

RÜZGAR TÜRBİNLERİ ROTOR KANATLARININ ÜRETİMİ VE BELGELENDİRİLMESİ

Emel BİLLUR¹

Esen ÇEVİK¹

Levend PARNAS²

Bora BALYA¹

Fikret ŞENEL¹

¹Barış Elektrik Endüstrisi A.Ş. , P.K.709, 06044, Akyurt, Ankara

²Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Makina Müh. Böl. , 06531, Ankara

¹e-posta: baris@bariselektrik.com.tr

²e-posta: parnas@metu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Kompozit, Rüzgâr Türbini Kanatlarının Üretimi ve Belgeleştirilmesi

ABSTRACT

In this paper, production and certification of wind turbine blades, as well as the capacity of BARIŞ Elektrik Endüstrisi A.Ş. in production of wind turbine blades are presented. In the introduction part, short information on the content of this paper is introduced. In the second part, state of the art wind turbine blade manufacturing techniques, their advantages and disadvantages are given. In the final part, the importance of the implementation of domestic sources more effectively into wind turbine blade manufacturing is presented.

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, rüzgâr türbini kanatlarının üretimi, belgeleştirilmesi ve BARIŞ Elektrik Endüstrisi A.Ş.'nin bünyesinde rüzgâr türbini kanatlarının nasıl üretilebileceği anlatılmıştır. Bildirinin ilk bölümünde, kompozit malzemeler hakkında kısa bilgiler sunulmuştur. Bildirinin ikinci bölümünde, günümüzde rüzgâr türbinlerinin kanatlarının üretiminde kullanılan teknikler, bunların avantajları ve dezavantajları sunulmuştur. Bildirinin üçüncü bölümünde kanat sertifikasyonu konusunda açıklamalar yapılmıştır.

2. KOMPOZİT MALZEMELER

Kompozit malzemeler iki veya daha fazla malzemenin bir arada kullanılmasıyla ortaya çıkarılan yeni malzemelerdir. Kompozit malzemeler kendilerini oluşturan malzemelerin üstün özelliklerini bir araya getirerek kendisini oluşturan malzemelerden daha üstün bileşenler oluştururlar. [1]

Kompozit malzemeler, geniş bir yelpazedeki ham maddeler ve farklı üretim yöntemleri ile tam olarak istenen özelliklerde malzemelerin elde edilmesine izin

vermektedir. Tasarım sırasında ürünün teknik gereklerinin belirlenmesiyle beraber malzemenin gerekleri de ortaya çıkar. Bu aşamada kullanılacak üretim yöntemleri ile birlikte gerekli malzemeler de seçilerek kompozit teknolojisi ürüne uygulanır. Ortaya çıkan sonuç; istenen özelliklere sahip, hafif ve dayanıklı yapılar olmaktadır.

Bütün yenilenebilir enerji kaynaklarının (gelgit ve jeotermal hariç) temelinde güneşin gezegenimize radyasyon vasıtası ile her saat ulaştırdığı yaklaşık 174,423,000,000,000 kW saat enerji bulunmaktadır. Bu enerjinin yaklaşık yüzde 1-2'si atmosferde rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. [2] Bu dönüşümden oluşan enerjinin ne kadar büyük olduğunu daha iyi anlatmak için Türkiye'nin kurulu gücünün kırk bin katından daha fazla olduğunu söylenebilir.

Günümüzde yaygınlığı hızla artan rüzgâr türbinlerindeki NASEL (Makine Dairesi), kanatlar ve pervane konisi kompozit malzemeler kullanılarak üretilebilmektedir.

Kompozit malzemelerde ürün tasarımı ve üretim yönteminin belirlenmesi birbiri ile ilişkili süreçlerdir.

3.RÜZGÂR TÜRBİNİ KANAT ÜRETİMİ VE BELGELENDİRİLMESİ

Ünlü Alman bilim adamı Albert Betz'in 1919 yılında geliştirdiği Betz yasasına göre türbinden geçen rüzgârda bulunan potansiyel enerjinin %59,3'ünden fazlası hiçbir türbin tarafından toplanamaz.[11]

Türbinlerdeki en önemli verim kaybı rotorlarda yaşanmaktadır. Günümüzde rüzgâr türbini rotorlarının verimliliği ortalama % 70 - 80 civarındadır. Bir rüzgâr türbininden elde edilebilecek güç türbinin kanatların boylarının karesi ile doğru orantılıdır.[11]

En ilkel rüzgâr türbinlerinden beri pervaneler ve kanatlar üzerinde iyileştirme çalışmaları devam etmektedir. Günümüzde ileri kompozit uygulamalarının izin verdiği ölçüde hafif ve yüksek mukavemete sahip kanatlar üretilebilmektedir.

Risø DTU Ulusal Sürdürülebilir Enerji Laboratuvarı'ndan verilen bilgilere dayanarak; kanat boyunu yaklaşık olarak pervane çapının yarısı olarak varsaydığımızda Tablo-1'de de görülebildiği gibi 2-3MW'lık güç çıkışları için 40-50m gibi kanat boyları ile karşılaşmaktayız.

Türbin Güç Çıkışı	Göbek Yüksekliği	Pervane Çapı	Pervane Alt Uç Yüksekliği	Pervane Üst Uç Yüksekliği
2 MW	70 m	80 m	30 m	110 m
5 MW	110 m	124 m	48 m	172 m
8 MW	140 m	160 m	60 m	220 m
12 MW	170 m	190 m	75 m	265 m

Tablo-1. Güç Çıkışlarına Göre Genel Rüzgâr Türbini Boyutları [3]

Günümüz şartlarında türbin kanatlarını boylarına göre gruplandırarak olursak; 40m altında olanlar, 40-60m arasında olanlar ve 60m'den daha uzun olanlar olmak üzere üç farklı gruptan bahsetmek uygundur. Kanatların üretim yöntemleri ve üretimde kullanılacak malzeme seçimleri genellikle kanat boylarına göre farklılıklar göstermektedir.

Malzeme seçiminde, cam kumaşlar yerine karbon kumaşların kullanımı kanatları hafifletmesine rağmen maliyetleri oldukça artırmaktadır. Toplam üretim süresinin maliyet üzerindeki yoğun etkisi düşünüldüğünde, daha kısa üretim sürelerinin elde edilebilmesi için daha kısa sürede üretime imkan veren farklı reçine sistemleri seçilebilir. Ancak, üretim sırasında kısa katılaşma sürelerine sahip reçine sistemleri kullanıldığında fiberlerin ıslanması tamamlanmadan reçinenin katılaşması gibi riskler doğmaktadır. Bu tür kritik seçimlerin yapılması kompozit üretimi konusunda deneyim gerektirmektedir.

Maliyet etkin kanat üretimi isteği cam elyaf dokuma kumaşların kullanımının karbon kumaşlara göre daha yaygın olmasına neden olmuştur. Ancak, rüzgâr türbini kanatlarının üretimi için özel olarak tasarlanmış cam-karbon hibrit -melez- kumaşların ticari ürün haline gelmesi, kanat üretiminde farklı malzeme tercihlerinin yapılabilmesine imkan sağlamıştır. Rüzgâr türbinlerinin kanatlarının üretiminde kanatların boyutları ve yüksek teknolojileri dolayısıyla ortaya çıkan büyük risklerin azaltılması, türbin üretimi alanında dünya lideri olan şirketler tarafından tasarlanan ve test edilmiş, lisansları alınmış kanatların üretime alınması ile sağlanabilir.

Kanatların üretiminde genel olarak kullanılan yöntemler; El yatırması, Reçine Transferi ile Kalıplama (RTM), Vakumla Desteklenmiş Reçine Transferi ile Kalıplama (VaRTM), vakum infüzyon, prepreg kumaş kullanımı ve sargı tekniği olarak sıralanabilir.

Filaman sargı yaygın olarak kullanılan bir üretim tekniği değildir. Prepreg kumaşlar ile üretim maliyetleri diğerlerine göre oldukça yüksektir. Kanatların elle yatırma yöntemi ile üretilmesi durumunda reçinenin fiberlere oranı görece yüksek kalacağından kanatların ağırlığı diğer üretim yöntemleri ile üretilmiş kanatlardan daha fazla olacaktır.

Diğer üretim teknikleri birbirlerine benzer üretim teknikleridir. Günümüzde özellikle emisyon oranlarının düşürülmesi amacı ile bunların arasından Vakum İnfüzyon ve VaRTM yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Rüzgâr türbini kanadı üretiminde dünya lideri olan LM Glasfiber şirketi 1997 yılından bu yana VaRTM yöntemini kullanmaktadır. [4]

VaRTM (vakumla desteklenmiş reçine transferi yöntemi, Bkz. Resim 2) RTM'e, yani diğer adıyla reçine transferi ile kalıplama yöntemine benzerdir. Fiberlerin reçineye oranının yüksek olduğu bu yöntemle üründe boşluk kalma sorunu azaltılmış olur. Ayrıca zararlı ve uçucu kimyasalların yaratabileceği tehlikeler de en aza indirilmiş olmaktadır. Basınçtan kaynaklanan yüklemelerin az oluşu sayesinde üretim tekniğinin gerektirdiği kalıplar yüksek basınç isteyen uygulamalardakine göre daha kolay üretilebilir olmaktadır. Dolayısıyla üretim için gerekli donanım yatırımı maliyetleri düşmektedir. Genel olarak bakıldığında, bu üretim yöntemleri arasında büyük parçalar üretmek için özellikle VaRTM uygun bir yöntem olarak göze çarpmaktadır. [5]

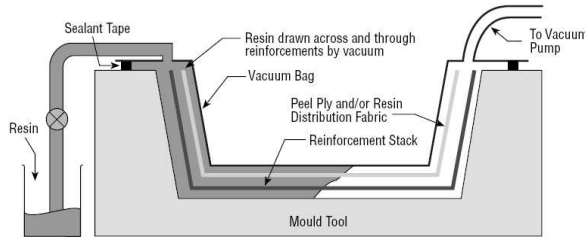
VaRTM yönteminde kullanılacak reçinenin düşük akışkanlık direncine -low viscosity- sahip olması gerekmektedir. Bu durum ürünün mekanik özelliklerine yansır. Tek taraflı kalıp kullanılması ürün maliyetini düşürmesine rağmen ürünün bir yüzünün yüzey kalitesi düşük çıkmaktadır [6]. Ancak bu durum rüzgâr türbinlerinin kanatlarının üretiminde sorun teşkil etmemektedir. Çünkü, kanatların dışa bakan yüzleri üretim sırasında kalıba temas eden taraf olacak şekilde üretilmektedir. Yüzey kalitesi kötü çıkan kısımlar kanadın içinde kaldığı için sorun olmamaktadır. Aşağıdaki Resim 1'de kanadın iki parçasının nasıl birleştirildiği gösterilmektedir.



Resim 1, Rüzgar Türbini Kanat Birleşimi [7]

Basınç olarak sadece atmosfer basıncı kullanıldığı için bu üretim yönteminde fiberlerin oranı sınırlı olarak arttırılabilmektedir. Üretim sırasında ürün boyunca reçine ilerlemesindeki farklılıklardan ve oluşan bölgesel düşük basınçtan kaynaklanan farklı reçine oranları üründe bölgesel olarak farklı mekanik özelliklere yol açabilmektedir. [8]

Burada en önemli konu aynı hattan çıkan ürünlerin mekanik özelliklerinin aynı olmasını, ürünlerin kendi içlerinde bölgesel olarak belirgin farklı mekanik özelliklere sahip olmasını engellemektir. Bu ancak reçine beslemelerini, reçine hatlarını ve vakum hatlarını doğru yerleştirmek ve üretimi doğru işlem değerleri, üretim ortamı, malzemeler, vs. kullanarak yapabilmekle sağlanabilir. Bütün bu düzenlemeler ancak kompozit üretimine hakim ve deneyimli işletmeler tarafından yapılabilir. BARIŞ Elektrik Endüstrisi A.Ş. uzun kompozit geçmişinde kazandığı yeterliliği ile rüzgar türbini kanat üretimini stratejik hedefleri arasında görmektedir.

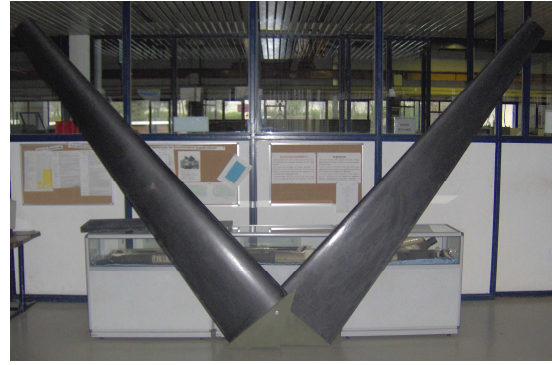


Resim 2, VaRTM - vakumla desteklenmiş reçine transferi yönteminin şematik gösterimi. [5],[9]

RTM yöntemine benzer olarak, VaRTM yönteminde kalıp yüzeyine yatırılan kumaşların üzerine sırasıyla sökme kumaşı ve reçine akış hattı yerleştirilir. Ana reçine dağıtım hattı da döşendikten sonra vakum naylonu ile kaplanan sisteme vakum uygulanır. Bu yöntemin bir avantajı da reçinenin sisteme vermesinden önce olası vakum kaçaklarının tespit edilebilmesi için bütün sistemin vakuma alınarak test edilebilmesidir. Eğer sistemde ,kaçak yoksa, reçine ortamdaki atmosfer basıncının ve sistemin vakum hattından gelen negatif basıncın etkisi ile sisteme verilir.[10]

Rüzgar türbini kanatlarının üretiminde önceden şekillendirilmiş kumaşlara reçine verilerek bir defada kanat üretimi sonlandırılabilir. Ancak, BARIŞ Elektrik Endüstrisi A.Ş.'nin tercih ettiği üretim yöntemi olarak; iki parçalı olarak üretilmiş kanadın dış geometrisinin Resim 1’de görüldüğü gibi sonradan iç malzemeler ile yapıştırılması da uygundur.

BARIŞ Endüstrisi A.Ş. bünyesinde RTM – reçine transferi ile kalıplama yöntemini çeşitleri kanat üretimlerinde ve farklı projelerde kullanmıştır. Resim 3, 4 ve 5’de bu örneklerden üçü görülmektedir.



Resim 3: Örnek 1; İHA Prototip Kanat Üretimi- Üretim Tekniği: Vakum Paketleme Malzeme: Karbon Epoksi



Resim 4: Örnek 2; TIGER Çapraz Kanat Destek Parçası Üretim Tekniği: RTM Malzeme: Karbon-Epoksi



Resim 5: Örnek 3; TR122 ÇNRA Füze Kanatçığı
Üretim Tekniği: VaRTM Malzeme: Karbon Epoksi

4. BELGELENDİRME

Türbinler ile ilgili belgelendirmeler ülkemizde Türk Loydu, MEYER Temsilcilik ve Kontrol Hizmetleri Ltd. Şti, SGS Grup gibi kurumlarca yapılmaktadır. Uluslararası olarak belgelendirme hizmeti başlıca Bureau Veritas, Det Norske Veritas, Risø DTU Ulusal Sürdürülebilir Enerji Laboratuvarı ve Alman Loydu gibi kurumlarca yapılmaktadır. Bunlardan Alman Loydu; kendisi, Windtes ve Helimax kurumları ile oluşturduğu grup üzerinden ilgili belgelendirmeleri yapmaktadır.

Rüzgar türbinlerinin belgelendirilmesi ve test edilmesi sırasında kullanılan standartlardan bazıları şöyledir:

- JB/T 10194-2000
- IEC TS 61400-23 2001

TSE yaptığı çalışmalar ile standart çevirim işlemlerini sürdürmektedir. TSE'ye ait TS EN 61400 serisindeki standartlar rüzgar türbinleri ile ilgili konuları hedeflemektedir.

5. SONUÇ

Rüzgâr türbinlerinin kanatlarının üretimi konusunda ülkemizin kaynaklarını ön plana çıkarılması önümüzdeki yıllarda olumlu etkiler bırakacaktır. Başta kanatlar olmak üzere rüzgar türbinlerinin Türkiye'de üretilen her parçası maliyet açısından rekabetçi olacağı gibi lojistik olarak da birçok önemli avantaj sağlayacaktır. Yerli üretim aynı zamanda rüzgar enerjisi kullanımının Türkiye'deki yayılma hızını artıracaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Mechanics of Composite Materials, 2nd Edition, Robert M. Jones, 1999
- [2] <http://www.windpower.org/>
- [3] http://www.risoe.dtu.dk/Research/sustainable_energy/wind_energy/projects/12MW.aspx
- [4] <http://www.lmglassfiber.com/>
- [5] S.W. Beckwith and C.R. Hyland, *Resin transfer molding: A decade of technology advances*. SAMPE Journal, 1998. **34**(6): p. 7-19
- [6] W. Li, J. Krehl, J. W. Gillespie, et al., *Process and performance evaluation of the Vacuum-Assisted Process*. Journal of Composite Materials, 2004. **38**(20): p. 1803-1814
- [7] <http://www.compositesworld.com/>
- [8] W. Li, J. Krehl, J. W. Gillespie, et al., *Process and performance evaluation of the Vacuum-Assisted Process*. Journal of Composite Materials, 2004. **38**(20): p. 1803-1814
- [9] *Guide to Composite Materials*, in Composite Engineering Materials. SP Systems, 2000
- [10] A.O. Miskbay, *Process Characterization of Composite Structures Manufactured Using Resin Impregnation Techniques*. Yüksek Lisans Tezi, Makina Müh. Böl., ODTÜ, Ağustos 2008
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Betz'_law