinde diğer sistemlere kıyasla sırasıyla daha yüksek zaptetme genişliğine ihtiyaç duyan cihazlardır.
- ✓ Verimlilik indeksi açısından HeaveBuoy, WaveDragon, Seabased AB, Langlee ve Pontoon sırasıyla 5, 25, 50, 75 ve 100 m su derinliklerinde en etkin çalışan cihazlardır.

Ölçeklendirilmiş DED sistemlerinin performansları üzerine elde edilen sonuçlar:

- ✓ DED sistemlerin tipik dalga koşullarına uyarlanabilirliği için Froude ölçekleme kriterleri kullanılarak cihazların küçültülmesiyle değerlendirilir. Küçültme, 15 teknolojinin tamamı için açık denizden kıyıya kadar farklı derinlikteki cihazlara uygulanmıştır. Optimum ölçeklendirme faktörü λ_L (kapasite faktörünü maksimuma çıkarır) 0,2 ile 0,5 arasında değişmiştir; birkaç cihaz-lokasyon kombinasyonunda, optimum ölçeklendirme faktörü 0,1'e de ulaşmıştır. Yeniden boyutlandırılan tüm cihazlar, tam ölçekli (orijinal) cihazlardan daha düşük bir enerji çıktısı sunmuştur, ancak kapasite faktörü ölçek küçültme ile artırılmaktadır. Örnek olarak bu çalışmada KC1'deki Oyster'in C_f 'ü %13,9'dan %45,7'ye yükselmekte olup yıllık ortalama enerji üretimi 354,1 MWh'ten 4,2 MWh'e düşmüştür. Oceantec'in C_f 'ü KA4'te %20,1'den %37,3'e yükselmiştir ancak, yıllık ortalama enerji üretimi 878,2 MWh'ten 66,0 MWh'e azalmıştır.
- ✓ Tüm cihazlar için kabaca en uygun kapasite faktörü, en düşük kapasite faktörünü bildiren FA hariç KA hattından SC hattına (sahil şeridine paralel) doğru azalmaktadır. Farklı derinliklerde (sahil şeridine dik olarak) kurulmuş olan tüm cihazlar, hem enerji hem de kapasite faktörü açısından beklendiği gibi benzerlik koruması ile artan bir eğilimdedir. Diğer bir deyişle, kıyıdan açık denize doğru ilerlerken dalga enerji kaynağı artarken, tüm cihazların kapasite faktörü ve enerji çıktısı da artmaktadır.
- ✓ Gerçekleştirilen bütün analizler, tüm teknolojiler için en düşük kapasite faktörünün ve en yüksek enerji çıkışının (HeaveBuoy, Oyster2, Oyster, SSG, Seabased AB, WaveDragon, WaveStar, Langleem Oceantec, Pelamis, WaveBob, AWS, OEBuoy, AquaBuoy ve Pontoon) λ_L ölçekleme faktörü 1,0'a eşitken tam ölçekli versiyonlarda olduğunu göstermektedir.
- ✓ Oyster en yüksek kapasite faktörünü, SSG ve WaveDragon ise en yüksek enerji çıkışını yaklaşık 10 m derinliğe sahip noktalar için bildirmektedir. Oceantec 25, 50 ve 75 m derinliklerde en yüksek kapasite faktörünü bildirirken, beklenen en yüksek enerji miktarı 25 m'de WaveDragon, 50 ve 75 m derinliklerde Pontoon tarafından rapor edilmiştir.

- ✓ Oceantec'in, kurulu olduğu tüm lokasyonlarda optimum ölçek (en yüksek kapasite faktörü) KA ve KC hatlarında $\lambda_L = 0,4$, FA, SA ve SC hatlarda ise $\lambda_L = 0,5$ 'tir. Oceantec diğeri makinelerden farklı olarak $\lambda_L = 0,8$ 'de kapasite faktöründe pik noktadan daha düşük ikinci bir tepe değeri bildirmiştir.
- ✓ Bu çalışma, dalga enerjisi çiftliklerinin fizibilitesinin ön analizi olarak düşünülmelidir. DED'lerin uygulanmasının rahatlığı, hayatta kalma, kurulum, bakım, demirleme (mooring), çevresel çatışmalar, şebeke bağlantı noktaları, nakliye trafiğı, izin gereklilikleri gibi ekonomik, sosyal, politik vb. yönleri de dikkate alan DED'lerin kurulumu için uygun alanların (öncelikli alanların) Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak belirlenmesi ayrıca tavsiye edilmektedir.
- ✓ Bu çalışma kapsamında, DED kurulumu için çalışmada kullanılan tüm parameterleri dikkate alınarak en uygun yer olarak kıyı çizgisine dikey belirlenen KA ve SA hatları üzerindeki lokasyonlarında en optimum enerji üreten sistem olarak 5 m derinlikte Oyster sisteminin 0,3 ölçeğı, 25 m derinlikte Oceantec sisteminin 0,4 ölçeğı, 50 ve 75 m derinliklerde Oceantec teknolojisinin 0,5 ölçeğı ve son olarak da 100 m derinlikte Oceantec makinenin 0,6 ölçeğinin bir ön uygulama çalışması kapsamında kurulması ve bu kurulan sistemlerin üzerinde gerçekçi değerlere erişilerek elde edilen sonuçlarla bu tez çalışmasının sonuçlarının kıyaslanması sonucunda DED sistemlerinin çiftlikler şeklinde ilgili kıyı bölgelerinde kurulması denizlerimizin makine çöplüğüne dönüşmesini önlemek açısından önerilmektedir.

İletişim Bilgileri

Tez Danışmanı:

Adı – Soyadı : Prof. Dr. Adem AKPINAR
Telefon : 02242941911
E-posta adresi : ademakpinar@uludag.edu.tr
Web sayfası : <http://www.ademakpinar.com/>

Tez Sahibi:

Adı – Soyadı : Ajab Gul MAJIDI
Telefon : 05537548007
E-posta adresi : ajabgulmajidi@gmail.com

Yukarıda bilgilerin Fen Bilimleri Enstitüsü web sayfasında erişime açık olarak sunulması tarafımızca uygun görülmüştür.