

Danimarka'da Rüzgar Enerjisi Eğitimi

M. Özgün Korukçu¹

ÖZET

Bu makalede, genel olarak Danimarka'daki rüzgar enerjisi eğitimi incelenmiştir. Danimarka rüzgar enerjisi konusunda oldukça ileri bir teknoloji ve bilgi birikimine sahip bir ülke olarak bilinmektedir. Makalede ilk olarak günümüzde rüzgar enerjisinin Danimarka'daki durumu ve Danimarka'daki temel eğitim sisteminin tanıtılmasının ardından Danimarka Teknik Üniversitesi'nde verilen rüzgar enerjisi yüksek lisans eğitim programı incelenmiştir. Yenilenebilir enerji türlerinden biri olan rüzgar enerjisi alanında eğitim almak isteyen öğrenciler için gerekli açıklamalar yapılmıştır.

1. GİRİŞ

Günümüzde fosil kökenli enerji kaynaklarının tükenebilir ve giderek fiyatlarının artmasının yanı sıra doğaya verdikleri zarar da göz önünde bulundurulursa yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı yaygınlaştırılmaktadır. Yenilenebilir enerji türleri; güneş, rüzgar, biyo-kütle, jeotermal ve gel-git enerjisi olarak sayılabilir.

Rüzgar enerjisi de yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. İnsanoğlu rüzgar enerjisini çok eski çağlardan beri denizcilikte, tahıl öğütülmesinde ve suyun pompalanmasında kullanmaktadır. Rüzgar enerjisinden

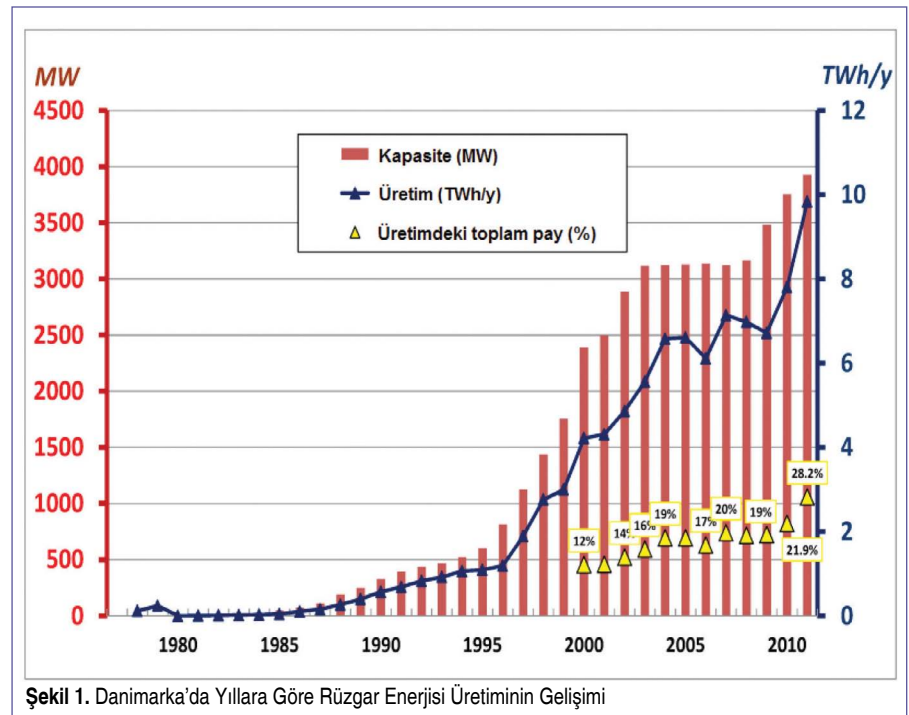
elektrik elde edilmesi ise 1891 yılında Danimarka'da gerçekleştirilmiştir [1]. Son yirmi senede çok hızlı bir şekilde gelişen rüzgar türbini ve rotor teknolojisi sayesinde dünyadaki ülkeler birbirleriyle yarış içerisine girmişlerdir. Rüzgar enerjisinden elektrik elde edilmesi konusunda şu anda ABD, Çin, Almanya, İspanya ve Hindistan en başta yer alan ülkelerdir [2].

Yüz yılı aşkın bir süredir rüzgar enerjisi üretmekte olan Danimarka ise dünyada bu konuda teknoloji ve bilgi birikimi açısından en önde gelen ülkelerden biridir. Geçtiğimiz yıl sonu itibarıyla Danimarka'da rüzgar enerjisinden

elektrik üretimi 3927 MW kapasiteyle ülke elektriğinin %28.2'si karşılanmaktadır. Şekil 1'de Danimarka rüzgar enerjisinin yıllara göre gelişimi gösterilmiştir.

Danimarka rüzgar türbinleri üretiminde ise Vestas ve Siemens, Rüzgar Enerjisi şirketleriyle dünyada kurulu rüzgar enerjisi kapasitesinde %19 ile birinci sırada yer almaktadır.

Rüzgar enerjisi yazılım sektöründe ise Danimarka Teknik Üniversitesine bağlı Risø Ulusal Laboratuvarı tarafından geliştirilen WASP (Rüzgar Atlası Analiz ve Uygulama Programı) ile EMD firmasının geliştirdiği WindPro adlı



Şekil 1. Danimarka'da Yıllara Göre Rüzgar Enerjisi Üretiminin Gelişimi

¹ Dr., Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Görükle, Bursa - ozkorukcu@uludag.edu.tr

yazılımlar sektörde en çok kullanılan programlar arasında yer almaktadır [3].

2. DANİMARKA'DA EĞİTİM SİSTEMİ

Danimarka'nın güçlü bir ekonomik yapısı vardır. Danimarka'da zorunlu eğitim ücretsiz ve 10 senedir. Zorunlu ilköğretim 6 yaşında yuva ile başlar ve 16 yaşında biter. Zorunlu eğitimin ardından eğitime devam etmek isteyenler dört yıllık Gymnasium ya da meslek okullarına devam edebilirler.

Gymnasium'a giden öğrenciler üç yıllık eğitim alırlar. Gymnasium'da verilen eğitim daha çok akademik eğitime yöneliktir. Gymnasium'u bitiren öğrenciler eğitimlerini teknik ya da sosyal alanda devam ettirebilmeleri için bitirme sınavlarında başarılı olmak zorundadırlar. Bu sınavlar için üç yıllık teknik ya da sosyal eğitim alınması gerekmektedir. Teknik ya da sosyal bölümlerde eğitimini devam ettirmeyen kişiler ise meslek okullarına giderek 2-5 yıl arasında alacakları eğitimlerle ara eleman olabilirler.

Üniversite ya da meslek okulu eğitimi ülkenin kendi ve Avrupa Birliği üyesi ülke vatandaşları için ücretsizdir. Bu okullara giden öğrenciler için geri ödemesiz burslar verilmekte, verilen bursun yetmemesi durumunda ise öğrencilere geri ödemeli burslar da sağlanmaktadır [4].

3. DANİMARKA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

Danimarka'da mühendislik alanında ilk akademik yüksek lisans programı 1829 yılında İleri Teknoloji Koleji'nde başlamıştır. Kolej 1933'te adını Danimarka Teknik Koleji, 1994'te ise Danimarka Teknik Üniversitesi olarak değiştirdi.

Danimarka Teknik Üniversitesi (DTU) şu anda Kopenhag'a yaklaşık 11 km uzaklıkta bulunan Lyngby kampüsünde yer almaktadır. Kampüsün toplam alanı

375.000 m²'dir. Üniversitede 24 bölüm ve 19 araştırma merkezi bulunmaktadır.

Üniversitede 700'ü doktora düzeyinde olmak üzere 7000 öğrenci vardır. Akademik personel sayısı 2250'dir [5].

4. DTU RÜZGAR ENERJİSİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Rüzgar enerjisi konusunda 1970 senesinden beri araştırmalarını sürdüren Danimarka Teknik Üniversitesi 2001 senesinden itibaren Rüzgar Enerjisi Yüksek Lisans Programı kapsamında eğitim vermektedir.

Rüzgar enerjisi yüksek lisans programının amacı rüzgar enerjisi konusunda genel bilgi edinmenin yanı sıra rüzgar enerjisi teknolojilerini analiz etme, tasarlama ve geliştirmeye yöneliktir.

Eğitim programında teorik bilginin yanı sıra pratiğe de önem verilmekte; bu yüzden program rüzgar enerjisi endüstrisi tarafından yakından takip edilmekte ve tezler genellikle endüstrideki firmalarla işbirliği içerisinde yürütülmektedir. Bu kapsamda 2007 yılında Megawind adı altında Danimarka'da bulunan araştırma enstitüleri ve özel sektörü birleştiren bir ortaklık kurulmuştur [6].

Dersler İngilizce olup, derslerde izleyerek değil yaparak öğren stratejisi

Tablo 1. Rüzgar Enerjisi Yüksek Lisans Programında Verilen Genel Yeterlik Dersleri

Ders Adı	ECTS Kredisi
Mikrokontrol Programlama	5
Yüksek Gerilim Mühendisliği	10
Rüzgar Türbini Ölçüm Teknikleri	10
Rüzgar Türbini Tasarımı	10
Rüzgar Türbini Teknolojileri ve Aerodinamik	5
Uygulamalı CFD	10
İleri Akışkanlar Mekaniği	10
Teknoloji, Ekonomi, Yönetim ve Organizasyon	10
Rüzgar Çiftliklerinin Planlanması ve Geliştirilmesi	5
Rüzgar Enerjisi Mikrometeorolojisine Giriş	5

hakimdir. Öğrenciler aldıkları teorik bilgileri zaman kaybetmeden gün içerisinde ders saatlerinde ayrılmış olan egzersiz zamanlarında bilgisayar ya da laboratuvar ortamında gruplar halinde pratiğe dökmektedirler. Egzersiz için ayrılan zamanlarda öğrencilere profesörlerle birlikte daha çok doktorasını yapan öğretici asistanlar yardımcı olmakta, öğrencilerin takıldıkları ya da anlamadıkları noktaları açıklamaktadırlar. Egzersizlerin gruplar halinde yapılması öğrencilere uluslararası ortamda ve grup halinde çalışma disiplini de kazandırmaktadır.

Rüzgar enerjisi yüksek lisans programında makine ve elektrik mühendisliği olmak üzere iki ayrı alan vardır. Öğrenciler aldıkları derslerle disiplinler arası çalışmalar da yapabilmektedir.

Programa aşağıdaki lisans eğitimi almış öğrenciler başvurabilir:

- Makine mühendisliği
- Elektrik mühendisliği
- Fizik ve Nanoteknoloji
- Bilişim ve İletişim Teknolojisi
- İnşaat mühendisliği

Rüzgar enerjisi yüksek lisans programında verilen genel yeterlik dersleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 2. Rüzgar Enerjisi Yüksek Lisans Programında Elektrik Mühendisliği Kapsamında Verilen Teknolojik Uzmanlaşma Dersleri

Ders Adı	ECTS Kredisi
Güç Sistemleri İşlemleri	5
Hesaplamalı Elektrik Enerjisi Sistemleri	5
Elektrik Sistemlerinde Kararlılık ve Kontrol	10
Yüksek Güç Elektroniği	10
Elektrik Makineleri	5
Rüzgar Enerjisinin Şebekeye Entegrasyonu	5

Tablo 3. Rüzgar Enerjisi Yüksek Lisans Programında Makine Mühendisliği Kapsamında Verilen Teknolojik Uzmanlaşma Dersleri

Ders Adı	ECTS Kredisi
Türbülans Teorisi	7.5
Yapı Dinamiği: Teori ve Analiz	7.5
Lineer ve Non-lineer Dalga Dinamiği	10
Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD)	10
Rüzgar Türbini Aeroelastisitesi Projesi	10
Makine Dinamiği	5
Sonlu Elemanlar Yönteminde Programlama	10
Laminat ve Sandviç Yapılar	10
Deneysel Akışkanlar Mekaniği	5
Rüzgar Türbinlerinin Aeroelastik Tasarımı	10

Programın elektrik mühendisliği kapsamında verilen teknolojik uzmanlaşma dersleri Tablo 2'de verilmiştir.

Programın makine mühendisliği kapsamında verilen teknolojik uzmanlaşma dersleri Tablo 3'te verilmiştir.

Öğrencilerin Rüzgar Enerjisi Yüksek

Mühendisi olabilmeleri için aşağıdaki koşulları sağlamaları gerekmektedir:

- Genel yeterlik derslerinden 30 kredi-lik ders alıp başarılı olmak.
- Teknolojik uzmanlaşma derslerinden en az 30 kredilik ders alıp başarılı olmak.

- Rüzgar Enerjisi kapsamında 30 kredilik bir tez yazıp başarılı olmak.
- DTU ya da başka bir üniversitede verilen ileri düzeydeki seçmeli derslerden öğrenim süreci boyunca elde edilen dersleri 120 krediye tamamlayacak kadar yeterli ders alıp başarılı olmak.

5. SONUÇ

Danimarka yenilenebilir enerji türlerinden biri olan rüzgar enerjisi alanında şu anda dünyada en iyi teknoloji ve bilgi birikimine sahip olan ülke konumundadır. Şu anda elektrik enerjisinin %28'ini rüzgar enerjisinden elde eden Danimarka 2050 yılında enerjisinin tamamını yenilenebilir enerji kaynaklarından elde etmeyi hedeflemektedir. Dünyada yenilenebilir enerji kaynakları konusundaki araştırma çalışmaları giderek hız kazanmaktadır. Danimarka Teknik Üniversitesi Rüzgar Enerjisi Yüksek Lisans Programı bu konuda kendisini geliştirmek isteyen öğrenciler için alanında en iyi kurumlardan birisidir. Ülkemizin de rüzgar enerjisi potansiyeli oldukça fazla olup, ileriki yıllarda bu konuda yetişmiş nitelikli elemanlara ihtiyaç duyulacaktır.

KAYNAKÇA

1. Erdoğdu, E. 2009. "On the Wind Energy in Turkey," Renew Sust Energy Rev, 13:1361-1371.
2. Korukçu, M.Ö., Kılıç, M. 2011. "Bursa'da Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı," Rüzgar Enerjisi ve Türbinleri Yerel Sempozyumu, Gönen-Bandırma, 19-24.
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power_in_Denmark
4. http://en.wikipedia.org/wiki/Education_in_Denmark
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Technical_University_of_Denmark
6. <http://shb.dtu.dk/default>.