

İZMİR GİBİ BÜYÜKŞEHİRLERDE RÜZGAR ENERJİSİ TESİSLERİNDEN FAYDALANMA TEKNİKLERİ

Dr. -Müh. Hüseyin Özden,
Ege Üniversitesi, ozden@eng.ege.edu.tr

ÖZET

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de nüfus artışına, kişi başına tüketilen enerji miktarındaki artışa ve sanayileşmeye paralel olarak enerji talebi artmaktadır. Fosil bazlı ana enerji rezervlerinde, beklenen tükenme eğilimi ve hava kirliliği, iklim değişikliği sorunları nedeniyle güneş, rüzgar, jeotermal gibi çevre dostu, yenilenebilir enerjilerden daha fazla yararlanmayı zorunlu kılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar enerjisi günümüzde kullanım alanı hızla genişlemektedir. Türkiyede ise yeterli potansiyele rağmen rüzgar enerjisinden faydalanılmıyor.

Calismada; - Rüzgar enerjisi tesislerinin Türkiye'deki önemi hatırlatılmaktadır. Bilhassa İzmir gibi büyükşehirlerde, kiyi yerlesim birimlerinde rüzgar enerjisinden verimli, sürekli ve ekonomik faydalanma imkanları üzerinde durulmaktadır.

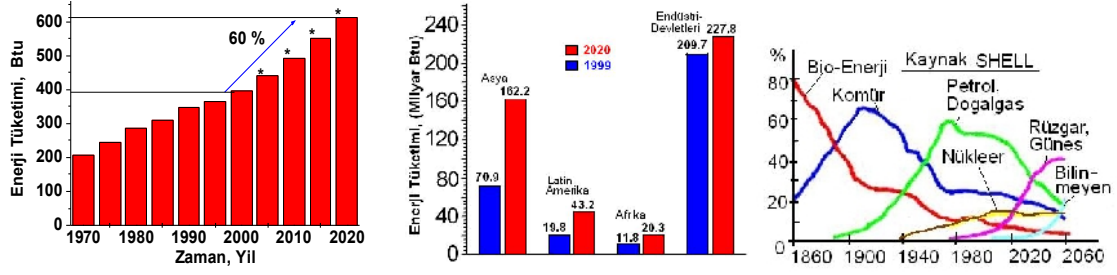
- Türkiye iklim şartları dikkate alınarak, bilhassa enerji tüketiminin yoğun olduğu sonbahar ve kış aylarında, rüzgar enerjisinden yararlanılarak binaların ısıtılması ve sıcak su hazırlanması üzerine, 10 rüzgar makinesinden oluşan bir tesisin, (rüzgar enerji parkın) özellikleri gösterilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgar-Enerji-Tesisleri, Rüzgarmakinasi, Rotor, Kanatlar.

I. GENEL BİR DEĞERLENDİRME

Günümüzde ve gelecekte güneş, rüzgar, jeotermal gibi çevre dostu, yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmayı zorunlu kılan pek çok nedenler /1-5/ bulunmaktadır:

- Yeryüzündeki fosil bazlı enerji kaynaklarında tükenme eğilimi. /1/
- Çoğalan dünya nüfusu ile, sanayileşme ve yükselen refah düzeyi ile artan enerji talebi. (Şekil 1) /1-5/
- Ham petrol, doğalgaz fiyatlarında gözlenen istikrarsızlık, sürekli artışlar.
- Yağmurlara bağlı olarak hidroelektrik enerji santrallerinde yaşanan sıkıntılar.
- Çevre kirliliği sorunları. Bilhassa son on yıl içerisinde ve her geçen yılla daha fazla gözlenen iklim anormalliklerine, orman teleflerine ve kuraklığa hava kirliliğinin sebep olduğu ileri sürülmektedir. Bu nedenle fosil bazlı enerji kullanımında uygulamaya konulan yönetmelikler ve kısıtlamalar.
- Önemli sanayi hammadeleri olan hampetrol, doğalgaz ve kömür rezervlerinin gelecek nesiller içinde korunması, ...
- Uluslararası camiada rekabet edebilir mal ve hizmet ürünleri için ucuz ve sürekli enerjinin bulunması gerekiyor.
- Ülkenin enerji dış bağımlılığı güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ile azaltılabilir.
- Güneş ve rüzgar enerjileri Türkiye gibi ülkeler için yararlanılması gereken bir nimettir.



Şekil 1 Yıllara ve ülkelere göre dünyada enerji tüketimi gösteren diyagramlar (* Tahmini)

Ucuz Yenilenebilir, temiz enerji kaynaklarından rüzgar enerjisi günümüzde kullanım alanı hızla genişlemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarında bilimsel araştırmalar, genel olarak verim artırma, üretilen enerji maliyetini azaltma, depolama ve dağıtım konularında yoğunlaşmaktadır. /1-17/. Şekil 2, şekil 3 ve şekil 4 de yenilenebilir enerji kaynaklarından güneşenerjisi ve rüzgarenerjisi santrallerine bazı örnekler gösterilmektedir. Günümüzdeki rüzgar makinaları, (tek bir makina), 5 MW varan güçleri, 120 m varan kule yükseklikleri ve 52 m uzunluk ve 6 m genişlikteki kanatları ile 15 000 ile 20 000 kişinin enerji ihtiyacını karşılar büyüklüklere varmışlardır. /11,12/ Önümüzdeki yıllarda bu gücün 10 MW kadar erişebileceği yöndedir. Almanya, USA, İspanya, Danimarka ve pek çok ülkede son beş yıldan beri rüzgar enerji tesislerin (rüzgar enerji parkların) sayıları ve güçleri artmaya devam etmektedirler. 2001 yılı itibarıyla Almanya'da kurulan rüzgar enerji parklarından elde edilen yıllık enerji üretimi 5 nükleer enerji santralden elde edilen yıllık enerji miktarına eşittir.



Şekil 2 Muhtelif ülkelerde güneş ve rüzgar elektrik enerji parklarından görüntüler, D.TV

Rüzgar enerji Parklarından elde edilen elektrik enerjii elektrik şebekesine aktararak satılmaktadır ve, veya tesis sahipleri tarafından doğrudan tüketilmektedir. Almanya, Danimarka gibi bir çok ülkede Rüzgarenerji tesisleri devlet tarafından teşvik edilmektedir. Güneş enerjisi, rüzgarenerji-parklarından elde edilen Rüzgar enerjisi elektrik şebekesine devlet desteği satılmaktadır. Örneğin, Fotovoltaik tesislerinden elde edilen güneş enerjisi elektrik şebekesi kanalı ile yaklaşık 50 Cent/kWh devlete satılmaktadır. Aynı kişi ise ihtiyacı olan elektriği aynı elektrik şebekesinden yaklaşık 15 Cent/kWh satın almaktadır. Türkiye'de ise yeterli potansiyele rağmen /3,7,8,9,12,14/ hala rüzgar enerjisinden gerektiği gibi yararlanılmıyor, teşvik edilmiyor.. Türkiye'de enerji politikasının belirlenmesinde söz sahibi olan bazı seçme danışmanlara bakılırsa dünyada insanlık için yeteri petrol, doğalgaz rezervlerinin bulunduğudır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına Türkiye'nin şimdilik ihtiyacı olmadığıdır. Batılılar, Almanlar ise

geleceğe yönelik daha farklı düşünmektedirler. Almanya 10 yıl içerisinde elektrik enerjisi ihtiyacının %30'unu Rüzgarenerji tesislerinden karşılamayı hedeflemektedir. Almanyada 35 000 kişi, Danimarkada ise 40 000 kişi gecimini rüzgarenerji tesislerinden kazanmaktadır



Şekil 3 Almanyada yerel yönetimlerce işletilen rüzgarmakinalarına bir örnek, yaklaşık on bin nüfuslu bir ilçede.



Şekil 4 Hannover-Berlin otoyolunda görülen çok sayıda rüzgar enerjisi tesislerinden bir örnek

Türkiye'de teknolojisi ve ekipmanları dışarıdan alınan tesislerle kurulan çok az sayıda rüzgar enerjisi tesislerinden üretilen elektrik enerjisinin birim fiyatı (kWh) şu sıralar pahalı olmaktadır, Tablo 1 de dünya pazarındaki rüzgar makina ve tesislerinin fiyatlarına örnekler verilmektedir. Bu tesislerin Türkiye'deki üretim fiyatları 1/5 ile 1/10 oranları arasında daha ucuza yapılabileceğidir. Türkiye'deki iscilik ve yerli malzeme fiyatları Avrupa ülkelerine kıyasla çok ucuzdur. Örneğin Bu tesislerin üretildiği Fabrikada çalışan Alman bir mühendisin netto aylığı 3000 ile 5000 Euro, usta iscinin netto aylığı yaklaşık 3000 Euro, düz bir iscinin netto aylığı ise yaklaşık 2000 Eurodur. Yurt dışına montaj için gönderdiklerinde ise ücret ve masraflar üç katına kadar yükselmektedir. Bu ücretlerle Türkiye'deki ücretler karşılaştırıldığında Tesislerdeki bu fark rahatlıkla ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de rüzgar enerjisi teknolojisinin geliştirilmesi ve tesislerin üretimi sağlandığında üretilen elektrik enerjisinin birim fiyatı diğer konvansiyonel enerji birim fiyatları ile rekabet edebilecek hale gelebilecektir. Sürekli ve yoğun esen yerlerde rüzgar tesislerinin kurulmaları üretilen enerji birim fiyatını ve kapital amortizasyonu olumlu yönde etkilediği göz ardı edilmemelidir. İzmir'i yarım ay şeklinde çevreleyen yüksek dağlık tepelerinde ve yerleşim birimlerinden gerekli uzaklıktaki sahil şeritlerinde rüzgar tesislerinin kurulmaları ile tesislerden elde edilecek enerji verimini büyük ölçüde artacaktır.

Rüzgar enerjisi sürekli bir enerji kaynağı değildir. Hatta kısa süreli periyotlar içindeki enerji üretimindeki dalgalanmalar elektrik dağıtım şebekesine küçümsenmeyecek zararlar verebilmektedir, efektif verimi düşürmektedir. Son zamanlarda yürütülen çalışmalar, elektronik akıllı devrelerle bu düzensizlikten oluşan verimsizliği asgari düzeye indirmek üzerine yoğunlaşmaktadır. Rüzgar yeterli estiği sürece direkt kullanılması veya depolanması gerekiyor. Günümüzde rüzgarenerjisinin depolanma ve kullanılma yöntemleri ile ilgili çok sayıda çalışmalar bulunmaktadır /4,5,6,8,9,10,13-16/. Şu sıralar rüzgar enerjisinin en verimli kullanımı, jeneratörler yardımıyla elektrik enerjisine çevrilip yerel elektrik enerjisi şebekesine aktarılmasıdır. Türkiye'de rüzgar enerjisinin potansiyel enerji olarak depolanması hem çok basit, masrafsız hem de

ekonomiktir. Rüzgarın yoğun ve sürekli estiği kış aylarında elde edilen elektrik enerjisi devreye sokularak barajlardan elde edilen hidroelektrik enerjisi daha az kullanılacaktır. Burada yaz aylarında kullanılmak üzere, (sulama ve enerji) daha fazla su birikecektir. Hatta yöresel boyutta geliştirilmesi ile ormanlarımız odunluk olarak yakılmaktan kurtulabilecekler!

II. PROJE KONUSU, KAPSAMI VE AMAÇLARI

Türkiye şartlarında atölye tipi bir işletmede rahatlıkla ve ekonomik imal edilebilen, montajı kolay, orta büyüklükteki, 600 kW - 1500 kW gücünde ve 3 kanatlı, verimi yüksek bir rüzgar makinasının gerekli çizim, plan ve hesapları istenilmektedir. Tasarım ve konstruksiyon, (mukavemet ve ömür) hesapları yanında bir makinanın ve 7- 10 makinadan oluşan bir tesisin maliyet hesapları da yapılarak ithal edilen aynı gücteki emsali makinanın maliyeti ile karşılaştırılacaktır. Ekte Tasarım, konstruksiyon ve montaj ile ilgili ve gerekli datalar, anaboyutlar, şekiller, fotoğraflar yararlanılmak üzere sunulmaktadır. Projenin esas amaçları önem sırası dikkate alınmadan aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

1. Rüzgar enerjisi tesisleri ile rüzgardan verimli, ekonomik elektrik enerjisi üretmek.
2. Rüzgar enerji teknolojisini geliştirerek ülkeye kazandırmak. Yeni iş yerlerinin açılmasına katkıda bulunmak
3. Yılın sonbahar ve kış aylarında binaların ısıtılması nedeniyle enerji tüketimi yoğun bir şekilde artmaktadır. Bu aylarda da genellikle rüzgarın şiddetli ve yoğun estiği zamanlardır. Kurulacak rüzgar enerji tesisleri ile gerekli enerji tüketimi karşılanacaktır. Bu sayede daha az fosil bazlı enerji kaynakları tüketilecektir, çevre kirliliği daha az olacaktır, küçümsenmeyecek döviz yurda kalmış olacaktır.
4. Bilindiği gibi elektrik enerjisinin büyük bir kısmı hidroelektrik santrallerinden karşılanmaktadır. Rüzgar enerji tesislerinin devreye girmesiyle de barajlarda daha fazla su ziraat, tarım işleri için kalacaktır.
5. İleride proje daha da genişletilerek; rüzgar enerjisi potansiyel enerji olarak depolanarak haftanın belli günlerinde ve veya günün enerji tüketimin artığı belli saatlerinde takviye enerji olarak devreye sokulabilecektir. Örneğin İzmir'in yüksek dağ sırtlarındaki pek çok taş ocakları gölet şeklinde işlenerek, deniz suyu veya yeraltı suyu burada rüzgar enerji tesisleri yardımıyla potansiyel enerji şeklinde depolanması için hiç bir neden yoktur. İlerisi düşünülerek planlı bir şekilde işlenen taş ocakları, dinlenme, park tesislerine, balık üretilen göletlere, çok amaçlı su depolarına dönüştürebilir.
6. Rüzgar enerji tesislerinin % 100 yakını ülke içindeki olanaklardan faydalanarak yerli imalatı gerçekleştirmek

III. DİKKATE ALINACAK HUSUSLAR

Dikkate alınacak bazı hususların sıralanması:

1. Mevcut rüzgar makina tiplerinin en az üç tanesi ele alınarak bir karşılaştırma yapılarak değerlendirilecektir. (Örneğin; Enercon, Nordex, Vestas) Tablo 2, /12-16/
2. İmalatı düşünülen makinanın tekno-ekonomik değeri hesaplanacak.
3. 7 ile 10 adetlik rüzgar enerji makinasından oluşan enerji tesisi tasarlanacaktır.

4. Tesisten kazanılan rüzgar enerjisi elektrik akımına çevrilerek, elektrik şebekesine doğrudan aktarılacaktır. Bunun için de İzmir ve yakın çevresinde yapılacak ölçümlerle tesislerin kurulmasına müsait yerler tespit edilecektir.
5. Rüzgar enerji parkı; İzmir'in çevresindeki dağ tepelerinde ve kıyı şeritlerinde kurulması düşünülmektedir. İlk etapta dağ tepelerindeki ve kıyıdaki rüzgar ölçümlerinin proje dahilinde başlatılması ve karşılaştırılması
6. Tesisin tamamına yakını ülke içindeki olanaklardan faydalanarak imal edilecek şekilde tasarlanmaktadır.
7. Montajı, bakımı ve onarım kolay ve ekonomik olması istenilmektedir.
8. Kanatların geometrik şekil ve ölçüleri en yüksek verimi sağlayacak şekilde ve imalatı Türkiye'de olmasına özen gösterilecektir.
9. Kanatlar hafif ve mukavim malzemelerden, (komposit) imal edilecektir.
10. Toplu konut ve iş yerlerinin ısıtılması için farklı teknikler, seçenekler önerilecektir.

IV. BİR RÜZGAR-ENERJISI-PARKININ SEMATİK TASLAK TASARIMI

Türkiye'de bu ve benzeri çalışmalarda ilk evvel bir prototipin tasarımı, konstruksiyonu, imalatı ve montajı ilgili gerekli hesaplar, çizimler ortaya konulmalıdır, Ardından yapımı gerçekleştirilerek işletilmelidir. Detay çalışmaları öğrencilere proje ödevi, bitirme tezi olarak verilerek hazırlanması önerilmektedir. Buradan elde edilecek datalarla, yapılacak araştırma ve geliştirmelerle, iyileştirmelerle Dünya pazarlarında rekabet edebilir Ürün, makina elde edilmesi için hic bir neden yoktur! Esasında Rüzgar enerji tesisleri gibi pek çok tesisler, günümüzün Türkiye teknolojik altyapı imkanlarıyla rahatlıkla orta büyüklükteki bir atölyede çok ucuza mal edilebilir. Örneğin Almanya 1970 yıllarında Rüzgar enerjisinden verimli ve ekonomik yararlanma araştırmalarına başlamıştı. 1980 yılların sonlarında Grovian prototyp rüzgar makinasını bilimsel amaçlı kurarak kısa bir süre çalıştırmıştır. Buradan elde edilen bilgilerle bugünün daha güçlü ve güvenli rüzgarmakinaları Almanyada üretilmeye başlandı ve önemli ihracat makinası olarak Alman ekonomisinde yerini almıştır.

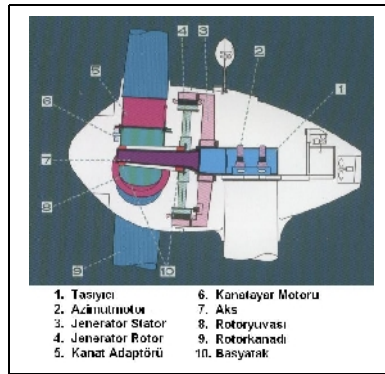
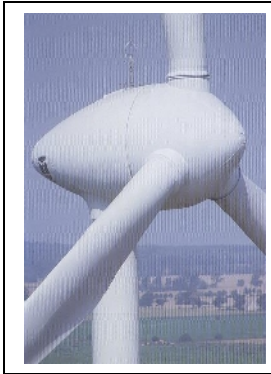
Günümüzde ilgili dergilerde, firma kataloklarında farklı tipteki rüzgar makinalarının geometrik şekil ve boyutları diğer data ve özellikleri, fiyatları öğrenilebilir. Bu datalardan yerli konstruksiyon ve imalat için de faydalanabilir. Bu amaçla pazar payı oranı yüksek bir firmanın ürettiği makinaların özellikleri, ana boyutları Tablo 1 ve ekteki Şekillerde de örnek olarak gösterilmektedir.

Yaygın kurulan rüzgar makinalarının çalışma prensibi aynıdır. Yapı olarak iki kategoride incelemekte yarar vardır. I. Kategoride kule üstünde bulunan gondelde, yani makina dairesinde kanatlardan edilen kinetik enerji mil üzerinden, dişli kutusuna iletilmektedir. Oradanda bir jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine çevrilmektedir. Vestas, Danimarka rüzgar makinaları genelde bu prensibe göre çalışmaktadır. /4,5,13-15/ Sistemin şematik yapısı şekil 5 de görülmektedir. II. Kategoride ise kanatlar vasıtasıyla elde edilen kinetik enerji bir mil üzerinden dişli kutusu, (cevrim mekanizması) olmadan direkt jeneratöre aktarılarak elektrik enerjisine çevriliyor, /4,5,12/. Elipsoid şeklindeki gondeler generator entegre edilmiştir. Şekil 6. Enercon, Almanya yapımı bir rüzgar makinasının gondeli ve makina dairesinin şematik yapısı gösterilmektedir. Burada gondelin bir bölümü, ön kısmı aynı zamanda jeneratör-stator vazifesini görüyor. Bu tipteki gondelin pek çok artıları vardır, estetikten yana, sert rüzgarlarda kulenin fazla zorlanmasını

önlediği gibi rüzgarenerjisinin veriminide katkı sağlamaktadır. Diğer bir özellik ise gondelin hafif yere doğru eğimliliği ile sert rüzgarlarda problemsiz rahat çalışmasını da sağlamaktadır, sert rüzgara karşı mukavemetini artırmaktadır. Enecron, (Almanya) ve son zamanlarda pek çok firma bu sisteme göre makinalarını üretiyorlar.



Şekil 5 , Vestas, Danimarka yapımı bir rüzgar makina tipi ve gondel, makina dairesinin şematik yapısı, (Dişli-cevrim mekanizmalı sistemi)

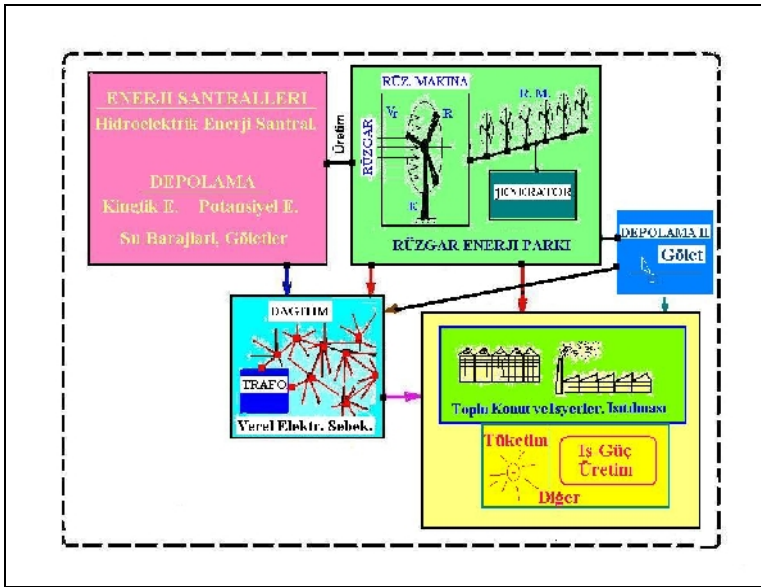


Şekil 6. Enercon, Almaya yapımı bir rüzgarmakinasının gondeli, makina dairesinin şematik yapısı, (Dişli-Kutusuz) /12/

Her iki sisteminde artı ve eksi yönleri bulunmaktadır. İlk sistemin Türkiye'de normal bir atölye tipi bir işyerinde ülke olanakları ile imal edilmesi daha kolaydır, basittir. İkinci sistemde verim daha yüksek ve bakım daha kolay olmasına karşın, burada biraz teknolojiye, kalifiye elemana ve tecrübeye ihtiyaç vardır. Gondeler entegre edilen generatorun yapımında büyük dikkat gerekmektedir, (stator ile rotor arasındaki boşluk 5 mm kadardır!). Üretici firma ile işbirliğine gidilerek veya patentin kullanım hakkı satın alınarak Türkiye'de üretimine gidilebilir. Kanatların yapımı da birbirinin çok benzeridir, uçak kanatlarından geliştirilmişlerdir. Ölçüler , form standart hale gelmiştir. Bazı detaylarında farklılıklar görülmektedir, örneğin kanat uçlarında, ses ve titreşimi azaltmak amacıyla hafif kıvrımlı ve uçlar keskin olabilmektedirler. Kış aylarında olası buzlanma için otomatik olarak devreye giren kanat içi ısıtıcılar bulunmaktadır. Kanat başlarında civataların dizilişi, sayısı farklı, tek sıralı, çift sıralı, takviyeli olabilmektedir. Kanatların iç yapısı, yan iskelet yapısında farklılıklar olabilmektedir. Kanat malzemesi olarak; GFK, (Camelyaf/Epoxidharz plastik malzemesi) genelde kullanılmaktadır. Son yıllarda karbonelyaf/Epoxidrecine bazlı plastik malzeme, pahalı olmasına rağmen yüksek mukavemeti ve hafifliği nedeniyle tercih edilmektedir. Rotor kanatlarının ağırlığı enerji üretimi etkilemektedir. Verimi artırmak için kanatların malzemesi hafif, yeterli esnek ve sağlam kompozit malzemelerden seçilmektedir. Buradaki araştırmaların eğilimi kanatların ağırlığını hafif, kompozit malzemeler kullanılarak ve yeni

konstruksiyonlarla radiakal düşürmektir. Rüzgarmakinalarının verimini büyük ölçüde tesisin kurulduğu rüzgarın siddetine ve yıllık esinti yoğunluğuna göre değişmektedir. Bu nedenle kule yükseklikleri artırılmaktadır veya tesisler deniz kıyılarında kurulmaktadır. Kanatların, rüzgarmakinasının ana boyutları hedeflenen elektrik gücüne göre değişmektedir. Geometrik form ve ölçüler, mukavemet hesapları hazır paket programları ile kısa sürede elde edilmektedir. Rotor kanatlarının çap büyüklüğü makinadan elde edilen verimi artırmaktadır. Ekte bazı paket programların adları ve ilgili websiteleri verilmektedir. Bu çalışmada daha evvel de değinildiği gibi makinanın, tesisin detayına gidilmeyecektir. Diğer bir çalışmada yer verilmesi düşünülmektedir.

Şekil 7. proje için düşünülen rüzgar enerji tesislerinden yararlanma imkanları bir blok sema şeklinde gösterilmektedir. Bu sistemde, birden fazla rüzgarmakinasından kurulu rüzgarenerji parkında rüzgarenrjisi jeneratörler vasıtasıyla elektrik enerjisine çevrilmektedir. Bu elektrik enerjisi yerel elektrik sebekesine verilerek kullanılabilirdiği gibi üretici tarafından belli amaçlı kullanımlar içinde direkt kendi işyerinde de tüketilebilmektedir.



Şekil 7. Rüzgar enerji tesisini gösteren bir blok şema

Bunun paralelinde göletler, barajlar vasıtasıyla yılın belli gün ve saatlerinde kullanılmak üzere potansiyel enerji olarak depolanma imkanı yan sistemde sematik şekilde gösterilmektedir. Büyük şehir belediyeleri, yerel yönetimler bu gibi tesisleri kendi yerleşim bölgelerinde kurarak, kazandırarak ekonomik ve temiz enerji üretimine katkıda bulunabilirler. bunun yanında ilgili teknolojinin kazandırılmasında ve yeni işyerlerinin açılmasında bir nevi katkıda da bulunmuş olurlar. Her şeyden evvel kendi kullanımları içinde ucuz ve bağımsız enerjiyi üretmiş olurlar. Örneğin İzmir Belediyesinin kendi başına veya öncülüğünde İzmirin etrafını çeviren dağlık tepelerinde bu rüzgar enerji tesislerini kurması ile elektrik enerjisini komşu illerde satar hale de gelebilir. 10 MW'lık bir Rüzgar tesisinden 30 000 ile 40 000 kişinin; 40 MW'lık (40 x 1 MW) bir rüzgar enerji tesisleri ile yaklaşık 150 000 kişinin enerji ihtiyacı karşılanmaktadır.

VI. SONUCLAR

Takviye enerji olarak rüzgarenerjinin kullanımı Dünyada hızla yayılmaktadır. Her geçen yıl Rüzgar makinalarının verim oranları ve güçleri yükselmektedir. Önümüzdeki bir iki yıl içinde tek bir rüzgarmakinasının gücü 10 MW ulaşacağı beklenilmektedir. Rüzgar enerjisi tesisleri de Batıda karlı bir yatırım aracı haline gelmiştir. Bu gelişmelere kıyasla Türkiyede yeterli rüzgarenerjisi potansiyeline ragmen faydalanılmıyor. Bu teknolojinin Türkiyeye kazandırılması içinde üniversitelerimizde ciddi çalışmalarında, yürütülmediği, desteklenmediği görülmektedir. Sürdürülen çalışmalarda uygulama, üretime dayalı geliştirmeye yönelikten uzaktırlar, teorik, istatistikselelerdir.

Rüzgar enerji tesislerinin ülkeye kazandırılmasında devlet teşviki yurt dışında olduğu gibi daha çok tüketime ve yerli üretime yönelik olmalıdır. Örneğin belediyeler devlet desteği altında rüzgar enerji parklarını kurup yerel elektrik şebekelerini kullanıp belediye sınırlarında bulunan vatandaşlara daha ucuz elektrik sağlayabilirler. Ve aydınlatma gibi kendi ihtiyaçları içinde harcayabilirler. Veya özel sektörün rüzgardan ürettiği elektrik enerjisini yerel elektrik şebekelerini kullanarak belli bir fiyatla satılmasına güvence verebilir. Kısaca Türkiyede şu sıralar yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş- ve rüzgar-enerjilerinden bir an evel yararlanılması için ciddi girişimlerin başlatılması gerekiyor. Gerekli yasa ve yönetmeliklerin çıkarılması bu enerji sektörünün gelişmesine ve yayılmasına olanak verecektir. Hic degilse özel sektörün üreteceği yenilenebilir enerjinin mevcut elektrik şebekelerine aktararak satılmasına yasalarca izin ve güvence verilmelidir.

Taslak çizimlerle, Fotoğraflarla, ana boyutlarla rüzgar makinalarının yapım özellikleri anlatılmaya gayret edilmistir. Bu tür tesislerin detaylı çizimleri, gerekli hesapları rahatlıkla üniversitelerimizde öğrencilere proje çalışması olarak hazırlanabileceği gibi, yapımlarında Türkiyede orta büyüklükteki bir atölyede yapılabileceğidir. Günümüzde rüzgarenerjisi ile ilgili paket programları (konstruksiyon, imalat-parca çizimleri, hesaplamaları, Tesis planları, ekonomik hesapları) internetten de indirilmektedir. Ekte bazı program adları verilmektedir. Bilimsel çalışmalar verimin artırılması, işletme mukavemetinin yükseltilmesi, maliyet fiyatlarının düşürülmesi ve uzaktan kumandalı bilgisayar destekli uydular yardımıyla kontrolleri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Bu tesislerin Izmirin etrafını saran dağlık tepelerinde kurulması ile Izmire büyük yarar sağlayacağı gibi ileride diğer iller ve yerleşim birimleri içinde bir örnek olacaktır. Bu tesislerin Türkiye genelinde yaygınlaştırılması ile Türkiyenin enerji bağımlılığını azaltacağı şüphesizdir. Bu vesile ilede Izmirin etrafını saran dağlık tepelerde işletilen Tasocakların belli bir plan dahilinde ileride belli kullanımlar için işletilmesine, acılmasına özen gösterilmelidir. Örneğin çok amaçlı enerji depolama göleti olarak hazırlanabilirler.

Kısaca: Güneş- ve rüzgarenerji kaynakları Türkiyenin sanayileşmesine, refah düzeyinin yükselmesine önemli katkı sağlayacaktır. Bu alandaki çalışmalar desteklenmelidir, ve uygulamaya yönelik ciddi yürütülmelidir.

VII. LİTERATÜR

1. N.N. "Energie im 21 Jahrhundert - Betrachtung zur Entwicklung des Welt-Energieverbrauchs" Deutsche Shell AG
2. TÜBİTAK, "21. Yüzyılın Enerji Teknolojisi" TÜBİTAK. BTP 99-01, Mayıs 1999
3. Çalışkan M. "Dünya ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi," Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Bülteni.
4. Gasch R. „Windkraftanlagen, -Grundlagen und Entwurf -“ Teubner Stuttgart 1991
5. Hau E. „Windkraftanlagen“ Springer-Verlag Berlin, New York, 1988
6. Allnoch N. " Zur Entwicklung der Deutschen und Europäischen Wind Energienutzung 1998 " Sonnen Energie&Wärmetechnik, 2. 1999, s. 24-26
7. E.İ.E.İ. Genel Müdürlüğü Yayın No: 85-1, "Türkiye Doğal Rüzgar Enerjisi Potansiyeli"
8. Biçer, Y. "Elektrik Enerjisi Üretimine Yönelik Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Değerlendirilmesi", Türkiye 4. Enerji Kongresi, Kasım 1986.
9. Eltan A. " Rüzgar Enerjisi Faydalanma Teknikleri" Yük. Lis. Tezi , AKÜ, FBE Eylül 2000
10. Özden H. „Rüzgar enerjisinin ziraatte çok yönlü kullanımı , Yenilenebilir Enerji sempozyumu, EU, Güneş Enerjisi Enstitüsü, 2001
11. Franken M. „Ein Riesen-Windrad versorgt 15 000 Haushalte mit Strom“, Die Welt, Wissenschaft, 07.10 2002.
12. N.N. „Enercon Firma Rüzgar Makinaları Tanıtım Brosürleri, Video Kaseti,
13. N.N. Vestas-İnternetsitesi, www.vestas.dk / www.vestas.com/produkte/
14. N.N. İnternetsitesi, www.windatlas.dk
15. N.N. İnternetsitesi, www.windpower.org / www.windenergie.de
16. N.N. İnternetsitesi, www.wasserstoff.de/www.dww-info.de/www.hyweb.de/www.innovationzelle.de
17. Quasching V. "Regenerative Energie Systeme , Technische Berechnungen" CD-ROM Hanser 2003

Software, Hazır Paket Programları, (Rüzgar Makinaları, Tesisleri -Analiz, Tasarım, Konstrüksiyon, Plan...):

1. ALWIN: www.ammonir.de
(Freeware)
2. BLADED: www.garradhassan.co.uk
(40 000 Euro)
3. Greenius: www.greenius.de
(999 Euro)
4. RETScreen: www.retscreen.net
(Freeware)
5. WAsP: www.wasp.dk
6. WindFarm: www.resoft.co.uk (2200 Euro)
7. WundFarmer:
www.garradhasson.co.uk (7000 Euro)
8. WindPRO: www.emd.dk (15 700 Euro)

Tablo 1 Rüzgar makina ve tesislerinin dünya pazarındaki fiyatlarına bazı örnekler

Normal Güç kW	Rotor Kanat Capi m	Kule Yüksekliği m	Normal Fiyati Euro	
1	600	44	42	475 000
2	600	44	58	516 000
3	1000	54	50	850 000
4	1000	54	70	900 000
5	1300	62	68	1 165 00
6	1300	62	90	1 345 000
7	2000	76	60	1 660 000
8	2000	76	90	1 900 000
A	Kule Yük. 78 m, 2 MW 'lık 10 adetten oluşan tesisin fiyatı; 26 000 000 Euro			
B	51x 900kW; toplam Güç 45.9 MW olan Yunanistan'da kurulan tesisin fiyatı; 33 5000 000. Euro			
C	Toplam gücü 110 MW olan 84 adet makinadan oluşan tesisin maliyeti; 97 000 000 Euro			

Tablo 2. Alman yapımı Enerconun bazı rüzgar makinaları ve özellikleri , (Danimarka yapımı Vestas Rüzgarmakinalarının ana özellikleri için (www.vestas.dk , www.vestas.com/produkte/) websitelerine bakın

Rüzgar-Makinaları	E-40	E-58	E-66
Normalgüç	600 kW	1000 kW	1800 kW
Kanatcapi	40- 44 m	58 m	70 m
Göbek Yüksekliği	46, 78 m	78 m	65m, 86 m, 98 m
Makina Tipi	Disli Kutusuz,	Disli Kutusuz	Disli Kutusuz
Rotor Kanad Ayarı	Her bir kanadla aktif	Her bir kanadla aktif	Her bir kanadla aktif
Rotor Tipi	Rüzgar Cepheli kanat ayarlı	Rüzgar Cepheli kanat ayarlı	Rüzgar Cepheli kanat ayarlı
Dönme Yönü	Saat, yelkovan	Saat, yelkovan	Saat, yelkovan
Rotor Kanat Sayısı	3	3	3
Kanat Dönme Alanı	1521 m ²	2692 m ²	3848 m ²
Kanat Malzemesi	GFK,	GFK	GFK
Dönme Hızı	Degisken 18-34 U/dak.	Degisken 18-46 U/dak.	Degisken 10-22 U/dak.
Tumba Hızı	41-78 m/s	10-24 m/s	35-76 m/s
Kanat Düzen Ayarı	Otomatik	Otomatik	Otomatik
Yuvamerkezi	Sabit	Sabit	Sabit
Anayatak, Rulmann tipi	Ciftsıralı, konik Rull-	Ciftsıralı, konik Rull.	Ciftsıralı, konik Rullm.

Jeneratör	Enercon Ringgen	Enercon Ringgen	Enercon Ringgen
Elektr. Sebeke Besleyici	Enercon Wechselricht	Enercon echselricht.	Enercon Wechselrichter
Frenleme Sistemi	Otomatik yön degistir.	Otomatik yön degis.	Otomatik yön degistir.
Rüzgara Yönlendirme	Aktiv, mekanizmalı	Aktiv, mekanizmalı	Aktiv, mekanizmalı
Start Rüzgar Hızı,	2.5 m/s	2.5 m/s	2.5 m/s
Normal Çalışma Hızı	12.0 m/s	12.0 m/s	12.0 m/s
Stop Rüzgar Hızı,	28-34 m/s	28-34 m/s	28-34 m/s
Kontrol sistemi	Uzaktan kumandalı Enercon Scada	Uzaktan kumandalı Enercon Scada	Uzaktan kumandalı Enercon Scada

Ek, Şekiller: (Konstrüksiyon ve Montaj ile ilgili fotoğraflar, tablolar ve Video görüntüleri; konstrüksiyon proje çalışmasında öğrencilerin bazı detayları daha iyi canlandırmaları, tasarımları gayesiyle hazırlanmıştır.)

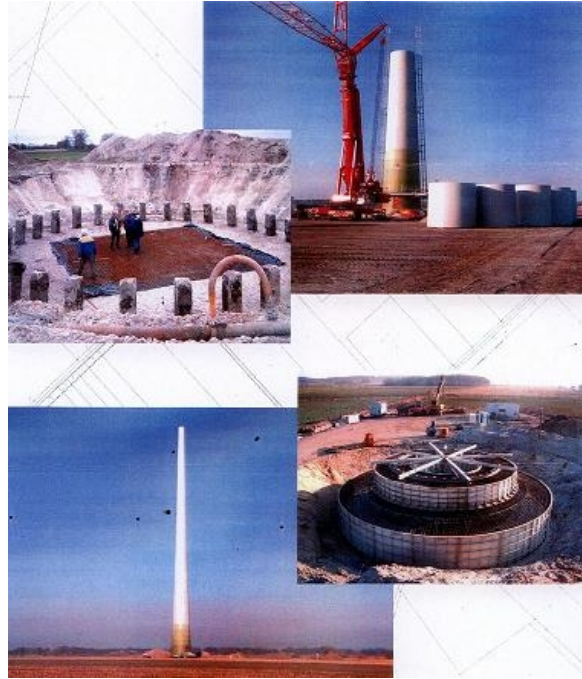


Şekil 1 /Enercon/

Şekil 2, /Enercon/



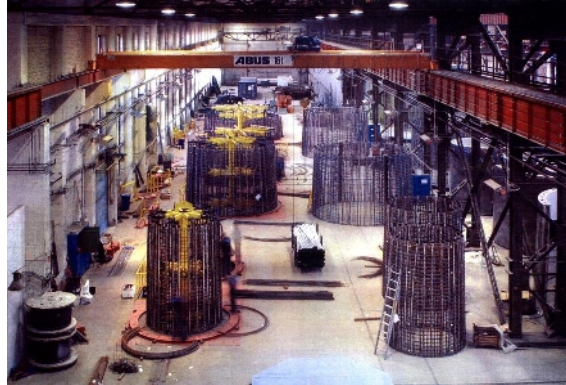
Şekil 3, /Enercon/



Şekil 4, ,/Enercon/



Şekil 5, ,/Enercon/



Şekil 6, ,/Enercon/



Şekil 7, /Enercon/

ENERCON		Gewichte und Abmessungen Weights and Dimensions E-66/B/97/23/01-18.70 Fertigteilturm		Seite/Page 1 von/of 2 E-66-B-11 Gewichte und Abmessungen	
Nebenhöhe Hub height	96 m				
Bauart / Design	Stahlstapel				
Turmhöhe ab FOK Tower height above upper foundation edge	97 m				
Gesamthöhe Total height	133 m				
Windklasse (GL) / Type class (GL)	II				
Windzone (DIB) / Windzone (DIB)	III				
Anzahl der Sektionen / Number of sections	24				
	Gewicht weight to	Länge length m	D _{oben} diam _{top} m	D _{unten} diam _{bottom} m	
Segment 1	58.750	3,828	7,102	7,500	
Segment 2	58.002	3,828	6,726	7,102	
Segment 3	54.800	3,828	6,366	6,726	
Segment 4	52.000	3,828	6,032	6,366	
Segment 5	48,250	3,828	5,712	6,032	
Segment 6	45,800	3,828	5,409	5,712	
Segment 7	42,800	3,828	5,122	5,409	
Segment 8	40,300	3,828	4,851	5,122	
Segment 9	37,900	3,828	4,594	4,851	
Segment 10	35,800	3,828	4,355	4,594	
Segment 11	33,800	3,828	4,135	4,355	
Segment 12	32,580	3,828	3,970	4,135	
Segment 13	30,960	3,828	3,792	3,970	
Segment 14	29,800	3,828	3,632	3,792	
Segment 15	28,000	3,828	3,481	3,632	
Segment 16	26,800	3,828	3,338	3,481	
Segment 17	24,580	3,828	3,188	3,338	
Segment 18	24,200	3,026	3,019	3,188	
Segment 19	22,960	3,828	2,851	3,019	
Segment 20	21,700	3,828	2,742	2,961	
Segment 21	20,490	3,828	2,604	2,742	
Segment 22	18,550	3,828	2,465	2,604	
Segment 23	18,250	3,828	2,325	2,465	
Stahlsegment	11,780	9,000	2,000	2,328	
Gesamtgewicht Turm / Total weight tower			to		
Fundamenttypen / foundation designs			Flachgründung oder Tiefgründung		

Tablo 3 /Enercon/