

RÜZGAR EKONOMİSİ

Anıl Güneyli

Berdan Cıvata A.Ş.

anilguneyli@hotmail.com; anil.guneyli@berdancivata.com

ÖZET

Sanayileşme, bir bölgede sanayi etkinliklerini ön plana çıkarmak için yapılan sosyal, ekonomik ve mühendisliğe ilişkin çalışmaların tümü olarak tanımlanmaktadır. Günümüz dünyasında gelişmiş ülkelerin aynı zamanda sanayileşmiş ülkeler olmaları, ekonomik gelişme ile sanayileşme arasında yadsınamaz bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Dünyada 1800'lerin sonlarında başlayıp günümüze kadar süre gelen sanayi hamlelerinde ülkemiz kendine yer bulmakta zorlanmış ve bu sanayileşme hamlelerini kaldıraç olarak kullanamamıştır.

Dünyada artan enerji ihtiyacına karşılık yenilenebilir enerjinin özellikle rüzgar enerjisi potansiyelinin henüz %1'i kullanılmaktadır ve kalanı için gerekli doğrudan yatırım tutarı yaklaşık 42trilyon \$ (usd)'dır. Hal böyleyken Türkiye olarak küresel pazara milli rüzgar türbini markası çıkartmak için geç kalmış sayılmayız.

Rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üretimi gerçekleştiren ana araç rüzgar türbinleridir. Rüzgar türbini; kule, rotor, nacelle adı verilen üç ana bileşen ve bunların alt bileşenleri dahil toplamda 6000'in üzerinde bileşenden oluşmaktadır. Nacelle adı verilen, elektriği üreten jeneratör bölümü bir türbinin yaklaşık %70 maliyetini teşkil eder. Bazı parçaları hariç henüz nacelle bölümü ülkemizde üretilmemektedir.

Tamamen yerli rüzgar türbin tasarımı ve imalatı; Türkiye'nin 1800'lerden beri gerçekleştiremediği sanayi hamlesi ve buna bağlı ekonomik kalkınma için bulunmaz bir fırsattır. Ülkemizde türbinin tüm bileşenlerini üretmek için gerekli sınav ve beşeri kabiliyet mevcuttur.

1. SANAYİLEŞME SÜRECİ VE MARKA KAVRAMI

Sanayi devrimiyle büyük bir değişime giren dünya, ekonomik olarak hızlı bir gelişme süreci yaşamıştır. Ekonominin ana kollarından olan sanayi ile birlikte özellikle doğada bulunan hammaddeler değerlendirilmeye ve şekillenmeye başlamış, sanayi yatırımları ve faaliyetleri artmıştır. İçinde bulunduğumuz zamanda ekonomik, sosyal, kültürel ve teknolojik alanda meydana gelen değişim ve gelişimler pazarların küreselleşmesine neden olmuş ve zamanla mesafe kavramını ortadan kaldırmıştır. Küreselleşme olgusunun her geçen gün önem kazandığı günümüz dünyasında gerek firmalar gerekse ülkeler kıyasıya rekabet halindedir. Küreselleşen pazarlardan pay alma ve kazanç artırma çabası arttıkça rekabet de artmaktadır.

Günümüzde gittikçe ağırlaşan rekabet koşulları ve değişen tüketim kalıpları uluslararası arenada yer almak isteyen ülkeler ve işletmeleri, daha fazla katma değer ve daha fazla pazar payı anlamına gelen güçlü markalar yaratmaya zorlamaktadır. Güçlü bir marka ülkenin çok yönlü zenginliğinde büyük bir etkidir. Markalar ülke ekonomisinin kalkınmasında büyük bir rol oynamaktadırlar. Bir ülkenin küreselleşmiş markaları o ülkenin gücüdür. Küreselleşmenin ve rekabetin etkisiyle büyük şirketler küçük şirketlerin zayıflamasına hatta yok olmalarına sebep olmaktadır. Bu rekabetten kazançlı çıkabilmek için markalaşmak en büyük çözümlerden biri olarak gözükmektedir. Çünkü; marka, yüksek pazar payı, yüksek satış ve kar anlamı taşımaktadır ki, markanın ekonomi üzerindeki etkisi ile kastedilmek istenen budur. Bugün dünyada büyük şirketlere baktığımız zaman marka değerlerinin milyarlarca dolar tutarında olduğunu görmekteyiz, bazı markaların değerinin pek çok ülkenin ticaret hacminden daha fazla

olduğunu söyleyebiliriz. Pek çok tanınmış markaya sahip olan ülkenin de, dünya ekonomisinde söz sahibi olduğu aşîkârdır. Güçlü bir ülke markası, ülke hasılasının artmasına yardımcı olur; yatırım, yetenekli ve donanımlı kişileri ülkeye çeker ve turizm açısından da rekabette avantaj sağlar. Ülke marka değeri arttıkça, ülke imajı güçlenir, ülkeye karşı oluşan güven artar, hem yerli yatırımlar, hem de doğrudan yabancı yatırımlar artar. Yani, ekonomi ve ülke marka değerleri birbirleriyle daima doğru orantılı ilişki içindedirler.

1.2.TÜRKİYEDEKİ SANAYİLEŞME SÜRECİNE GENEL BİR BAKIŞ

Cumhuriyetin kuruluşu ile başlayan yılların ana sorunu toplumun değişik kesimleri arasında dayanışmayı sağlamak, birçok özveri ve bedel karşılığında sağlanan siyasal bağımsızlığı ekonomik bağımsızlıkla taçlandırmaktır. Bunu sağlamanın yolu da yerli sanayi kurmak ve geliştirmekten geçmektedir.

Cumhuriyet ilan edilmeden önce, Şubat 1923'de, takip edilecek iktisat politikasının tespit edilmesi ve iktisadi kalkınma hamlesinin tüm toplumun katılımı ile başlatılması için İzmir İktisat Kongresi (İİK) toplanmıştır. Cumhuriyet kadrosunun iktisadi gelişmeden anladığı sanayileşme olmuştur. Başka bir deyişle, birinci ana hedef sanayileşmedir. Ekonominin tüm kesimlerine önem verilmesi gerektiği fakat sanayileşme olmadan iktisadi gelişmenin gerçekleştirilmeyeceği anlaşılmıştır. Cumhuriyetin ilk on yılı, ekonomik onarım ve kurumların oluşturulması dönemi olmuştur. 1950, 1980 ve 2000 yılları sonrası ülkemizde sanayi gelişerek farklı boyut kazanmaya başlasa da henüz dünya arenasında söz sahibi olabilmemiş değiliz. Araştırmalara göre Türkiye, kat ettiği önemli mesafelere rağmen, henüz gelişmekte olan ülkeler kategorisinde algılanmaktadır.

2.TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ RÜZGAR ENERJİSİ GENEL DURUMU

Dünya nüfusundaki hızlı artış, sanayileşme, teknolojik araç ve gereçlerin insan yaşamında yoğun bir şekilde yer alması, enerji tüketiminin çok hızlı artmasına sebep olmaktadır. Fabrikalar, atölyeler, evdeki elektronik araçlar, sokak aydınlatmaları, demiryolu taşımacılığı, hatta elektrikle çalışan otomobiller gibi birçok alanda enerji, temel girdi haline gelmiştir. Bütün bu gelişmeler, enerji tüketimini her yıl ortalama %4-5 oranında arttırmaktadır.

Enerji üretiminde yaygın olarak kullanılan fosil yakıt rezervlerinin (kömür, petrol ve doğalgaz) azalması, fosil yakıtların işlenmesi için daha derinlere inilme zorunluluğunu getirmiştir. Fosil yakıtlar üzerine yapılan araştırmalar neticesinde, dünyadaki enerji tüketim hızı fosil yakıtların oluşum hızının 300 bin katına eşit olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle, bir günde yaklaşık bin yıllık fosil yakıt oluşumu tüketilmektedir. Bu durum, fosil yakıt rezervlerinin giderek tükeneceğinin bir göstergesi olup, enerji ihtiyacı duyan ülkeleri de yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmektedir.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından, rüzgâr enerjisi kullanımının bazı avantajları mevcuttur. Rüzgâr enerjisi, yenilenebilir özelliğe sahip, taşıma sorunu bulunmayan ve enerji üretimi için çok yüksek teknoloji gerektirmeyen bir enerji kaynağıdır. Ayrıca, bu enerji kaynağı atmosferde serbest ve bol bir şekilde bulunmakta ve çevre kirliliği oluşturmamaktadır. Güneş ve dünya var olduğu sürece var olacak rüzgâr enerjisinden yararlanmak için başka bir enerji şekline dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için rüzgâr türbinlerinden faydalanılmaktadır. Rüzgâr türbinleri, rüzgârın kinetik enerjisinden elektrik enerjisi üretmek amacıyla kullanılmaktadır. Son yıllarda rüzgâr türbin teknolojisinde meydana gelen gelişmeler (türbin çeşitleri, türbin yükseklikleri vb.) rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretim maliyetini düşürerek rüzgâr enerjisini fosil yakıt rezervleriyle rekabet edebilir bir duruma getirmiştir. Bu sebeple, birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke, rüzgâr gücünden elektrik enerjisi üretme çalışmalarını devlet politikası haline getirerek her aşamada desteklemektedir.

2.1.DÜNYADAKİ RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KURULU GÜCÜ

Rüzgâr enerjisi, kullanımı giderek artan ve potansiyeli yeni keşfedilmiş tükenmez bir enerji kaynağıdır. Dünya rüzgâr enerji potansiyelini belirleyebilmek amacıyla Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalarda, 5.1 m/s üzerinde rüzgâr kapasitesine sahip bölgelerin, uygulamaya dönük ve toplumsal kısıtlar nedeni ile %4'ünün kullanılacağı öngörüsüne dayanarak, dünya teknik rüzgâr potansiyeli 53000 TWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Rüzgâr enerji potansiyeli yüksek olan kıtalar/bölgeler sırasıyla; Kuzey Amerika (14000TWh/yıl), Doğu Avrupa ve Rusya (10600 TWh/yıl), Afrika (10600 TWh/yıl), Güney Amerika (5400 TWh/yıl), Batı Avrupa (4800 TWh/yıl), Asya (4600 TWh/yıl) ve Okyanusya (3000 TWh/yıl) şeklindedir. Bu veriler, Kuzey Amerika, Doğu Avrupa - Rusya ve Afrika'nın dünya rüzgâr enerji potansiyelinin %66'sına sahip olduğunu göstermektedir. Dünya teknik rüzgâr potansiyelinin belirlenmesi çalışmasında, rüzgâr hızının 4-5 m/s olduğu bölgeler dikkate alınmamasına rağmen, bu bölgeler de oldukça iyi rüzgâr potansiyeline sahiptir. Sadece Almanya'da bu potansiyelin değeri 90 TWh/ yıl olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, bu hesaplamalar sadece karasal bölgeler için yapılmış olup, dikkate alınmayan açık deniz (offshore) bölgelerinin de ihmal edilemeyecek ciddi bir potansiyeli mevcuttur.

2.2.TÜRKİYEDEKİ RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KURULU GÜCÜ

Ülkemizde rüzgâr enerjisi durumunun analiz edilebilmesi için, öncelikle ülkemiz rüzgâr enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Türkiye'de rüzgâr enerji potansiyelini belirlemek amacıyla rüzgâr ölçümleri, diğer meteorolojik ölçümlerle birlikte Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından yapılmaktadır. İlk aşamada belirlenmiş olan ve rüzgâr enerjisi yönünden umut verici yerlerde yapılan etütler ile rüzgârdan enerji üretimine elverişli olabilecek bölgelere Rüzgâr Enerjisi Gözlem İstasyonları (RGİ) kurulup veri toplanmaya başlanmıştır. Ölçümler çoğunlukla 10 m yükseklikte alınmakla birlikte, 30 m yükseklikte alınan ölçümler de mevcuttur. Veriler birer saatlik ve 10 dakikalık periyotlarla toplanmakta, yazılım programı kullanılarak işlenmekte ve arşivlenmektedir. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün (YEGM) ölçüm istasyonlarından elde edilen ortalama rüzgâr hızları, bölgelerin rüzgâr enerjisi uygulamaları için elverişli olup olmadığını göstermektedir. Ülkemizde enerji amaçlı ölçümler için MGM'nin istasyon sayısı yetersiz olup, daha güvenilir rüzgâr verileri elde etmek amacıyla istasyon sayısının hızla artırılması gerekmektedir. İstasyon sayısının artırılmasıyla Türkiye rüzgâr enerji potansiyel atlası (REPA) belli periyotlarda güncellenebilecektir. Bu şekilde, rüzgâr enerji potansiyeli yüksek olan bölgelerdeki ortalama rüzgâr hızları ve rüzgâr güç yoğunlukları belirlenerek bu sektöre yatırım yapacak şirketler teşvik edilebilecektir.

Türkiye'de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7,5 m/s üzeri rüzgâr hızlarına sahip alanlarda kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgâr santrali kurulabileceği kabul edilmiştir. Bu kabuller ışığında, orta-ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro-ölçekli rüzgâr akış modeli kullanılarak üretilen rüzgâr kaynak bilgilerinin verildiği Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) hazırlanmıştır. Türkiye kara rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 MW olarak belirlenmiştir. Bu potansiyele karşılık gelen toplam alan Türkiye yüz ölçümünün %1,30'una denk gelmektedir. 2018 yılında işletmede olan rüzgâr enerji santrallerinin toplam kurulu gücü ise 7.005 MW' dir.

3.RÜZGAR TÜRBİN BİLEŞENLERİ VE YERLİ ÜRETİLEBİLİRLİK

3.1.RÜZGAR TÜRBİN BİLEŞENLERİ

Rüzgâr türbin üretimi çok yönlü rüzgâr güç endüstrisinin ana çekirdeğini oluşturur. Döküm, haddeleme ve işleme nedeni ile türbin üretimi ağır sanayiye de önemli bir katkıda bulunur.

Bir rüzgâr türbini aşağıdaki parçalardan oluşur:

1. Kule
2. Rotor
3. Nasel (Faaliyet kutusu)
4. Diğer bileşenler (trafo, devre kesiciler, fiber optik kablolar, vb. diğer bileşenler)

3.1.1.KULE

Rüzgâr türbinini destek elemanıdır. Rüzgâr enerjisinden en iyi şekilde yararlanmak amacıyla farklı yüksekliklerde üretilmektedir. Kule parçalarını birbirine, nasele ve zemine flanşlar, civatalar ve ankrajlarla bağlanır. Kulenin ağırlığı yaklaşık 200-400 ton arasındadır ve türbin ağırlığının yaklaşık %60'ını oluşturmaktadır.

3.1.2.ROTOR

Rotor dört temel bileşenden oluşur. Bunlar; kanatlar, kanat kökü, kanat açısı ayarlama sistemi ve rotor göbeği (Hub)'dir.

Kanat: Rüzgâr enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür. Temel malzemesi çelikte güçlendirilmiş epoksi reçine gibi cam takviyeli elyaf ve güçlendirilmiş malzemelerdir. Ağırlığının %70-75'i epoksi veya polyester reçineli cam elyafıdır. Toplam rüzgâr türbini ağırlığının %7'sini oluşturur. Kendiliğinden duran (Stall regülasyonlu) veya değişken kanat açılı (variable pitch) olmak üzere iki farklı tasarımda olabilir.

Kanat Kökü: Rotor kanatlarını destekleme ve göbeğe güvenli bir şekilde bağlanmasına yardımcı olan çelikten yapılan bileşenlerdir. Genel olarak ağırlığı 1 ton civarındadır.

Kanat Açısı Ayarlama Sistemi: Rüzgâr hızına göre istenen dönme hızında optimum açının sağlanabilmesi için kanat açılarını ayarlar. Genellikle her biri bir kanada ait olmak üzere üç motorludur. Kanat açısı sistemi elektrik veya hidrolik olarak sürücü ile döndürülen yuvarlak dişlidir. Kanat açısı sistemi sürücüsü genellikle paslanmaz çelik ve alaşımlı çelikten üretilir.

Rotor Göbeği (Hub): Rotor kanatları ve kanat kökleri için dayanak noktası ve kanat açısı kontrol sisteminin de bulunduğu yerdir. Türbinin en büyük parçalarından birisidir. Malzeme genellikle sfero döküm olup yaklaşık 7-20 ton ağırlığındadır. Göbek serbest olarak döner, mil ve rulman montajı kullanarak nasele bağlanır.

3.1.3.NACELLE

Ağırlık olarak rüzgâr türbinin en ağır parçası olup içerisinde dişli kutusu, jeneratör, sağ sol döndürme sistemleri, frenleme sistemleri gibi elektronik ve mekanik ekipmanların olduğu türbin parçasıdır. Nacelle bileşenleri şunlardır: 1.Jeneratör Soğutma Fanı 2.Jeneratör 3.Üst Kontrol Kabini 4.Ana çatı 5.Jeneratör Bağlantı Ayağı 6.Kaplin 7.Dişli Kutusu 8.Şok Absorbe Edici 9.Yaw dişli kutusu 10.Ana Şaft 11.Dişli Kutusu Soğutma Grubu

3.1.4.DİĞER BİLEŞENLER

Elektrik toplama sisteme ve iletişim sistemi olmak üzere iki ana sistemden meydana gelir.

Elektrik Toplama Sistemi: Her bir rüzgâr türbini; yükseltici trafoları, devre kesicileri, ayırıcılar, havai hat veya yeraltı kabloları şalt sahası ve sistem bağlantı trafosu (Trafo Merkezi) oluşur.

İletişim Sistemi: İletişim sistemi rüzgâr türbinlerinin her birinin çalışmasının izlenmesi ve performanslarının kontrol merkezine raporlanmasını sağlar. Veri toplama ekipmanları ve fiber kablolar türbinin izlenmesi ve performansının raporlanması içindir. Kontrol istasyonu verileri birleştirir ve bilgileri yerel şebekeye gönderir.

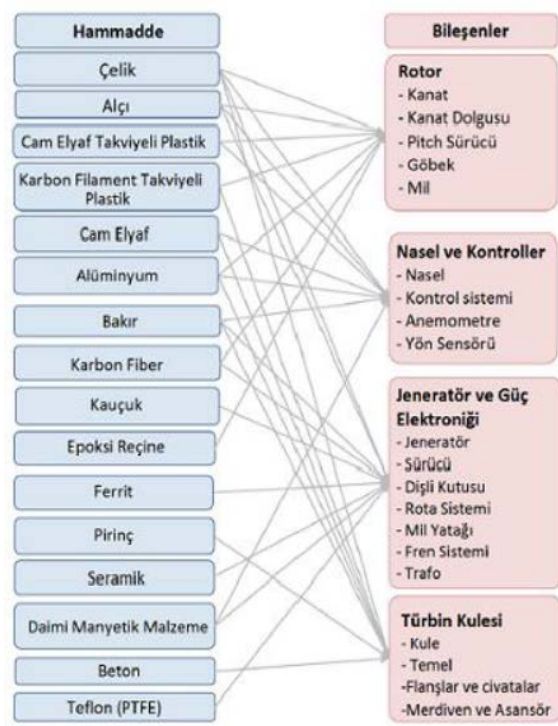
3.2.YERLİ ÜRETİLEBİLİRLİK

3.2.1.RÜZGAR TÜRBİNLERİNDE KULLANILAN HAMMADDELER

Tipik bir rüzgâr türbini öncelikle çelikten (ağırlığının yaklaşık %90'ı) yapılır. Alüminyum ve diğer hafif kompozitler de özellikle kanat yapımında önemlidir. Türbin yapımında kullanılan diğer hammaddeler arasında ön gerilimi alınmış beton, bakır ve cam elyafı/fiberglas, sabit miktatıslar, dökme demir/pik, karbon fiber, kauçuk, epoksi, ferrit, pirinç, seramik ve teflon da bulunmaktadır. Bir rüzgar türbinin malzeme ihtiyacı türbin ağırlığının yaklaşık yüzdesi olarak Şekil 1'de ; türbinin bileşen-hammadde ilişkisi de Şekil 2'de gösterilmiştir.

Malzeme	Çelik	Cam Elyafı	Bakır	Beton	Yapıştırıcı	Alüminyum	Hammaddeler
Ağırlık (%)	89,1	5,8	1,6	1,3	1,1	0,8	0,3

Şekil 1. Rüzgar Türbinleri İçin Hammadde İhtiyacı



Şekil 2. Rüzgar Türbini Bileşen Hammadde İlişkisi

3.2.2.RÜZGAR TÜRBİNLERİ İÇİN OEM TEDARİK ZİNCİRİ YAPISI

Rüzgâr türbinleri orijinal ekipman üreticileri (OEM) tarafından imal edilirler. Bu şirketler öncelikli olarak türbin tasarımlarını, ana bileşenleri dış kaynaklardan temin eder, genellikle 6000'den fazla türbin parça veya bileşenini bir rüzgâr türbin oluşturmak üzere bir araya getirir, markalar ve gideceği yere naklede. OEM'ler genellikle üretilmiş bileşenleri iki farklı yolla satın alır. En yaygın yöntem 2. ve 3. kademe tedarikçilerden temel parçaları doğrudan tedarik eden ve birleştiren bir toplayıcı/integratör şirket kiralaktır. OEM'ler genellikle türbinin yaklaşık %90 parçasını toplayıcılar aracılığı ile tedarik eder. Parçaların yaklaşık %10'u ise doğrudan 1. kademe tedarikçilerden temin edilir.

1.Kademe Tedarikçileri; kule, göbek (hub), kanatlar veya dişli kutusu gibi büyük bileşenleri yapar.

2.Kademe Tedarikçileri; merdiven, cam elyafı, kontrol sistemleri, hidrolik, güç elektroniği, bağlantı elemanları, reçine, makine parçaları ve motorları. vb alt grupları imal eden bazı üreticilerdir.

Bir rüzgâr türbini parçasının arızası halinde onarımının oldukça pahalı olması nedeniyle orijinal ekipman üreticileri türbin tedarikçi yeterlilik sürecinde oldukça tutucudurlar ve son derece yüksek kalite (tutarlı ve sıfır hata kalitesi) isterler. Bir çoğu yeterlilik sürecine başlatmak için ISO 9001 ve ilk sipariş öncesinde ilgili standartlara sahip olma ve sıkı denetimi gerekli görür. Bu yüksek kalite yeterlilik standartları nedeniyle ilk temastan başlangıç üretim siparişinin alınmasına kadar geçen süre oldukça uzun olup 18 ayı bulabilmektedir.

3.2.3.RÜZGAR TÜRBİN BİLEŞENLERİNİN YURTIÇİNDE ÜRETİLME DURUMU

Ülkemiz kule, kanat, transformatör, jeneratör, iç elektrik bağlantıları ve şalt sahası ile ilgili elektromekanik ekipmanlar, kontrol, sistem koruma ve güvenlik sistemleri gibi rüzgâr santrali sistem bileşenlerinin üretimi konusunda sınıai ve beşeri güce sahiptir.

Tamamen yerli rüzgar türbini tasarımı ve imalatı, rüzgar teknolojisinde yerli üretim politika destekleri, teknolojik uzmanlık ve işgücü gibi faktörlerle sağlanabilir. Uygun teşvikler sağlandıkça ve rüzgârdan bir enerji kaynağı olarak yararlanılabileceğine olan bilinç ve güven arttıkça bu konuda bir yandan türbin bileşenlerinin yerli üretimi diğer yandan rüzgâr ölçüm ve değerlendirme, santral tasarımı, nakliye ve türbinlerin montajı, işletme ve bakımı, enerji üretimi ve ticareti vb. konularda da hizmet sağlayan alt firmaların sayısı da hızla artacaktır. Rüzgar türbin bileşenlerinin yerli üretim durum değerlendirme Şekil 3’de gösterilmiştir.

Rüzgar Türbin Bileşenleri	Yurt içinde Üretimi/Temini E(vet)/K (işmen)/H(ayır)	Açıklama
Rotor	K	Know-How gerekli. Küçük rüzgar türbinleri için (≤ 500 kW) üretim yapılabilmektedir. Büyük türbinler için (> 1 MW) üretim altyapısının (üretim bantları, tezgah vb) buna uygun hale getirilmesi gerekli
Kanatlar	E	Know-How gerekli. Büyük güçlü (> 1 MW) uluslararası bir çok rüzgar türbin markasının kanatları üretilmektedir.
Dişli Kutusu	K	Know-How gerekli. Küçük rüzgar türbinleri için (≤ 500 KW) üretim yapılabilmektedir. Büyük türbinler için üretim altyapısının (üretim bantları, tezgah vb) buna uygun hale getirilmesi gerekli
Jeneratör	K	Know-How gerekli. Küçük rüzgar türbinleri için (≤ 500 KW) üretim yapılabilmektedir. Büyük rüzgar türbinleri jeneratörlerinin üretimi konusunda yürütülen çalışmalar var.
Kaplin	K	Know-How gerekli. Büyük güçlü rüzgar türbinleri için döküm ve işleme için üretim kapasitelerinin geliştirilmesi gerekli
Yön Bulma Sistemi(Yaw)	H	Know-How gerekli. Üretim mümkün
Hidrolik Üniteler	E	Yerli üretim mümkün.
Kule	E	Know-How gerekli. Birçok uluslararası rüzgar türbininin kulesi yerli üreticiler tarafından üretilmektedir. Hibrit kule imalatı da yapılmaya başlanmıştır.
Nacelle	K	Know-How gerekli. Küçük rüzgar türbinleri için (≤ 500 KW) üretim mümkün. Büyük türbinler için üretim altyapısının (üretim bantları, tezgah vb) buna uygun hale getirilmesi gerekli

Şekil 3. Rüzgar Türbin Bileşenlerinin Yerli Üretim Durumu

3.2.4.RÜZGAR TÜRBİN BİLEŞENLERİNİN MALİYET DEĞERLENDİRİLMESİ

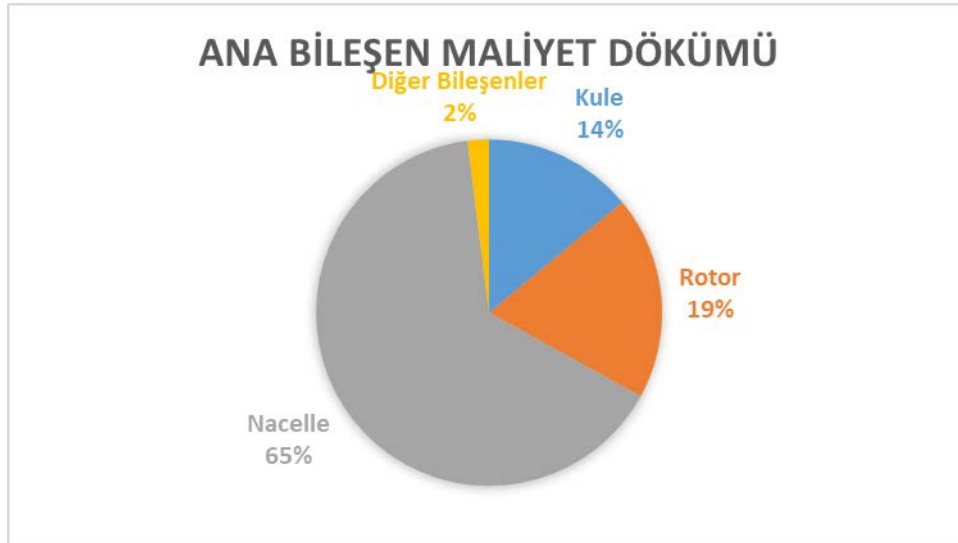
Rüzgâr türbinleri yaklaşık 4 m/s ile 25 m/s arasındaki rüzgâr hızlarında elektrik üreten makinelerdir. Avrupa’da karadaki rüzgâr projeleri için türbin, şebeke bağlantı, temeller altyapı vb dahil 2008 yılında rapor edilen yatırım maliyeti 1-1,9 Milyon €/MW (1,7-2,45 Milyon \$/MW) arasında değişmektedir.

Bir rüzgâr türbini, tesis maliyet oranının %65-%84’ünü oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki rüzgar enerji sistemlerinin sermaye maliyet oranları Şekil 4’de gösterilmiştir.

Kara Rüzgar Türbini	
Sermaye Yatırım Maliyeti (USD/kW)	1700 - 2450
Türbin Maliyeti (%)	65-84
Şebeke Bağlantı Maliyeti (%)	9-14
İnşaat Maliyeti (%)	4-16
Diğer Sermaye Maliyeti (%)	4-10

Şekil 4. Gelişmiş Ülkelerdeki Rüzgar Enerji Sistemi Maliyet Oranları

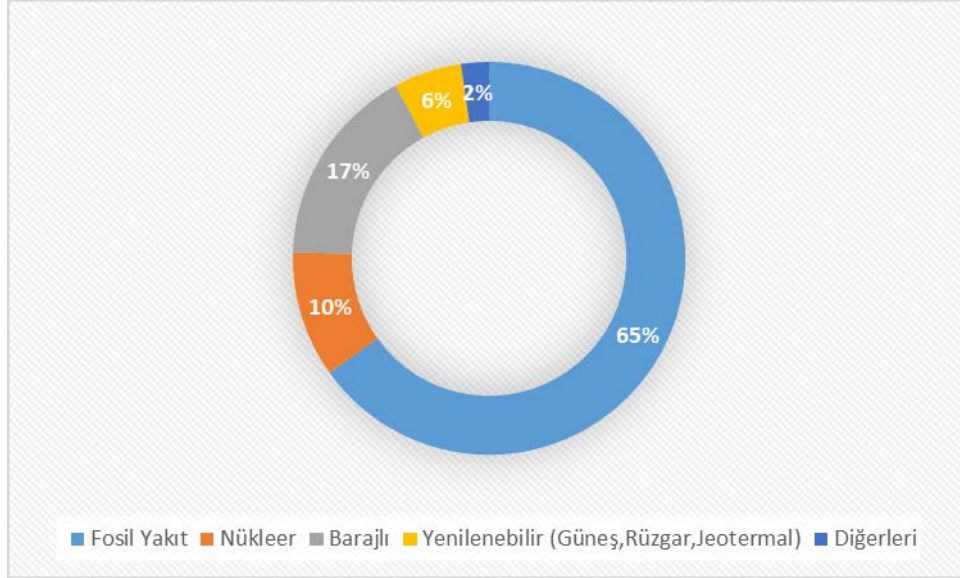
Rüzgâr türbini ise 6000 farklı bileşenden oluşmakta olup bu bileşenlerin türbin maliyetleri içerisindeki payları da Şekil 5’de gösterilmektedir.



Şekil 5. Rüzgar Türbini Ana Bileşenleri ve Maliyet Payları

4.SONUÇ

Dünyada ülkelerin nüfus artışı, sanayileşme ve ekonomik büyümeden dolayı elektrik enerji tüketimi günden güne artmaktadır. Artan bu enerji ihtiyacının yaklaşık %65’lik kısmı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. 2018 itibariyle dünya elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. Dünya Elektrik Enerjisi Üretimine Kaynaklara göre Dağılımı

Enerji üretiminde fosil yakıt kullanımına bağlı olarak karbon emisyonları 32,5 milyar tona ulaşarak tarihi rekor kırmıştır. Uluslararası Enerji Ajansı raporuna göre üç senedir yatay bir çizgi izleyen karbon emisyonu, enerji talebindeki patlama ile yeniden yükselişe geçti. Tüm bu gelişmelerin yanı sıra dünya liderleri Eylül 2015 tarihinde BM Genel Merkezinde bir araya gelerek 2030 yılına kadar dünyada yoksulluğun tüm boyutlarıyla ortadan kaldırılması, insanlığın ortak refahının sağlanması ve çevrenin korunması için ülkemizin de aralarında bulunduğu 193 ülkenin oybirliği ile Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını kabul etti ve bu alanda belirlenen 17 hedef ile ilgili iyileşme aksiyonları alacağını taahhüt etti. Bu küresel hedeflerden 7. Hedef olan Erişilebilir ve Temiz Enerji hedefi direkt olarak 11.,12.,13. ve 15.hedefler ise dolaylı olarak sadece ülkemizin değil dünyanın da ekonomik, çevresel ve sosyal yönlerin tümüyle yenilenebilir enerjiye odaklanmasının gereklilik olduğunu gözler önüne sermektedir.

Dünya çapında fosil yakıtlardan tamamen çıkma tarihini bazı kaynaklar 2030 yılı olarak vermektedir. Bu bağlamda; rüzgar türbinlerinin çalışması, çevreye zararlı gaz emisyonuna neden olmadığından enerji geleceğimize ve iklim değişikliğini önlemede büyük bir role sahiptir. Geleneksel elektrik enerjisi üretimine göre rüzgar enerjisinin avantajları aşağıda sıralanmıştır:

- Temiz ve emisyonuz bir enerji kaynağıdır. Emisyonu olmadığı için sera gazları oluşturmaz ve küresel ısınmaya katkı sağlamaz
- Yakıt maliyeti yoktur ve işletme masrafları azdır.
- Dışa bağımlı olmayan ve çevresel koşullar uygun olduğunda sürekli enerji oluşturan bir kaynaktır
- Rüzgar türbinleri karmaşık olmayan otomatik makinalardır ve periyodik bakımlar sonucu 20-30 yıllık ömürleri boyunca sorunsuz çalışırlar
- İşletmeye almak ve kullanmak üç ay gibi kısa bir sürede mümkün olabilmektedir

Rüzgar enerjisinin bu avantajları düşünüldüğünde; geleceğin enerji kaynağı rüzgardır. Türkiye olarak enerjide dışa bağımlılığımızı azaltmak ve gelişmekte olan ülke kategorisinden gelişmiş ülke kategorisine girmek için milli rüzgar türbini üretmeye mecburuz. Bugünkü sanayi yapısı ve bilgi birikimi ile rüzgâr türbinlerinin büyük bölümünü üretebilecek bir sanayi gücüne de sahibiz. Temellerini atacağımız milli rüzgar türbin markamızla yurtiçindeki rüzgar enerji potansiyelini gerçekleştirerek dövizin dışarı çıkmasını engelleyebilir ve dünyadaki potansiyele de markamızı ihraç ederek döviz girdisi sağlayabiliriz. Bu sayede; yakamızı bir türlü bırakmayan orta gelir tuzağından kurtulup ülkemizin hak ettiği gelişmişlik düzeyine kavuşabiliriz.

KAYNAKLAR

- [1] **Malkoç, Y.** Rüzgar Enerjisi, EİE İdaresi Genel Müdürlüğü, Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
- [2] **Taç, Z.** Rüzgar Türbinlerinde Yerli Üretim ,2013
- [3] **Doğan, M.** Türkiye Sanayileşme Sürecine Genel Bir Bakış, Marmara Coğrafya Dergisi 2013, Sayı:28, s.211-231
- [4] **Elyay, İ.** Küreselleşme Olgusu Çerçevesinde Ülkelerin Marka Değeri ve Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği, İstanbul Ticaret Üni.Yüksek Lisans Tezi 2014
- [5] **Çelikdoğan, S., Taç, Z., Alyanak,E.** Enerji Ekipmanları Yerli Üretimi Durum Değerlendirmesi ve Öneriler 2014, s.141-181
- [6] **İnanç, H.** Ülkelerin Markalaşma Süreci ve Marka Kavramı, Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi 2018, Sayı:3, s.317-331
- [7] **Şenel, M.Can., Koç, E.** Dünya ve Türkiyede Rüzgar Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme, Mühendis ve Makine Dergisi Sayı:663 2015, s.46-56
- [8] **Çedikçi, T.** Türkiye Ekonomisinde Markalaşmanın Önemi, İstanbul Kültür Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi 2008
- [9] **Anonim.** <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>
- [10] **Kıncay,O., Kıncay,O., Yumurtacı,Z., Bekiroğlu,N.** Rüzgar Enerjisi, Yıldız Teknik Üniversitesi
- [11] **Anonim.** What's Next For Wind?, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/whats-next-for-wind#gs.njdi6r> , 2011
- [12] **Anonim.** Küresel Karbon Salınımı 2017'de Rekor Kırdı, <https://www.dunyaenerji.org.tr/kuresel-karbon-salinimi-2017de-rekor-kirdi/> 2018
- [13] **World Nuclear Association.** World Nuclear Performance Report 2018, <http://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx>
- [14] **International Renewable Energy Agency (IRENA).** Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series, Volume:1 Power Sector Wind Power 2012