1.2MW RÜZGAR TÜRBİNİ KANADININ AERODİNAMİK OPTİMİZASYONU

Oğuzhan GEDİK[1] , Ayşegül AKDOĞAN EKER[1] , Cihan DEMİR[1]

[1]*Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul / Türkiye*

Öz: Giriş: Dünya üzerinde her gün gittikçe artan enerji ihtiyacını karşılamak için çeşitli enerji kaynaklarına başvurulmaktadır. Bu kaynaklar çeşitlilik arz etmekle birlikte, son dönemin önemli meselelerinden olan karbon salınımı, sera gazı gibi etkenler kullanılması planlanan enerji kaynaklarının seçiminde ön plana çıkmakta, bu durum da temiz enerji ve yenilenebilir enerji kaynakları gibi kavramları öne çıkmaktadır. Rüzgar enerjisi de belirtilen bu kaynaklar arasında yerini almakta ve hatta önemli bir çoğunluğa hakim olmaktadır. Rüzgar enerjisinden enerji üretimi konusunda birçok rüzgar türbini çeşidi bulunmaktadır, bunların arasında en çok bilineni üç kanatlı konvansiyonel tip denilen ve kanat boyutlarının üreteceği enerjiye bağlı olarak değişkenlik gösterdiği yatay eksen rüzgar türbinleridir. Enerji kaynakları açısından incelendiğinde yüksek miktarda rüzgar enerjisi potansiyelini bünyesinde barındıran ülkemizde, kullanım oranları halen istenilen seviyeye ulaşmamıştır. Bu durum diğer enerji kaynaklarında da göz önüne çıkmaktadır. Ülkemizde üretilen enerjinin büyük çoğunluğu fosil yakıtlardan ve doğalgazdan karşılanmaktadır bu da başlangıçta bahsedilen temiz enerji, sera gazı gibi kavramların önemini tekrar gündeme getirmekle birlikte enerjide dışa bağımlılık kavramını gün yüzüne çıkarmaktadır. Ülkemizin enerji de dışa bağımlılığını azalmak ve kendimize ait katma değeri yüksek teknolojik ürünler ortaya çıkarmak her ülke bireyinin önemli vazifeleri arasına girmektedir. Bu kapsam da yapılan çalışma, rüzgar türbini tasarımı ve imalatını yerlileştirmenin yanı sıra hem ülke olarak enerji alanında dışa bağımlılığımızı azaltmak hem de cari açığın kapatılması konusunda da bir adım olacaktır. **Amaç:** Çalışmanın amacı aerodinamik performans açısından ülkemizin rüzgar koşullarında yüksek verimle çalışabilen 1.2 MW yatay eksen rüzgar türbini kanadının tasarımı ve prototip imalatının yapılmasıdır. **Kapsam:** Çalışma da 10m/s referans rüzgar hızında 1.2MW nominal güce ulaşması istenen rüzgar türbininin kanat tasarımını esas almıştır. Aerodinamik açıdan optimize edilmiş rüzgar türbini kanadı tasarımı için sırasıyla, kanat element momentum teorisi (BEM) çalışmaları yapılmış devamında, hesaplamalı akışkanlar dinamiği analiz çalışmaları ile amaçlanan sonuç elde edilmiştir. Sonlu elemanlar yöntemleri yardımları ile yapısal analizler gerçekleştirilmiş ve aerodinamik açıdan optimize olacak şekilde tasarlanmış rüzgar türbini kanadının mukavemet açısından da hasara uğramadan çalışabilmesi için hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizlerinde kanat üzerine en fazla yük getiren yükleme koşulu referans alınarak kompozit malzeme optimizasyonu çalışması gerçekleştirilmiş ve bu sınır şartları altında en hafif tasarım elde edilmiştir. **Sınırlıklar:** Rüzgar türbini kanadının aerodinamik optimizasyonu sırasında çok sayıda alternatif türetilmiştir. Alternatifleri az sayıya indirebilmek için öncelikle hızlı ama düşük doğruluğa sahip bir çözümleme yöntemi olan kanat eleman momentum modeli, sonrasında ise yüksek doğruluğa sahip ama yavaş bir yöntem olan hesaplamalı akışkanlar dinamiği çözümlemeleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, söz konusu kanat boyutlarının büyük ve üretim maliyetinin yüksek olması deneysel çalışma konusunda sorun teşkil etmektedir. Bu sebepten ötürü aerodinamik açıdan optimize edilmiş rüzgar türbini kanat alternatiflerini en az sayıya hatta tek sayıya indirene kadar sayısal analiz yöntemleri kullanılmaktadır.

Yöntem: Çalışma da kanat tasarımını belirlemek üzere yatay eksen rüzgar türbini aerodinamiği çalışılmıştır. Rüzgar enerjisinin kullanışlı enerjiye dönüşümü; kinetik enerjinin rüzgardan alınıp rotor ekseninde mekanik enerjiye dönüşümü ve kullanışlı enerjiye dönüşümü olmak üzere iki aşamada gerçekleşmektedir. Çalışma, birincil aşama olan rüzgardan, kinetik enerjinin elde edilmesini kapsamaktadır. Temel tasarım parametreleri olan rotor çapı, nominal güç, referans rüzgar hızı, kanat ucu hızının rüzgar hızına oranı (TSR) gibi bilgiler kullanılarak, kanat eleman momentum teorisi doğrultusunda rotor performansını en uygun hale getirmek için bir matematik modeli rüzgar türbini kanat tasarımı aerodinamiği için incelenmiştir. Kanat profil seçimi, burulma açısı ve veter uzunluğu optimizasyonu gibi konular ele alınmış ve kanat ucu kayıp faktörleri irdelenmiştir.. Kanat profili parametreleri Drela'nın yöntemi ile hesaplanmış ve Viterna ile Montgomerie extrapolasyon yöntemleri kullanılarak parametrelerin ekstrapolasyonu yapılmıştır. Belirlenen hızdan sonrası sabit bir güç değeri sağlamak üzere rüzgar türbini kontrol sistemleri hesaba katılmış ve rotorun etrafındaki akışın analizi için hesaplamalı akışkanlar dinamiği çözümlemeleri kullanılmıştır. **Sonuç:** Çalışmanın sonucunda; birbiriyle uygun olarak çalışabilen farklı airfoil ailelerinin optimum verim ve optimum burulma açısı ile çalıştığı 1.2 MW rüzgar türbini kanat tasarımı yapılmış ve bu tasarımın ortaya çıkması esnasında izlenen adımlar belirtilmiştir. Farklı rüzgar hızlarında hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerin sonucu, kanat element momentum teorisini baz alan matematik modelinin sonuçları ile karşılaştırılmış ve aradaki farkın kabul edilebilir bir seviyede olduğu görülmüştür. Tasarlanan çok sayıda kanattan en iyi güç üretimine sahip üç adet kanat seçilerek, Weibull dağılımındaki veriler ile bu kanatların belirli coğrafi bölgelerdeki enerji üretim miktarları simüle edilmiş ve en fazla enerji üretimini gerçekleştiren kanat tasarımı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Temiz Enerji, Yenilenebilir Enerji, Rüzgar Türbini, Kanat, Aerodinamik Verim

Yazar Notu: Bu çalışma Prof. Dr. Ayşegül AKDOĞAN EKER tarafından danışmanlığı yapılan Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği "Fen Bilimleri Enstitüsü"nde yapılmış/yayınlanmış Oğuzhan GEDİK'in 1.2MW Rüzgar Türbini Kanadının Aerodinamik Optimizasyonu ve Kompozit Malzeme Optimizasyonu " Konu Başlıklı, Yüksek Lisans Tez çalışmasından türetilmiştir.