

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE TEKNOLOJİLERİ DERSİ 9

- 8 DENİZ-OKYANUS ENERJİLERİ
- 8.1 Dünyada Deniz-Okyanus Enerjileri
- 8.2 Türkiye'de Deniz-Okyanus Enerjileri
- 8.3 Deniz-Okyanus Enerjisinin Olumlu Ve Olumsuz Özellikleri
- 8.4 Dalga Enerjisi
- 8.5 Gel-Git Enerjisi
- 8.6 Okyanus Termik Enerjisi

Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU

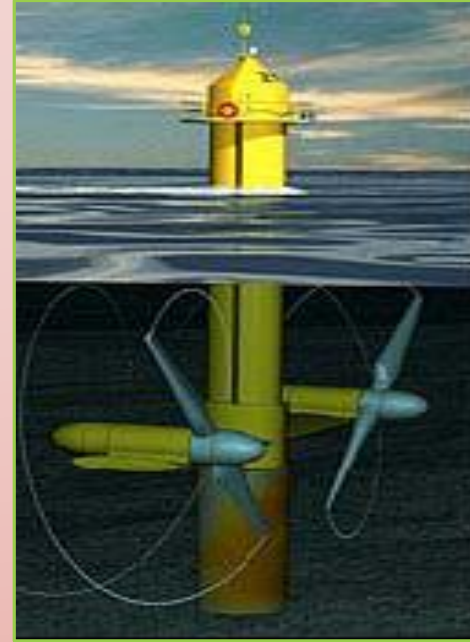
E-mail: onurbas@agri.ankara.edu.tr

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Tarım Makinaları Ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

2017

- **Deniz-okyanus enerjileri;**
- **Yüzey buharlaşma enerjisi,**
- **Akıntı enerjisi,**
- **Tuzluluk gradyent enerjisi,**
- **Sıcaklık gradyent enerjisi,**
- **Gel-git (med-cezir) enerjisi ve**
- **Dalga enerjisi**



- şeklinde sıralanmaktadır. Günümüz teknik ve ekonomik özellikleri dikkate alındığında; dalga ve gel-git dışındaki deniz enerjilerinde enerji elde etmek mümkün olmamaktadır (Graw, 1995; 2003; Mert, 2012). Bu nedenle, deniz- okyanus enerjileri içerisinde en yaygın uygulama alanı bulan enerji kaynakları dalga ve gel-git enerjisidir.
- Deniz kökenli enerji kaynaklarından biri de vivace'dir. 2005 yılında keşfedilen vivace, deniz içerisinde girdap kaynaklı titreşimlerden temiz enerji elde edilmesine yarayan bir enerji dönüşüm makinesidir. Deneme aşamasında olan bu sistemin diğer deniz kökenli enerji kaynaklarından daha avantajlı ve kullanışlı olduğu belirtilmektedir (Okbaz, 2011; Adıyaman, 2012).

8.1 Dünyada Deniz-okyanus Enerjileri

- **İlk gel-git değirmeninin** M.S. 537'de Romalılarca işletildiği bilinmektedir. Günümüzdeki gel-git santrallerinin çalışması ise 17. Yüzyılda Newton tarafından prensipleri ortaya konulan çekim yasasına göre gerçekleşmektedir (Ağaçbiçer, 2010).
- **Günümüzde gel-git hareketinden elektrik elde edebilmek için;** hareketin genliğinin yüksek olduğu yerlerde (deniz girişi yada ırmak ağzı) baraj yapıları kurulmaktadır. Denizin içerisine yada üst yüzeye yapılandırılan türbinler gel-git hareketi sırasında dönmekte ve türbinle bağlantılı jeneratörde elektrik üretilmektedir. Bu yöntemle elektrik üretimi her bölgede gerçekleşebilecek bir olay değildir ve Dünyanın birkaç bölgesinde olabilmektedir. Örneklerden biri **Fransa'daki Rance gel-git santralidir.** Bu santral ırmak üzerine kurulmuş, **240 MW'lık ve 750 m** uzunlukta baraja sahip olan bir santraldir (Dolun, 2002). Dünya'da gel-git enerjisi kullanılarak elektrik üretebilecek ikinci büyük santralin Avustralya da yapılması planlanmaktadır. **Güney Kore'de 2011 yılında tamamlanan 254 MW** gücündeki Sihwa Gölü santrali Dünya'daki önemli gelgit uygulamalarından biridir (Adıyaman, 2012).
- Dalgaların periyodik hareketlerinin enerjiye dönüştürülmesi 1700'lü yılların sonundan beri düşünülmektedir. Bu yıllarda mekanik enerji elde edilmesiyle ilgili pek çok çalışma yapılmış fakat dalga enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi 20. Yüzyılda ABD- San Francisco ve California'da gerçekleştirilmiştir (Charlier ve Finkl, 2009; Ağaçbiçer, 2010).

- Dünyada dalga enerjisi elektrik enerjisine modern teknolojilerle dönüştüren, büyük kapasiteli bir santral bulunmaktadır. Bu santral **500 kW kapasiteli olup İskoçya batı kıyılarında** Islay adasına kurulmuştur (Ağaçbiçer, 2010).
- Dalga enerjisinin tarihsel gelişim sürecinde en büyük dezavantajı diğer önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgar ve güneş enerjisine göre geride kalmasıdır. CO₂ emisyonunun dünya üzerinde düşürülmesi amacı ile girişilen temiz enerji kaynakları arayışında 2000'li yıllardan sonra dalga enerjileri dünya genelinde rağbet görmüş hükümetlerce desteklenmiş ve birçok firmanın kuruluşu gerçekleşmiştir. Bu doğrultuda devletler dalga enerjisinden faydalanmak amacı ile girişimlerde bulunmuşlardır (Yapar, 2014).
- Avrupa'da bu alandaki araştırma ve geliştirme çalışmaları birçok ülkede sürmektedir. Dalga enerjisinin üretimi ve tüketimi ülkenin sağladığı doğal olanaklardan ileri gelmektedir. Yüksek kaynak potansiyeline sahip ülkelerde çalışmalar, bu ülkelerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek seviyelere kadar ilerleyebilir. **Danimarka, İrlanda, Norveç, Portekiz, İsveç ve İngiltere** bu alandaki araştırmalarına yıllar önce başlamıştır. Avrupa dışında Avustralya, Kanada, Çin, İran, Endonezya, İsrail, Japonya, Kore, Meksika, Rusya, Sri-Lanka ve ABD bu alanda çalışmalarını sürdürmektedir (Mert, 2012).

8.2 Türkiye'de Deniz-okyanus Enerjileri

- Deniz kökenli enerji kaynaklarından **gelgit enerjisi potansiyeli Türkiye'de yok denecek kadar azdır**. **Akıntı enerji kaynağı olarak İstanbul ve Çanakkale Boğazları** uygun görülse de, deniz trafiklerinin yoğunluğu nedeniyle kullanılması mümkün olmamaktadır. Ülkemizde deniz kökenli enerji kaynağı olarak **dalga enerjisinden yararlanma olanağı bulunmaktadır**. Çevremizdeki denizlerde yapılan ölçümlerle yıllık 50 TWh'lik teknik potansiyel olduğu belirlenmiştir. Marmara dışında 2600 km'lik kıyı uzunluğu için 28 GW'lık dalga enerjisi kapasitesi öngörülmektedir (Adıyaman, 2012).
- Türkiye'nin en yoğun **dalga potansiyeline sahip** bölgesi Akdeniz ve Ege bölgeleridir, İzmir-Antalya arasında bu değerler en yüksek düzeydedir. Bu nedenle dalga enerjisinden elektrik üretimi yapılması için **Antalya ve İzmir** (Finike-Dalaman) arası optimum yerler olarak düşünülmektedir (Sağlam ve Uyar, 2010).
- Türkiye'deki deniz enerjileri ile ilgili ticari çalışmalar olmayıp akademik düzeydedir. Bu kapsamda kurulan deneme santralleri bulunmaktadır. 2007'de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan bir proje bünyesinde kurulmuş bir sistem de bulunmaktadır. Bu sistemde dalgaların düşey hareketinin jeneratörde elektrik enerjisine dönüştürüldüğü dubalar bulunmaktadır. Üretilen elektrik 5 KWh gücünde ve iki eve yetecek miktardadır (Adıyaman, 2012).

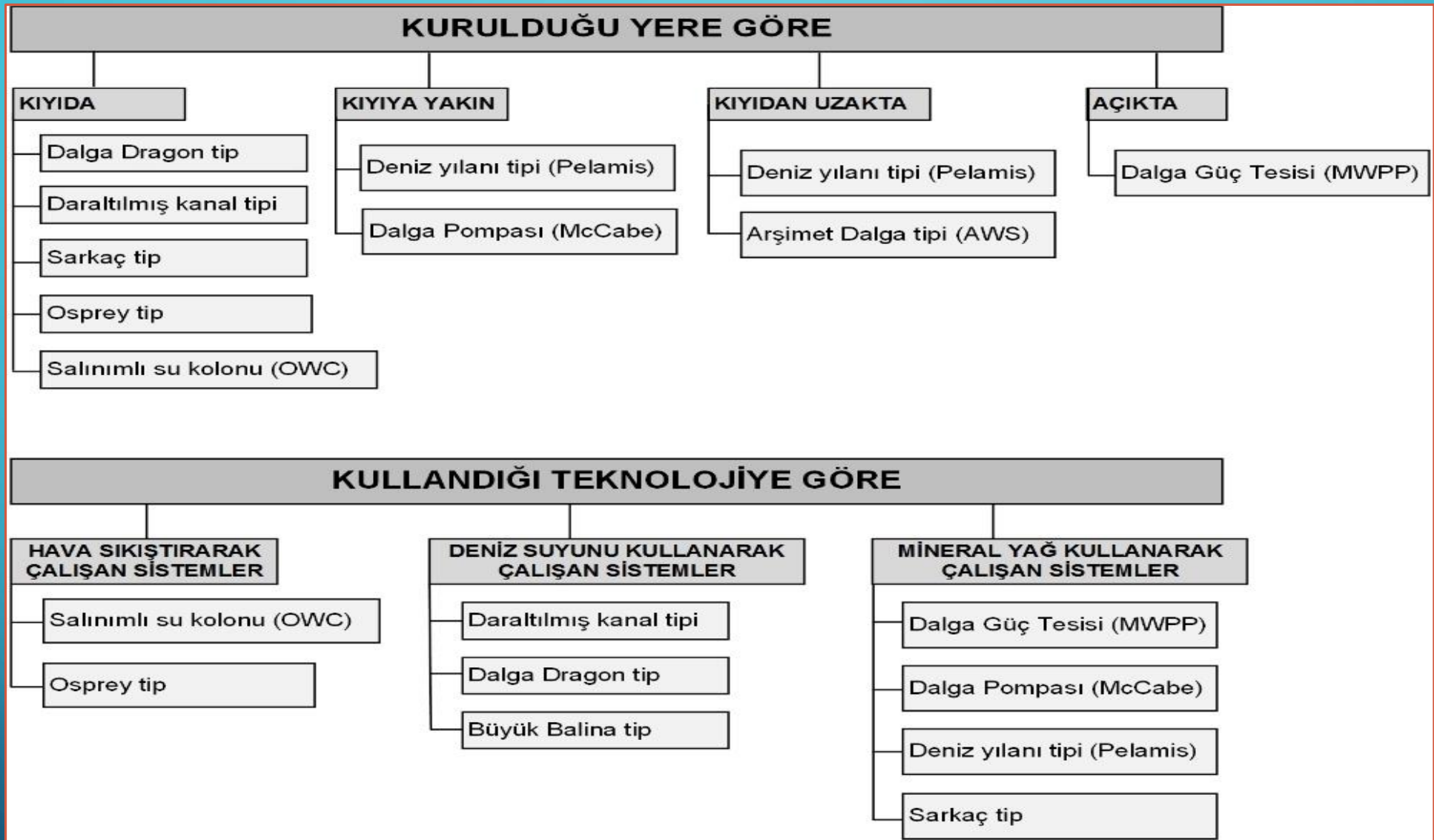
8.3 Deniz-okyanus Enerjisinin Olumlu Ve Olumsuz Özellikleri

- Deniz kökenli enerji kaynakları; **tükenmeyen ve temiz enerji kaynaklarıdır**. Dalgalar rüzgâr estiği sürece, gel-git dünya ile ay arasındaki kütle çekim kuvveti var olduğu sürece devam edecek olan sürdürülebilir kaynaklardır. Çalıştırılmaları için herhangi bir yakıt gereksinimi yoktur ve uzun ömürlüdürler (Çukurçayır ve Sağır, 2008). Gelgit barajı dalgakıran görevini de görerek bulunduğu bölgeyi sel baskınlarından korumaktadır. Deniz enerjilerinin, fosil enerji kullanımı ve dolayısıyla küresel ısınma ve çevre kirliliğini azaltıcı etkileri de bulunmaktadır. Elektrik enerjisinin iletilmesinin zor olduğu bölgelerde ve özellikle adalarda enerjinin üretilebilmesi gibi olumlu yönleri bulunmaktadır (Adıyaman, 2012).
- Deniz enerji kaynaklarının **çevre kirliliğine neden olabilecek hiçbir atığı yoktur. İlk yatırımından başka önemli bir gideri yoktur**. Öngörülen enerji ihtiyacına göre büyük ya da küçük olarak yapılabilirler. Dalga büyüklüğü yüksek olan tesislerde maliyet daha azalmaktadır. Okyanus ve denizlerde kurulduğu için; tarım arazilerinin amaç dışı kullanılmasına da neden olmamaktadır. Ayrıca elde edilen elektriğin büyük yerleşim yerlerinde ısı amaçlı kullanılmasıyla hava kirliliğinin azaltılmasına da katkı sağlayacaktır (Ataman, 2007).
- Deniz kökenli enerji kaynaklarının sağladığı faydalar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Koca ve Çıtlak, 2008):
 - **Yerel bir kaynak olduğu için dışa bağımlılığı yoktur. Olası krizlerden etkilenmez.**
 - **Santral üzerine oteller, sosyal mekânlar vb. tesisler kurularak turizm amaçlı kullanılabilir.**
 - **Dalyan görevi sayesinde balık neslinin çoğalmasını sağlar.**
 - **Dalga elektrik santralleri ulusal elektrik sistemine bağlanılarak kullanılabilir.**
 - **Ayrıca dalgaların enerji ihtiyacının çok olduğu kış aylarında daha çok elektrik üretecek olması da diğer bir olumlu yönüdür** (Adıyaman, 2012).

- Deniz kökenli enerji kaynakları kullanımının bazı **olumsuz yönleri** bulunmaktadır. **Kesintili bir enerji kaynağıdır,** günün her saatinde dalga oluşmadığı gibi gelgit olayı da belli aralıklarla gerçekleşmektedir bu nedenle bu santrallerden sürekli enerji sağlamak günümüz teknolojisi ile zordur. Denizlerde kurulacak santrallerin ilk yatırım maliyeti diğer alternatif enerji kaynaklarına göre oldukça yüksektir (Çukurçayır ve Sağır, 2008).
- Her ne kadar çevresel olumsuz etkileri olmasa da meydana gelen değişim, buralarda **yaşayan canlı türleri olumsuz etkileyecektir. Kıyıya çok yakın kurulan santrallerde gürültü kirliliği ve estetik açıdan görüntü kirliliği oluşabilmektedir. Kıyılardan uzaklara kurulan santraller deniz taşımacılığı ve balıkçılığı olumsuz etkileyebilmektedir.** (Koca ve Çıtlak, 2008; Adıyaman, 2012).
- Diğer fosil enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında okyanus enerjisi çevreye çok daha duyarlı olan bir enerji kaynağıdır. Özellikle OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion- Okyanus Termal Enerji Dönüşümü) sistemlerinin çevreye etkileri çok düşüktür. OTEC sistemlerinde sirkülasyon sıvısı olarak amonyak kullanılmaktadır. Kapalı devre oluşturulan OTEC'lerde amonyağın atmosfere yada denize karışması mümkün olmamaktadır. Açık sistemlerde ise gaz salımı çok düşük olup termik santrallerdeki karbondioksit salımının ancak %1'i kadardır. Bundan başka herhangi bir çevreye zararlı gaz emisyonu bulunmamaktadır.
- Gel-git santrallerinin kurulduğu bölgelerde deniz suyu sıcaklığında çok düşük değişimler yanında denizdeki özellikle kıyı şeridinde yaşayan canlıların yaşamının da olumsuz etkilendiği belirtilmektedir. Su içerisinde dönerek çalışan türbin kanatları da hayvanlara zarar verebilmektedir. Nehir ve derelerin önüne kurularak çalıştırılmayan santraller akarsuların denize akışına engel olarak sel taşkınları da oluşturabilmektedir (Ağaçbiçer, 2012).

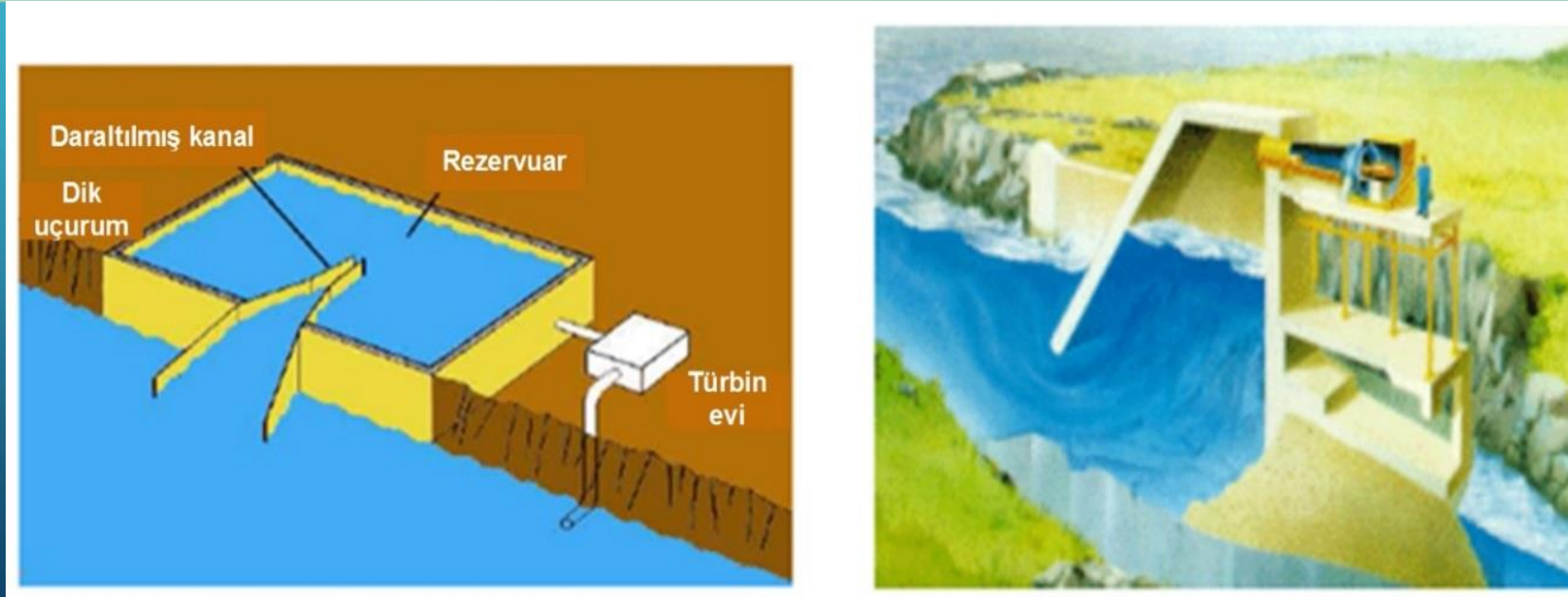
8.4 Dalga Enerjisi

- **Dalga enerjisi rüzgar kaynaklı bir enerji kaynağıdır.** Dalga, okyanus ve denizlerin yüzeyinde rüzgarın etkisiyle ortaya çıkan bir harekettir. Dalga enerjisi, dalgalar açısından zengin olan kıyılara ve açık denizlere santraller kurularak elde edilmektedir. Bu santraller deniz yüzeyine kurulabilmesi yanında alt yüzeyle, tabana da kurulabilmektedir. Dalgalar tarafından döndürülen türbine bağlı olan jeneratörde elektrik enerjisi elde edilmektedir. Elektrik üretimi yanında hidrojen üretiminde de dalga enerjisinden yararlanma olanağı bulunmaktadır.
- Dünya genelinde dalga enerjisinden yararlanma, başta **ABD olmak üzere Portekiz ve bazı Avrupa ülkelerinde** sınırlı miktarda gerçekleştirilmektedir. ABD-Oregon'da denizden 8 km açığa kurulmuş olan Dalga Enerjisi Parkının kurulu gücü 40 kW'dır (Adıyaman, 2012).
- Dalgalar büyük oranda rüzgâra bağlı olarak oluşurlar. Dalga hareketi, rüzgârın sınır tabakası ile deniz yüzeyine olan sürtünme sonucu meydana gelmektedir. Bu hareketten elektrik elde edilmesinde üç sistemden yararlanılmaktadır. Bunlar;
- Suyun rezervuarlara yönlendirildiği kanal sistemleri,
- Hidrolik pompaların kullanıldığı yüzer sistemler ve
- Havanın sıkıştırıldığı su sütunları sistemidir.
- Tüm bu sistemlerin ortak özelliği dalga enerjisini önce mekanik sonra elektrik enerjisine dönüştürmesidir. Bu sistemlerin ekolojik mimarlık kapsamında henüz kullanımları mevcut değildir (Uslusoy, 2012).



• Şekil 8.1 Dalga enerjisinin dünyadaki uygulama şekilleri (Çokan, 2010)

- Kazandıkları enerjiyi kıyılara taşıyan dalgalar önüne yerleştirilecek özel enerji dönüşüm sistemleriyle, dalga enerjisinin bir kısmı önce mekanik, sonra da elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Enerji üretilmesinde aktif sistemler olarak nitelendirilen sistemlerde aletin bir veya birden fazla elemanı dalga kuvvetiyle hareket eder ve mekanik enerji üretilir. Örnek olarak “Duck” ve “The Raft” verilebilir. Pasif sistemler ise çok fazla dalgaların bulunduğu sahillerde dalganın itiş tesirinin önce hidrolik yükseltiye çevrilmesi ve bir yapı arkasında kalan havuzda bulunan su seviyesinin yükselerek potansiyel enerji kazanması prensibi ile tasarlanırlar, sabit olup mekanik teçhizatları yoktur. Sadece içlerindeki havanın ilerlemesi için olanak sağlarlar. Örnek olarak “OWC (Oscillating Water Column-Salınımlı su kolonu)” ve “TAPCHAN - daralan kanal sistemi” verilebilir (Şekil 8.2) (Mert, 2012).



Şekil 8.2 Tapchan ve OWC sistemleri (Çokan, 2010)

- Dalga enerji düzeyinin yıl boyunca mevsimlere bağlı olarak gösterdiği değişikliklerin yanı sıra, çok kısa sayılabilecek zaman aralıklarında da görülebilen değişimler, bu sistemlerde önemli gelişmelerin oluşmasına neden olmuştur. Dalga enerjisi dönüşüm sistemlerinin tesis edileceği yer, büyük dalga kuvvetleri ve şiddetli deniz fırtınaları göz önünde bulundurulduğunda büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, o yöreye ait sadece dalga yüksekliği göz önünde bulundurulmayıp, rüzgar ve dalga istatistikleri yapılıp, bu uzun dönem rüzgar dalga istatistiklerine göre tasarlanmalıdır. Kaldı ki daha önce bu çalışmaların yeterince yapılmaması nedeniyle bir çok dönüştürücü sistemin dalga etkileri yüzünden kullanılmaz hale geldiği, hasar gördüğü literatürde yer almaktadır. İdeal bir dönüştürücü sistemi rastgele değişimler gösteren enerji verilerini kabul edebilen, dalga yönündeki olumsuzluklardan fazla etkilenmeyen, kısa süreli bir depolama kabiliyeti ile enerji düzeyindeki değişimleri karşılayabilen ve ayrıca tasarım düzeyinin çok üzerinde çıkabilecek enerji girdilerine de direnç göstererek bu durumlarda dönüştürme verimini kademeli olarak azaltabilecek özelliklere sahip olmalıdır (Mert, 2012).
- Dalga enerjisi dönüşüm sistemleri; kıyı şeridi, yakın kıyı tipi ve kıyıdan uzakta kurulan sistemler olmak üzere üç grupta toplanabilir. Sistem oluşturulmasındaki ana parametreler; dalga periyodu ve yüksekliğidir. Dalga enerjisinin bir avantajı da, her dalga yüksekliğinden istenilen enerjinin alınabilmesidir (Clément vd, 2002; Mert, 2012).

- **Kıyı Şeridinde (Shoreline) Kurulan Sistemler:**

- Enerji dönüşüm sistemleri; kıyı şeridinde sabit yada gömülmüş olarak kurulan sistemlerdir. Bu sistemlerin kurulması ve bakımı diğer sistemlere göre kolay olmaktadır. Kıyı şeridinde olduğu için elektrik ve su iletiminde uzun ve derin bağlantılara gerek yoktur. Kıyıda dalga gücünün daha düşük olması nedeniyle daha az enerji elde edilmektedir. Kıyıda kurulacak sistemleri etkileyen özellikler; gel-git düzeyi ve kıyı şeridinin yapısıdır.

- **Yakın Kıyı Tipi (Near Shore) Uygulamalar:**

- Bu sistemler kıyıya yakın ve yaklaşık 15-25 metrelik derinliklere kurulmaktadır. Çoğunlukla Salınlı Su Kolonu (OWC) sistemleri yakın kıyı tipi olarak uygulanmaktadır.

- **Açık Deniz Tipi (Off-shore) Uygulamalar:**

- 40 m'den daha derin sularda yüksek dalga rejimleri için kıyıdan uzak dönüşüm sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerde enerjinin iletimi için uzun elektrik kablolarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sistemler McCabe Dalga Pompası, OPT dalga enerji dönüştürücüsü, Pelamis, Archimedes Dalga Salınımı, Salter Duck, Wave Dragon (Şekil 8.3), PS Frog, Mighty Whale, Vessel, Floating Wave Power, Swedish House Pump, SDE, Point Absorber Wave Energy Converter, DWP Float olarak isimlendirilebilir.



Şekil 8.3 Dalga Dragon sistemi (Çokan, 2010)

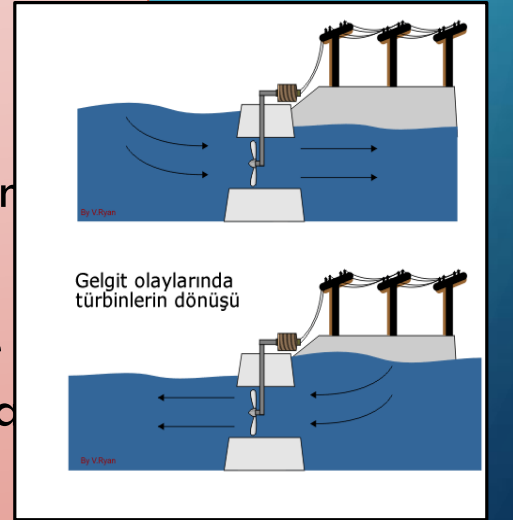
- Bir deniz yılanı cinsi olan “pelamis” isminin verildiği sistem yaygın uygulamalardan biridir. Pelamis sistemi; birbirine mafsalı olarak menteşelerle bağlı şamandıralardan oluşmaktadır (Şekil 8.4). Sistem deniz yüzeyine yerleştirilirken yer değiştirmesini önlemek için bazı noktalarından deniz dibine sabitlenir. Uzun Pelamis gelen bir dalga karşısında su yüzeyinde kalacak şekilde hareket eder. Hidrolik silindirler içinde yer alan hidrolik yağ, silindirler içinde hareket ederken yine silindirler içinde yer alan ve hidrolik sıvının hareketiyle tahrik edilen bir pompayı harekete geçirir. Jeneratöre bağlı bu pompa jeneratörün çalışmasıyla elektrik üretimine sebep olur. Üretilen elektrik deniz dibinden kablolar vasıtasıyla karaya iletilir (Mert, 2012).



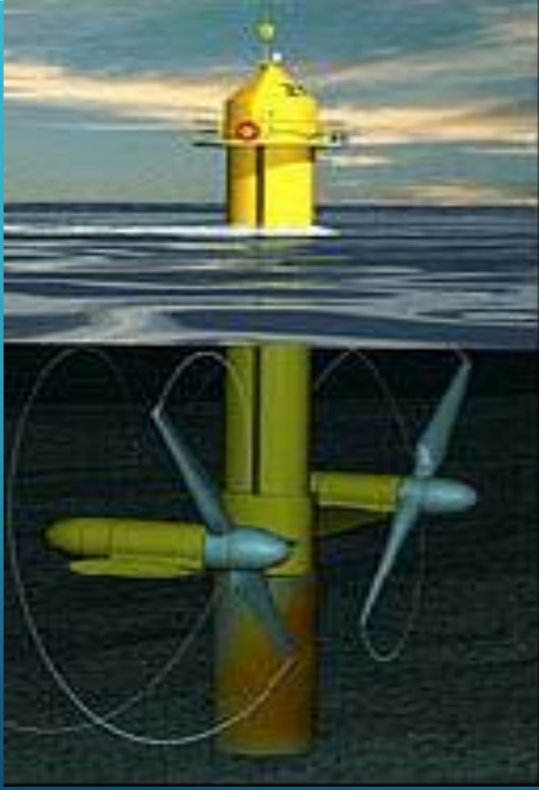
Şekil 8.4 Pelamis ve Pelamis enerji dönüşüm çiftliği simülasyonu (Henderson, 2005; Mert, 2012)

8.5 Gel-git Enerjisi

- **Güneş ile dünyanın uydusu ayın yerçekimi kuvvetlerinin etkisiyle deniz ve okyanuslarda yüzeydeki suların buldukları konumdan periyodik olarak yükselmesi ve alçalması gel-git olarak adlandırılmaktadır.** Bu hareketin kullanılmasıyla elde edilen enerjiye de gel-git enerjisi denilmektedir. Gel-git hareketinin periyodik olarak tekrarlanmasının nedeni Dünyanın kendi eksenini ve güneş etrafında belirli sürelerde dönmesindedir.
- Gel-git olayından yararlanılarak iki farklı şekilde enerji üretilebilmektedir; gel-git akını değirmenleri ve gel-git barajları.
- Gel-git değirmenleri yüzyıllardır Kuzey Amerika ve Avrupa'da ve mekanik enerji elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu sistemler çok verimli olmadıkları için ticari anlamda gelişmesi söz konusu olmamıştır.
- Gel-git barajları değirmenlere göre daha iyi verimliliğe (%35) sahiptir. Bu barajlar hidrolik santrallerin barajlarına benzemektedir. Deniz yükseldiğinde kapaklar açılıp baraj suyla doldurulmaktadır. Alçalma süreci içerisinde denize yönlendirilen su türbinleri döndürerek jeneratörde elektrik enerjisi elde edilmektedir. Gel-git olayı esnasında günde 4-5 saatlik elektrik üretilebilmektedir.



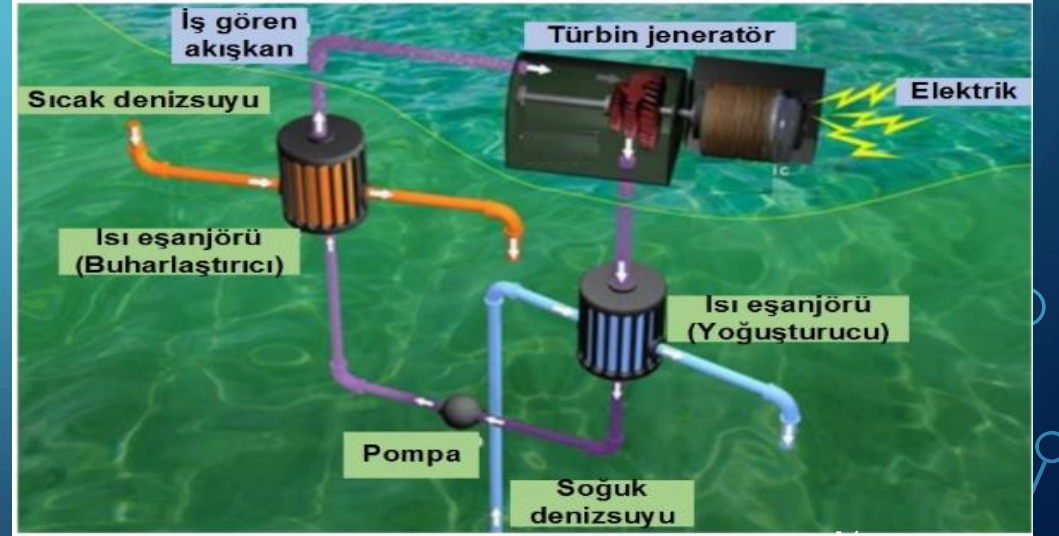
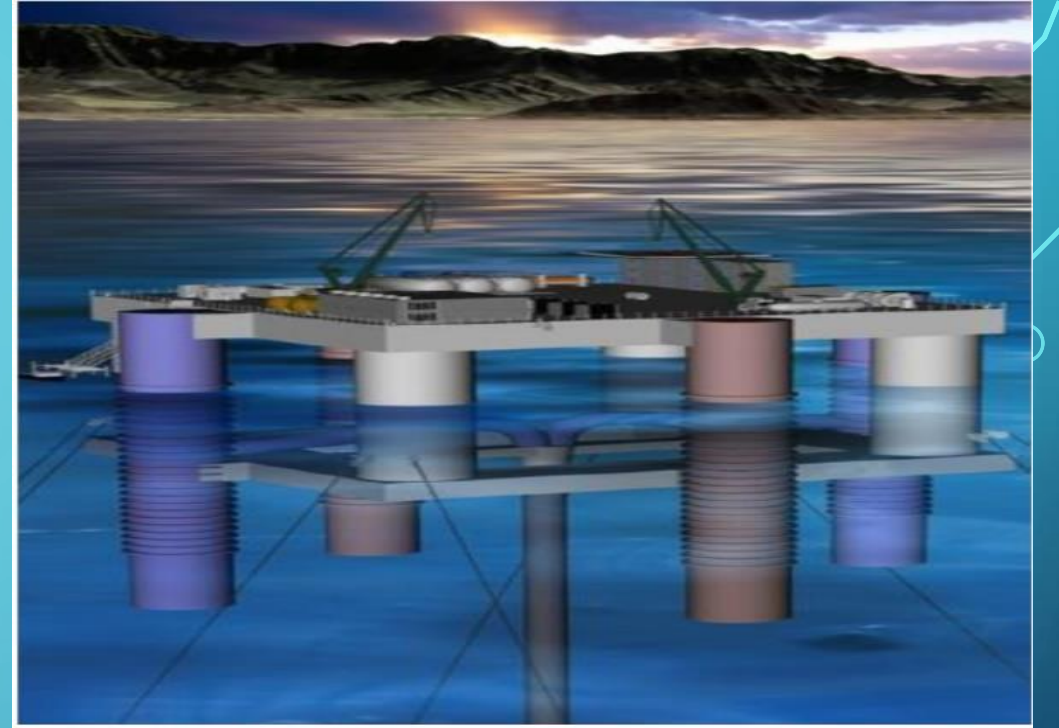
- Deđirmen ve barajlar dışında gel-git enerjisinden yararlanılması için gel-git türbinleri (Şekil 8.5) de kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistem gel-git akıntılarının yoğunluğunun fazla olduğu kara-ada yada ada-ada arasına kurularak akıntıdan elektrik enerjisi üretilmesi sağlanmaktadır (Ağaçbiçer, 2010).



Şekil 8.5 Gel-git türbinini ve Fransa'daki 240 MW'lık Rance santrali <http://www.limitsizenerji.com/component/content/article/64-makaleler/1192-dalga-gel-git-enerjisi?directory=950>

8.6 Okyanus Termik Enerjisi

- Güneşten yeryüzüne gelen radyasyonun önemli bir kısmı deniz ve okyanuslar tarafından absorbe edilerek depolanmaktadır. Bunun sonucunda da okyanusların yüzeyinden derinliklere inildikçe sıcaklık dereceleri değişmektedir. Bu farklı derinliklerde oluşan sıcaklık değişimleri yüksek derecede olmamasına rağmen enerji potansiyeli oluşturmaktadır.
- Bu kapsamda; OTEC-Okyanus Termal Enerji Dönüşümü kavramı Fransız biyofizikçi Jacques Arsene d'Arsonval'ın çalışmalarıyla 1881'de açıklanmıştır. Kurulan ilk OTEC tesisi ise Küba'da Bir Fransız mühendis tarafından 1929'da başarıyla çalıştırılmıştır. 22 kW gücündeki bu santral günümüzdeki modern santrallerde uygulanan teknikle çalışmaktadır.
- Okyanusların yüzeyi ile derinlikler arasında 20°C'ye kadar çıkan sıcaklık farkları bulunmaktadır. Sıcaklıkları farklı olan sulardan termodinamik yasalara göre enerji üretmek mümkündür (Şekil 8.6). Sistemin ekonomik olarak çalıştırılabilmesi için en az 15°C'lik sıcaklık farkının bulunması gerekmektedir. OTEC sistemleri özellikle güneş yoğunluğunun çok daha yüksek olduğu tropikal bölgeler için daha elverişli olmaktadır.
- OTEC santrallerine örnek olarak; Japonya-Nauru'da 1981'de kurulan 31.5 kW'lık tesis ve Hawai'de 1993'de kurulan 50 kW'lık prototip tesis gösterilebilir. Her iki tesis te yüksek verimle (%97) çalışması yanında maliyetleri yüksektir (Charlier ve Finkl, 2009; Ağaçbiçer, 2010).



Şekil 8.6 OTEC santrali ve çalışma prensibi

<http://www.eigm.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2Frapor%2F%20C4%B0klm+De%20C4%9Fi%20C5%9Fikli%20C4%9Fi+ve+%20C3%87evre+B%20C3%BCIteni+Say%20C4%B1+12++2014.pdf>

- İlk büyük çaplı gelgit enerji santrali Fransa “Rance Gelgit Enerji Santrali” 1966 yılında işletmeye alınmıştır (240MW)



video

Dünyanın en büyük **tidal** (gelgit) **türbini** AK-1000 (İskoçya) Orkney 22,5 mt yüksekliğinde ve 1300 ton ağırlığında Tek bir ünite üzerine iki set pervane eklenerek 1MW enerji üretebilmektedir. 1000 adet evin elektriği karşılanabilmektedir

