

HİNDİSTANIN RÜZGAR ENERJİSİ ÜRETİMİ

Mahmut Aydınol

Fizik Bölümü, Fen-Edebiyat Fakültesi, Dicle Üniversitesi, 2180 Diyarbakır
aydinolm@dicle.edu.tr

ÖZET

Hindistan'da 1990 lı yıllardan bu yana sürekli ve hızla artan rüzgar enerjisi üretiminin ve bilhassa elektrik üretimindeki kullanımında görülen artışa dikkat çekmek ve bu gelişmenin diğer ülkelerde de yenilenebilir enerjiyle ilgilenenlerin dikkatine sunmak amacıyla konu özetlenerek ele alınmıştır. Hindistan'ın bilhassa kıyı kesimlerinde ve güne(ekvatora) doğru uzanan kısmındaki dağ eteklerine kurulmuş rüzgar çiftliklerinde daha büyük miktarlarda enerji üretilmektedir. Buna en büyük neden, ortalama hızları 10 m/sn yi aşan mevsimsel muson rüzgarlarının katkısıdır. Hindistan kökenli, rüzgardan elektrik enerjisi üretim tesisini garantili kurup, bakımını yapan bir firmanın bulunması da üretim artışını hızlandırmıştır. Hindistan, Dünyada en çok rüzgar enerjisi üreten ülkeler sıralamasında beşincidir. Bu sıralamadaki yerini korumasına en büyük katkılar, Non-konvansiyonel Enerji Kaynakları Bakanlığı kanalıyla planlanıp uygulamaya konulan devlet desteği ve teşvikleriyle özel sektörün katkılarının önemine değinilmiştir. Çin ile yaptığı iş birliğinin, rüzgardan elektrik üretiminin artışına katkılarına ise değinilmemiştir.

Anahtar kelimeler: Rüzgar enerjisi, elektrik üretimi, yenilenebilir enerji, Hindistan

1. RÜZGARDANELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ (1994-2004 YILLARI ARASINDAKİ DURUM)

Rüzgar enerjisinden elektrik üretimi (REÜ) Hindistan'da 1990 lı yıllarda başlamış ve 1994 ile 2004 yılları arasında özellikle özel sektör yatırımlarıyla çok büyük ilerleme kaydetmiş ve üretim son yıllarda hızla artmıştır. Yapılan rüzgar santrallerine dayalı olarak, Hindistan için faydalanılabilecek brüt rüzgar enerjisi (RE) 45000 MW(megavat)' dır. Bazı eyaletlerin sahip oldukları rüzgar enerjisine ait tahmini değerler megavat cinsinden Tablo.1 de verilmiştir. Fakat, tekniksel olarak faydalı ve kullanılabilecek miktar ise 13400 MW olarak belirlenmiştir. RE potansiyeli en yüksek eyalet 9675 MW ile Gujarat ve en az sahip olan da 450 MW ile Batı Bengal eyaletidir. 1994-2004 yılları arasında, toplam kurulu REÜ tesislerinin, toplam kümülatif üretim miktarı 2500 dan fazla olup, buna karşılık gelen ve tekniksel olarak faydalanılabilecek miktar ise bu değerin %18,5 idir.

Maharashtra	3650
Orissa	1700
Rajasthan	5400
Tamil Nadu	3050
Batı Bengal	450
Toplam	45 195

*Nonkonvansiyonel olmayan
Enerji Kaynakları
Bakanlığı, New Delhi, India.

Tablo.1 Bazı eyaletlerde tahmini rüzgar gücü değerleri (MW) cinsinden.

Eyalet	(MW)*
Andhra Pradesh	8275
Gujarat	9675
Karnataka	6620
Kerala	875
Madhya Pradesh	5500

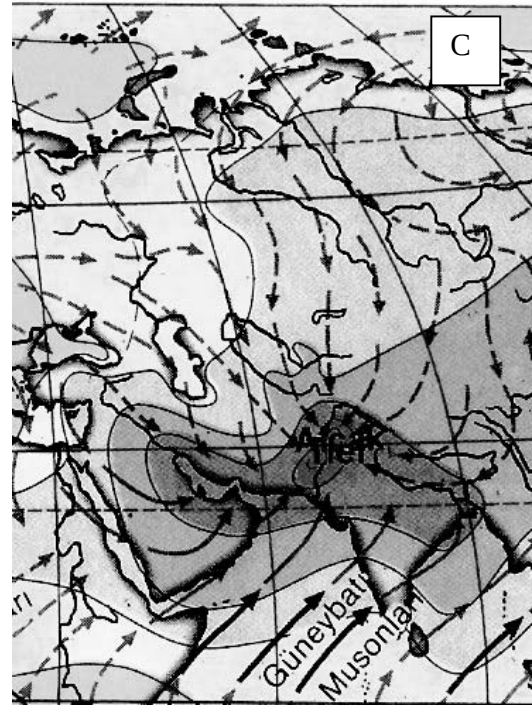
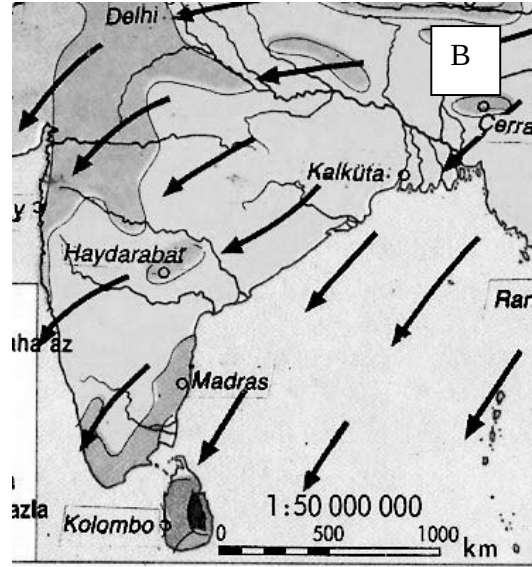
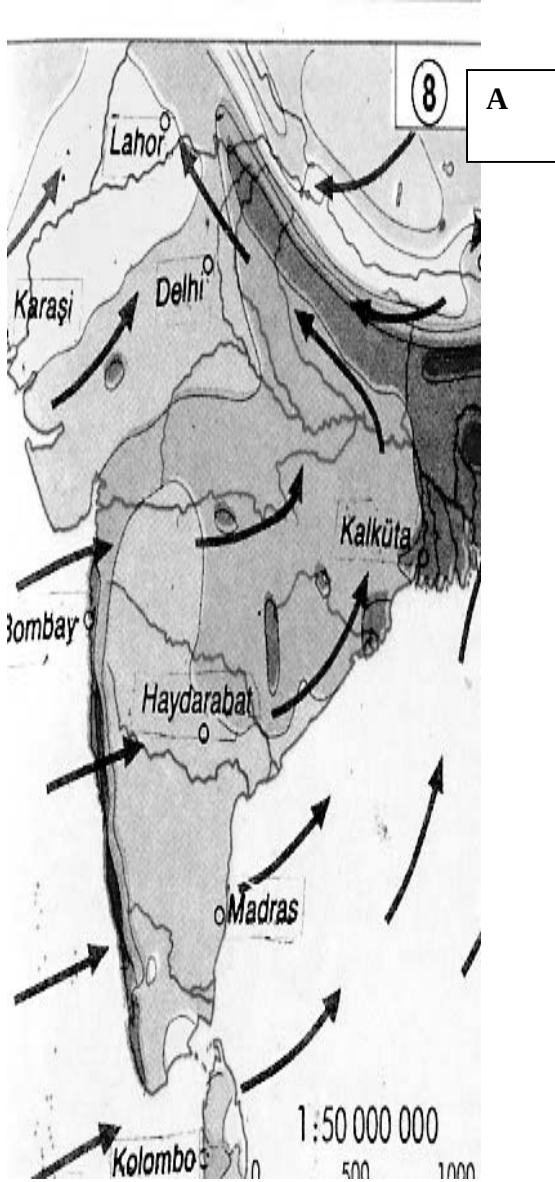




Şekil.1 Hindistan haritası[4].

Fakat, tekniksel olarak faydalı ve kullanılabilirlik miktarı ise 13400 MW olarak belirlenmiştir. RE potansiyeli en yüksek eyalet 9675 MW ile Gujarat ve en az sahip olan da 450 MW ile Batı Bengal eyaletidir. 1994 - 2004 yılları arasında, toplam kurulu REÜ tesislerinin, toplam kümülatif üretim miktarı 2500 dan fazla olup, buna karşılık gelen ve tekniksel olarak faydalanabilecek miktar ise bu değerin %18,5 iştir. Sri-Lanka adasının hemen karşısına düşen ve Hindistanın denize en fazla sokulmuş uç kısmındaki bölgede bulunan Tamil Nadu(1) eyaletinde 1362 MW kurulu gücü ile (%55) başı çekerken onu sırasıyla Maharashtra(2)(407MW), Karnataka(3) (210MW), Gujarat(4)(202 MW), Rajasthan(5)(178 MW) Andhra Pradesh(6)(100 MW), Madhya Pradesh(7)(24.5 MW), Kerala(8)(2,5 MW) ve Batı Bengal(9)(1.0 MW) lık kurulu güce sahiptir[1,2,3]. Bu eyaletlerin yerleri Şekil.1 deki haritada görülmektedir[4]. Burada, önemli rüzgar enerjisinden elektrik üretim merkezine sahip olan eyaletlerin bazıları, birden dokuza kadar sayılar yazılarak işaretlenmiştir. Daha çok Hindistan'ın, Hint Okyanusu içerisine uzanan üçgen kısmının kıyı bölgelerine paralel uzanan dağlık kesimlerdeki eyaletlerde rüzgar enerjisinden elektrik üretiminin

diğer bölgelerdeki, yani kuzey ve kuzey batı bölgelerindeki üretimlere göre daha büyük olduğu görülmektedir. Bu üretim dağılımını etkileyen etmenlerden birisi, Hindistan'ın sahillerinde mevsimsel ve periyodik olarak değişen; Hint Okyanusu'ndan(Pakistan sahillerinden başlayarak) Bengal körfezinin bulunduğu bölgeye doğru, Hindistan sahillerini adeta yalayarak geçen karakteristik rüzgarların(güneydoğu musonları ve kuzeydoğu musonları) oluşmasıdır[4]. Hindistan'daki, 9m/sn den büyük hakim rüzgar yönleri, sırasıyla Mayıs-Eylül dönemi, Kasım-Mart dönemi ve Temmuz ayı için Şekil.2a, 2b ve 2c de görülmektedir.



Şekil. 2a, 2b, 2c: Hakim Rüzgar yönlerinden bazıları.

Batı Bengal de, bir adada önceden kurulmuş bir dizel güç istasyonu ile birlikte, adanın elektrik ihtiyacını karşılamak üzere, aynı elektrik şebekesini otomatik olarak besleyebilen 0,5 MW lık bir hibrid rüzgar enerjisi üretim santrali 2004 de işletmeye alınmıştır. Bu hibrid sistem değişik rüzgar hızlarına kendisini otomatik olarak ayarlayabilmekte ve hizmet vermektedir. Tablo.2 de 1994-2004 yılları arası, yıllara göre rüzgar enerjisi üretimi artışı(REB) ve üretim gücünün büyümesi görülmektedir[2].

Tablo.2 Yıllara Göre Rüzgar enerjisi üretim artışı ve üretim gücünün büyümesi[2].

Yıl	kapasite(MW)	ilave(MW)	Büyüme(%)	Büyüme(mil.birim)%	Büyüme	MWsaat/MW	KFF
1994/95	351	236	205	191.3	102	0.55	6.2
1995/96	733	382	109	496.4	159	0.68	7.2
1996/97	902	169	29	878.4	77	0.97	11.1
1997/98	968	66	7	988.5	12.5	1.03	11.55
1998/99	1024	56	6	1073.3	8.6	1.05	11.96
1999/00	1167	143	20	1445	35	1.24	14.14
2000/01	1340	173	158	1577	9	1.18	13.43
2001/02	1628	288	21	1970.9	25	1.21	13.81
2002/03	1870	242	15	2446.8	24	1.31	14.93
2003/04	2483	613	33	2811.1	15	1.13	12.92
2004/05	3595	1112	31				
2005/06	5340	1745	48.5				

Bu zaman aralığında, tüm Hindistan'da, kurulu rüzgar enerjisi gücünün 6 kat arttığı ve bunun neticesinde enerji üretimi de 191,3 Milyon birimden 2881,1 Milyon birime olmak üzere yaklaşık 15 kat arttığı görülmektedir. Bu artışlar, kapasiteden faydalanma faktöründe(KFF) 10 yıl içerisinde %6,2 den %14 e artış göstermesiyle de yakından ilgilidir. Bunlara paralel olarak rüzgar enerjisi üretimindeki artış 550 MWsaat/MW dan den 1130 MWsaat/MW lık bir değere yükselmiştir. Yani yaklaşık 2,5 katlık bir iyileşme olmuştur. Böylelikle kapasiteyi faydalı kılma faktörü, ticari rüzgar çiftlikleri kurulum oranının 2002-2003 için, %15 artmasına sebep olmuştur. Rüzgar akımı, rüzgarlı mevsimlerde ve gün-be-gün ve yıldan yıla da değişiklik gösterir. Değişken rüzgar hızı nedeniyle REÜ ni tam ve doğru tahmin etmek veya belirlemek zordur. Fakat, yeni rüzgar enerji üretim tesislerinin kurulumu ve bunlardan gelen verilerin eskilerle birlikte değerlendirilmeleri sonucu, daha güvenilir REB değerlerinin tahmini sağlanacaktır. İncelenen zaman diliminde, REÜ, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında, Hindistan'nın elektrik üretimine en yüksek katkıyı yapmıştır. Hindistan'daki yenilenebilir enerji kaynaklarının 2003-2004 yılları arası için bir karşılaştırılması Tablo.3 de görülmektedir[2].

. Enerji çeşidi	MW
Rüzgar enerjisi	2483(%52)
Küçük hidro elektrik santraller(25MWkadar)	1601.02
Biyokütle enerjisi	673.63
Fotovoltaik	2.54
Atıklardan elde edilen	41.43
Toplam	4802.22

Tablo.3 ye güneş pilleriyle üretilen elektrik enerjisi dahil edilmemiştir. Daha çok çevre/iç mekan aydınlatma, su pompalama amaçlı kullanılan ve güneş pillerinden elde edilen enerji üretim miktarı 150 MW kadar olup bu tablodaki karşılaştırmaya dahil edilmemiştir.

2. HİNDİSTAN'IN (2004-2008) YILLARI ARASINDAKİ RÜZGAR ENERJİSİ ÜRETİMİ

Kasım 2008 itibarıyla, Hindistan'da kurulu rüzgar gücü kapasitesi 9587.14MW'a ulaşmıştır. Bu toplam rüzgar enerjisinin yukarıda sayılan eyaletlere göre dağılımı ve üretim artışları, 2004 yılı üretim değerleriyle karşılaştırmalı olarak MW cinsinden Tablo.4 de verilmiştir[1,2,3,5].

Tablo.4 Hindistanda, 2004-2008 yılları arasında rüzgar enerjisi kullanımındaki artış MW olarak[1,2,3,5].

Eyalet adı	2004	2008	Miktar (MW)
Tamil Nadu	1362	4132.72	2770
Maharashtra	407	1837.85	1431
Karnatka	210	1184.45	974.5
Gujarat	202	1432.71	1231
Rajasthan	178	670.97	493
A. Paradesh	100	122.45	22.5
M . Paradesh	24.5	187.69	163
Kerala	2.5	23.00	20.5
W. Bengal	~1.0	1.10	0.10
Toplam	2483	9587.14	7104

Artışlar göz kamaştıracak derecede büyüktür: Artışlar MW olarak son sütunda görülmektedir. Hindistan'da, 2005-2015 arası 10 yıllık periyot için REÜ hedefi 6000 MW olarak saptanmıştır. Halbuki yenilenebilir enerji sektörünün tamamı için konulan hedef ise 1000 MW dır. Hindistan'da, anılan on yıllık süreçte REÜ nün gelişme ve artma momentumu hedeflerin aşıldığını göstermektedir. 2003 de elektrik üretim ve pazarlamasıyla ilgili çıkarılan kanun ve yönetmeliklere ek olarak 2005-2006 dönemindeki bazı pozitif gelişmeler de, REÜ nin artmasını olumlu etkileyecektir. Bu gelişmelerden bazıları şunlardır:

1. Rüzgar enerjisi üretim tesislerinde daha yüksek kule(veya direk) kullanımlarının seçilmesi daha büyük rüzgar enerjileri elde edilmesini

etkilemiştir. Örneğin daha önceleri 25 metre kadar olan kule(veya direk) boyları (75-80m) civarında tercih edilmeye başlanmıştır. Tamil Nadu daki 1650 kW'lık rüzgar santralindeki kule yüksekliği 78 m dir.

1. Yeni kurulan veya kurulmakta olanların güç kapasiteleri de 220-230 kW dan çok 1,25 – 1,65 MW aralığında tercih edilmektedir.
2. Kullanılan rotor çapının büyütülmesiyle güç kapasitesinin desteklenmesi de önemli bir katkı sağlamıştır: Örneğin; 1650 kW lık santral için seçilen fan kanatlarının çapı 82 m dir.

Rüzgar enerjisi, bio-kütle ve mikro hidro-elektrik santralleri ekonomik pazarlama ve kullanım safhalarına erişmişlerdir. Bunların arasında rüzgar enerjisi üretim üniteleri MW ölçeklerinde enerji üretebilmekte ve diğer ikisine göre daha avantajlı ve önde görülmektedir. Avantajlı olmasını kılan ise üretim merkezleri ile tüketim yerleri arasındaki kurulu ulusal elektrik şebekesine otomatik olarak bağlanabilmesi ve üretilene devletin alım garantisi vermesi gibi hazır pazar bulunması. Enerji üretici firmaların hemen hemen hepsi daima üretim miktarı ile tüketim talebi arasında büyük farkın olmasıyla yakından ilgilendirler.

Rüzgar enerjisi, Hindistan'da, toplam kurulu güç kapasitesinin %2 sini karşılamaktadır. Bu oran, aşağıdaki Tablo 5 den de anlaşılacağı üzere Nükleer santrallerde üretilen güç içinde hemen hemen aynıdır[1,2].

Tablo.5 Hindistan'da (2003-2004) yılları arası kurulu güç kapasitesi[1,2].

Enerji	MW
Termal	77968.53
Hidro	29500
Nükleer	2720
Rüzgar	2483.20
Toplam	112672.20

Rüzgar enerjisi üretiminin, ülkedeki konvansiyonel fosil yakıtların tüketimini azaltarak, çevresel kirliliğin frenlenmesine de büyük katkısı olduğu Tablo.6 de ki karşılaştırmadan anlaşılmaktadır. Hindistan'da, rüzgar enerjisinin kullanımıyla gerçekleştirilen kömür yakımında gerçekleştirilen tasarruf miktarı 5669769 tondur. Yakın zamanlara kadar, rüzgar enerjisi üretiminde kullanılan sistemlerin kapasite, kurulum ve işletilmelerini;

devletin sağladığı kolaylıklar ve özendirici politikası yanında, sistemin yapım karakteristikleri ve mali sorunlar da sınırlamıştır. Hindistan'ın özverili sistem üretici ve pazarlayıcı şirketinin de gayretleriyle bu ve benzeri sınırlamalar kriz dönemlerinde bile kolaylıkla aşılmaktadır. Zaten bu şirketin ürettiklerini öncelikli olarak Hindistan, Çin, ve diğer Asya ve Afrika ülkelerine de satıp hizmet vermekte olduğu düşünülürse Hindistan'ın rüzgar enerjisinden elektrik üretimindeki kesintisiz sürekli artışındaki katkısının önemi kolayca görülür. Yani şirketin kendisi hiç sorun çıkarmamaktadır.

Tablo.6 Hindistan'da kullandığı rüzgar enerjisinin, fosil yakıtlardan yaptırdığı tasarruf ve çevre kirlenmesinin azaltılmasına katkıları(ton olarak)[2].

Madde adı	Miktar(Ton)
Karşılayabilecek kömür miktarı	5669769
Kükürt dioksit	92130
Azot oksit	63780
Karbon dioksit	14174400
Partiküller	7620

3. SONUÇ

Rüzgar enerjisinden elektrik üretimi (REÜ) Hindistan'da 1990 lı yıllarda başlamış ve 1994 ile 2008 yılları arasında özellikle özel sektöre

yatırımlarıyla çok büyük ilerleme kaydetmiş ve üretim son yıllarda devletin özel teşvikleriyle ve üreticilere subvansiyon ve alım garantisi uygulamasıyla hızla artmıştır. 2004 yılında rüzgardan üretilen toplam elektrik enerjisi miktarı 2500 MW kadar iken(nükleer santralinden elde ettiği 2720 MW idi), 2008 de bu miktar 9600 MW ulaşmıştır. Yani mevcut nükleer santral üretiminin 3,5 katı! Rüzgar enerjisi üretim tesisleri amaçlı olarak, 2003 yılında çıkarılan elektrik üretim-dağıtım ile ilgili yasa ve yönetmeliklerle REÜ ile ilgilenen her kişi ve kuruluşa özel sektöre yatırım teşvikleri, özendirici imkanlar sunulmuştur. Bankalarca da kredi kolaylığı sağlanmıştır. Hatta ek teşvik tedbirleriyle kolaylıklar artırılmıştır. Eğer, düşük faizli kredi alma imkanları, vergi muafiyetleri önümüzdeki süreçte devam ederse; 2012 yılına kadar, REÜ de %60 lük bir üretim kapasitesi artışı eklenebilir. Bir amaç da Hindistan'ın rüzgar enerjisi potansiyelini daha verimli sistemlerle hizmete sunmaktır. Hindistan hükümetinin bu uygulaması Kyoto protokolüne uygun olup, gelişmekte olan ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgilenen ülkelere de iyi bir örnektir[4, 5].

KAYNAKLAR

1. Indian Wind Power Directory, 2004 (4th Edition) Bhopal: Consolidated Energy Consultant Ltd, v pp., India.
2. ENREE vol.2, Issue.1, March 2005(incorporates Vol.1, issue.4; December 2004), India.
- 3.http://www.jxj.com/magsandj/rev/2001_06/renovable_fuel_cell.html.
3. Büyük Atlas, Saygı Yayınları, 1984, s.52, İstanbul, Türkiye.
4. <http://www.windpowerindia.com> March 2009.
5. eco.economy indicators, <http://earth-policy.org/indicators/Wind/2008.htm>; website of Earth Policy Institute.