

DİĞER EKLER:

- E K : 1** - İ.T.Ü. Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Dekanlığı yazısı.
- E K : 2** - DOE / SANDIA 34 METER VAWT, USDA Agricultural Research Service, Bushland, Texas, (1988), (500 KW Dikey Milli "Darrieus" Türbin hk.)
- E K : 3** - Augmented Wind Turbine (AWT): Kingston Polytechnic, İngiltere, "Güç-artırım-kanatlı" Rüzgar Türbini, Independent Energy, March 1990, sh:66.
- E K : 4** - McLaughlin,D.K., Hughes W.L. WIND POWER, Marks' Standard Handbook For Mechanical Engineers, 1979, pp:9-164; pp:9;166.
- E K : 5** - D.M.İ. Durum Tespit Raporu: Deney Tarihleri: 20-22/1/1993
- E K : 6** - NACA 0021 Profil No.lu Kanat Kesiti, Theory of Wing Sections (ODTÜ Havacılık Bl. Kütüphanesi, sh:326)
- E K : 7** - ŞENER, Y.A., TÜRKİYE 5.ci ENERJİ KONGRESİ, Teknik Oturum Tebliğleri: "Rüzgar Türbinlerinde Tasarım Gelişmeleri, "Betz Bariyeri" Aşılabilir mi?; Muhtemel Ekonomik ve Çevresel Etkileri, Cilt:4, Ankara, 1990, sh:229-246.
- E K : 8** - Ramakumar, R., Wind Power, Standard Handbook For Electrical Engineers, Fink and Beaty, (Savonius, Darrieus, Giromill ile ilgili açıklamalar..) Mc Graw Hill, sh:11-15.
- E K : 9** - ODTÜ, Rapor

T.C.
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi
80626 Maşlak, İstanbul.

Sayı: 91/1890

Tarih: 22 EKİM 1991

TUBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu Başkanlığı'na,

DPT Müsteşarlık Araştırma Grubu uzmanlarından Yavuz Ali SENER'in "Gelibolu" ismini verdiği düşey eksenli rüzgar türbini modeli üzerinde, 17-18 Ekim 1991 tarihleri arasında, İTÜ Eiffel tipi subsonik Rüzgar Tüneli'nde ön inceleme yapılmıştır. Yönlendirme kanatları ve türbin kanatları dizaynı orjinal olan bu türbinin detaylı ve sistematik bir tarzda aerodinamik, mekanik ve verimlilik gibi farklı açılardan incelemeye değer bulunduğu tespit edilmiştir.

Saygılarımla arz ederim.

Doç. Dr. Veysel Atlı
İTÜ Uçak Laboratuvarları Sorumlusu

UYGUNDUR:

Prof. Dr. A. Huri YÜKSEL
Dekan *(Signature)*

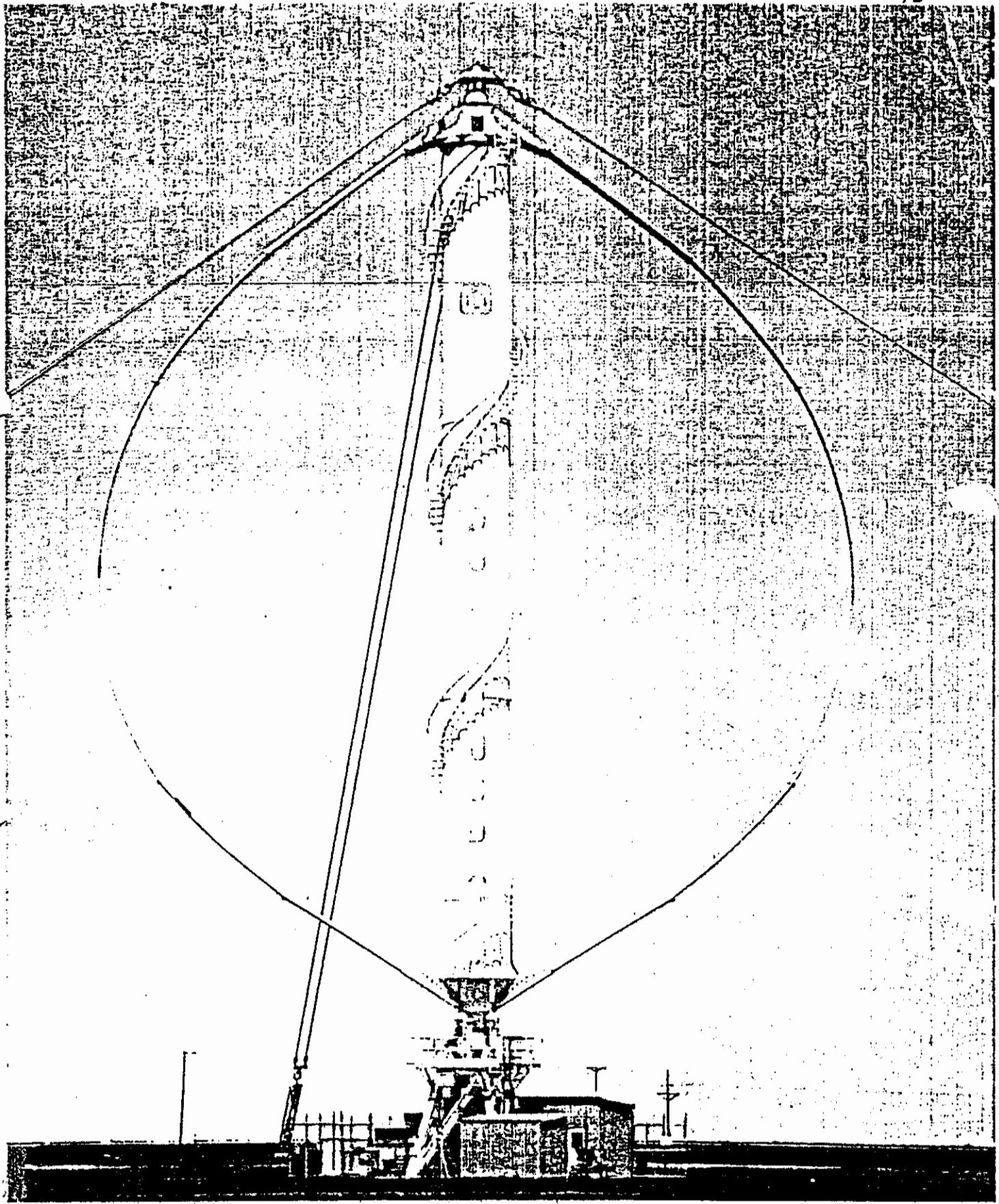
DOE/SANDIA 34 METER VAWT TEST BED

PROJECT TEAM:

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY
 SANDIA NATIONAL LABORATORIES
 U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

ROTOR	GENERATOR
DIAMETER, m	TYPE Variable Speed, Synchronous AC
HEIGHT, m	RATING, kVA 625
GROUND CLEARANCE, m	VOLTAGE 1200
SPEED, rpm	SPEED, rpm 280 to 1900
NUMBER OF BLADES	FREQUENCY, Hz 60
DIRECTION OF ROTATION	CONTROLS Programmable Industrial Controller
[LOOKING UPWARD]	SYSTEM Programmable Industrial Controller
BLADE MATERIAL	GENERATOR SPEED
BLADE LENGTH, m	and TORQUE
AERODYNAMIC CONTROL	PERFORMANCE
AIRFOILS	RATED POWER [ELECTRICAL], kW 500
CHORD DIMENSIONS, m	✓ RPM AT RATED POWER
SWEEP AREA, m ²	WIND SPEED AT EQUATOR, m/s
SOLIDITY	Cut-in
CENTRAL COLUMN	4
Material	Rated
Diameter, m	Cut-out
Wall Thickness, mm	Survival
GUY CABLES	Annual Average
Number	ANNUAL ENERGY OUTPUT
Material	[100 percent availability, MWh]
Diameter, mm	1150
MECHANICAL DESIGN APPROACH	DATA ACQUISITION AND ANALYSIS SYSTEM
GEAR BOX	NUMBER OF CHANNELS
TYPE	128
STEP-UP RATIO	MAXIMUM DATA
RATING, kW	THROUGHPUT RATE, kHz

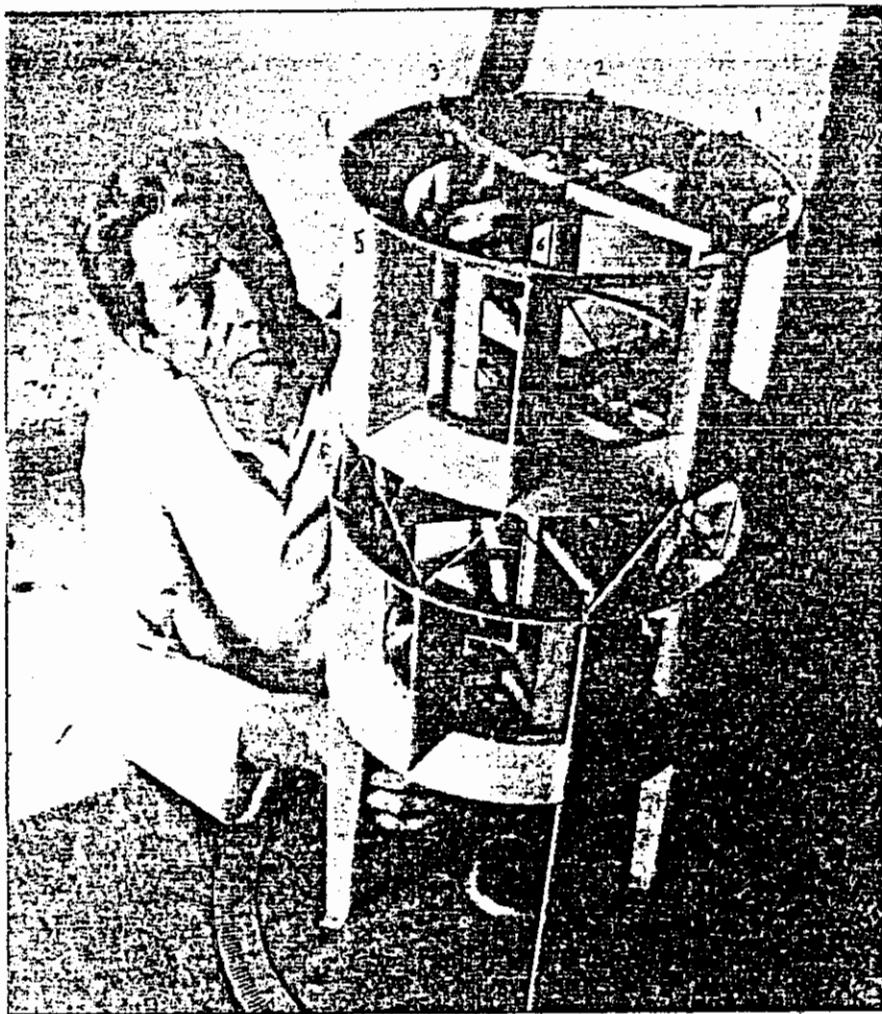
EK : 2 - DOE / SANDIA 34 METER VAWT, USDA Agricultural Research Service, Bushland, Texas, (1988), (500 KW Dikey Milli "Darrieus" Turbin)



DOE/SANDIA 34-METER VAWT TEST BED
USDA AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE, BUSHLAND, TEXAS
DEDICATED MAY 10, 1988

A.W.
1
1

GÜC- ARTIRIM-KANATLI (Yonelmesiz) TÜRBİN



BRITISH TUNNEL TESTING

Researchers at Kingston Polytechnic in England have design and developed a vertical axis wind machine, the Augmented Wind Turbine (AWT). It is described as "a high performance low maintenance form of wind power machine which can be operated as a small battery charger or as a grid connected constant speed machine capable of being constructed in megawatt or multi-megawatt versions."

Above, a research engineer prepares a model of a double stacked AWT for wind tunnel tests at Kingston Polytechnic.

(A W T) Türbini (İngiltere)

EK: 3 - Augmented Wind Turbine (AWT): Kingston Polytechnic, İngiltere,
"Güç-artırım-kanatlı" Rüzgar Türbini, Independent Energy, March 1990,
sh:66.

GİROMİL (= CYCLOGIRO) TÜRBİNİ

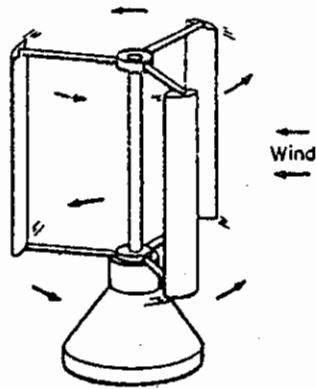
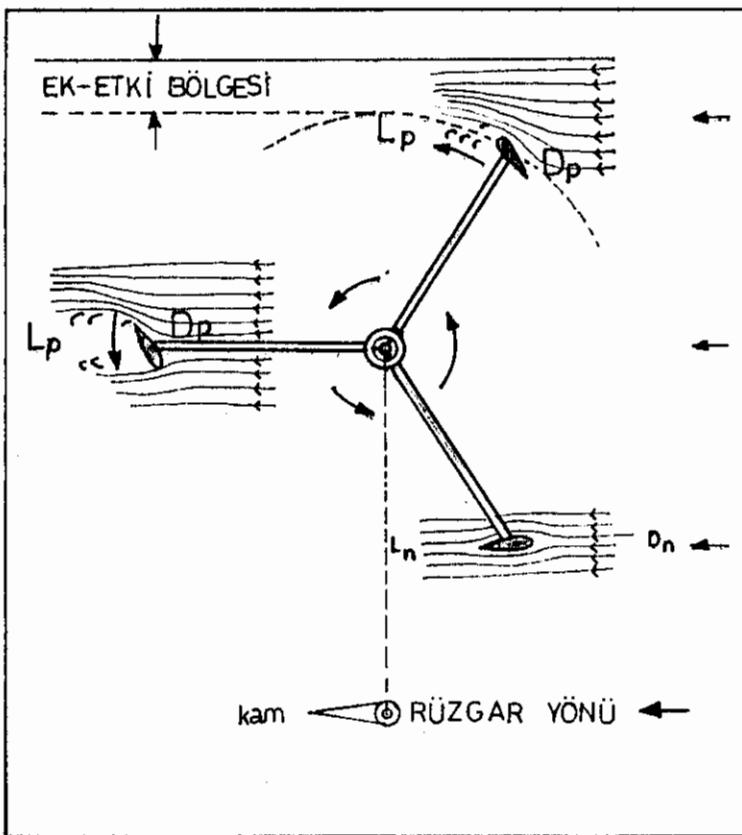


Fig. 6 Cyclogiro rotor.

RÜZGARA YÖNELME, KAM-MEKANİZMASI İLE SAĞLANIR.



ÇALIŞMA PRENSİBİ

Deney Tarihi: 20.1.1993
22.1.1993

DURUM TESPİTİ

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü rüzgar tünelinde, Yavuz Ali ŞENER tarafından getirilen rüzgar turbini ile ilgili deneme, nezaretimiz altında aşağıda belirlenen aşamalarda test edilmiştir:

1. Aşama : Üç adet NACA 0021 profil olduğu beyan edilen DARRIEUS tipi kanatlar ile yapılan deneyler:
 - A) Kanatlar boşta dönerken,
 - B) Kanatlar alternatör rotorunu döndürürken,
 - C) Kanatlar alternatörden elektrik üretirken,
2. Aşama : Yukarıdaki üç adet kanadın dışında, ayrıca yataklanmış ve bağımsız olarak dönen GELIBOLU tipi yöneltme kanatları ile kombine edilmiş halinde yapılan deneyler:
 - A) Kanatlar boşta dönerken,
 - B) Kanatlar alternatör rotorunu döndürürken,
 - C) Kanatlar alternatörden elektrik üretirken,

- Tur sayıları elektronik bir turmetre ile tespit edilmiştir.
- Rüzgar hızları, aşağıda isimleri belirtilen DMİ görevlileri tarafından ayarlanmıştır.

SONUCLAR:

1. Aşama : DARRIEUS kanatlarla:

- A) Kanatlar boşta dönerken,

<u>m/s rüzgar hızları</u>	<u>Tur sayıları ortalaması</u>
8.8 m/s	26 Tur/Dakika
10.3 m/s	54 Tur/Dakika
12 m/s	101 Tur/Dakika
13.6 m/s	166 Tur/Dakika
15.2 m/s	671 Tur/Dakika

- B) Kanatlar alternatör rotorunu döndürürken,

18.3 m/s	34 Tur/Dakika
19.3 m/s	53 Tur/Dakika
20.4 m/s	72 Tur/Dakika
21.8 m/s	105 Tur/Dakika
22.8 m/s	152 Tur/Dakika
23.8 m/s	219 Tur/Dakika
25.6 m/s	319 Tur/Dakika

C) Kanatlar alternatörden elektrik üretirken,

25.6 m/s	-- Tur/Dakika
27 m/s	42 Tur/Dakika

2. Aşama : GELİBOLU Kombinasyonu ile,

A) Kanatlar boşta dönerken,

m/s	rüzgar hızları	Tur sayıları ortalaması
4	m/s	41 Tur/Dakika
5.1	m/s	92 Tur/Dakika
6	m/s	120 Tur/Dakika
7.25	m/s	266 Tur/Dakika
8.15	m/s	364 Tur/Dakika
8.95	m/s	665 Tur/Dakika
10.2	m/s	774 Tur/Dakika
11.3	m/s	857 Tur/Dakika
12.6	m/s	988 Tur/Dakika
13.7	m/s	1069 Tur/Dakika

B) Kanatlar alternatör rotorunu döndürürken,

11 m/s	24 Tur/Dakika
12 m/s	95 Tur/Dakika
13 m/s	142 Tur/Dakika
14 m/s	205 Tur/Dakika
15 m/s	255 Tur/Dakika
16 m/s	310 Tur/Dakika
17 m/s	354 Tur/Dakika
18 m/s	418 Tur/Dakika
19 m/s	780 Tur/Dakika
20 m/s	873 Tur/Dakika

C) Kanatlar alternatörden elektrik üretirken,

20 m/s	224 Tur/Dakika
21 m/s	264 Tur/Dakika
22 m/s	314 Tur/Dakika
23 m/s	354 Tur/Dakika
24 m/s	384 Tur/Dakika
25 m/s	433 Tur/Dakika

Yukarıdaki deneyler ve tespitler nezaretimizde yapılmıştır.

DMI Yetkilisi

Tevfik KÜSKÜ

DMI Yetkilisi

Faruk ŞANLI

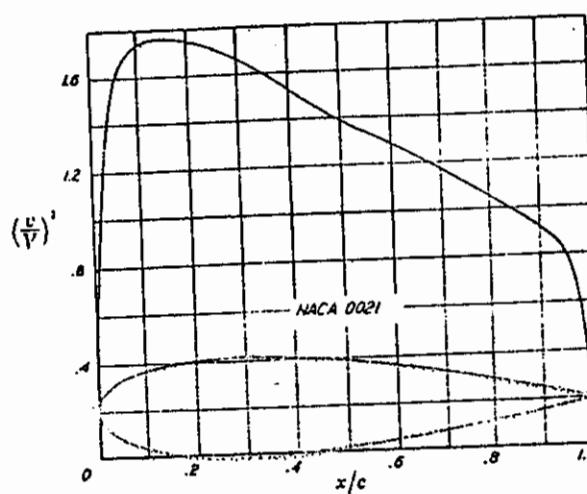
Proje Sorumlusu

Yavuz Ali SENER

CHORD

326

THEORY OF WING SECTIONS



x (per cent c)	y (per cent c)	$(v/V)^2$	v/V	$\Delta r_e/V$
0	0	0	0	1.167
0.5	0.397	0.630	1.065	
1.25	0.787	0.887	0.946	
2.5	1.182	1.087	0.818	
5.0	1.513	1.242	0.648	
7.5	1.682	1.297	0.550	
10	1.734	1.317	0.478	
15	1.756	1.325	0.351	
20	1.712	1.320	0.320	
25	1.706	1.306	0.274	
30	1.664	1.290	0.238	
40	1.538	1.240	0.183	
50	1.388	1.178	0.142	
60	1.284	1.133	0.111	
70	1.177	1.055	0.084	
80	1.055	1.027	0.061	
90	0.916	0.957	0.037	
95	0.801	0.895	0.023	
100	0.221	0	0	0

L.E. radius: 4.85 per cent c

NACA 0021 Basic Thickness Form

Wind Power

The Savonius rotor consists of an S-shaped metal airfoil, supported between two circular end plates. Wind impinging on the concave side is circulated through the center of the rotor to the back of the convex side, thus decreasing a high-negative-pressure region which would otherwise result. Tip-speed ratios typically range from 1 to 2, and efficiencies are around 30%. These rotors are self-starting and perform somewhat like a two-stage turbine. Ratio of height to diameter (aspect ratio) is usually less than 3.

The Darrieus rotor has two or more curved airfoil blades held together at top and bottom and positioned such that it can accept wind from any direction. Physically, it resembles the lower section of an eggbeater. These rotors are not self-starting, operate at tip-speed ratios of 6 to 8, and have efficiencies around 35%. Recently, Sandia Laboratories in Albuquerque, N.M., built and tested an experimental prototype Darrieus unit combined with a Savonius rotor for self-starting.

A giromill consists of a set of vertical blades attached to the axis by means of support arms at the top, bottom, and middle (if necessary). As the rotor rotates these arms in a circular path, the orientation of the blades is changed to achieve maximum force from the wind. The blades must be flipped from a positive to a negative orientation twice each revolution, at diametrically opposite points. The rotor easily adapts to a change in wind direction and can convert over 60% of the kinetic energy in a wind-stream tube having a cross-sectional area equal to rotor diameter times the span (height). This high efficiency is the result of the giromill affecting not only this wind-stream area, but also an additional area due to lift action of the blades. McDonnell Douglas Corporation of St. Louis, Mo., is studying this concept for the Energy Research and Development Administration.

In the tornado system, wind energy is collected by a stationary tower and a vortex (or tornado) is formed in the center of the tower by properly directing the wind by opening vanes in the windward side and closing in the back side. This vortex creates a low-pressure core directly above a horizontal turbine located at the throat of an inlet that is open at the bottom with a bellmouth shape. With a large vortex strength, a significant pressure difference can be maintained across the turbine. This large pressure difference results in high air velocities and high power densities. The inventors at Grumman Aircraft Company claim power outputs up to several hundred MW or higher are possible with single units. If this concept is proved by building a large enough experimental prototype, the possibility of very large units will be a significant advantage compared with conventional designs.

28. Wind to Electrical Energy Conversion. Three basic factors must be considered in selecting the proper system for generation of electrical energy from wind. They are:

- a. Type of output: dc, variable-frequency ac, or constant-frequency ac.
- b. Aeroturbine rotational speed: constant speed with variable-pitch blades, nearly constant speed with simpler pitch-changing mechanisms, or variable speed with fixed-pitch blades.
- c. Utilization of the electrical-energy output: battery storage, other forms of storage, or interconnection with conventional utility grid.

Initial large-scale generation of electrical energy from wind is expected to be in constant-frequency ac form, to be fed synchronously into an existing utility grid. This does not involve energy storage (except in the form of fuel saved), and present economics heavily favors this approach. For this application, the choice of electrical subsystem boils down to either a constant-speed constant-frequency (CSCF) system or a variable-speed constant-frequency (VSCF) system. The historic Smith-Putnam 1.25-MW unit (Grandpa's Knob near Rutland, Vt.; 1941-1945) and ERDA/NASA's 100-kW installation at Plum Brook near Sandusky, Ohio (1975) both employed constant-speed turbines and conventional synchronous machines.

Recent advances in solid-state power-switching technology and the availability of economical high-power devices such as diodes and thyristors have initiated an interest in the possibility of allowing the aeroturbine speed to vary optimally with wind and employing variable-speed constant-frequency (VSCF) generating systems to obtain electrical energy at the required fixed frequency to be pumped into existing utility mains (see Par. 53).

The advantages of this approach are (a) simpler and more economical mechanical arrangement for the aeroturbine because of the lack of complex pitch-changing mechanisms, (b) operation of the aeroturbine always at its maximum efficiency point (constant



TÜRKİYE 5. ENERJİ KONGRESİ

TEKNİK OTURUM TEBLİĞLERİ

4

5-3, 75
T.R. 1990

22 - 26 Ekim 1990
Ankara

RÜZGAR TÖRİBİNLİRİNDE TASARIM GELİŞMELERİ " DRTZ BARIYERİ " ASILARI LİR Mİ ? ; MUHTEŞEM EKONOMİK VE ÇEVRESEL ETKİLERİ .

Yavuz Ali Sener
DPT, Müstesərlik Araşdırma Grubu

112

Ünvan ekimlerinde mevcut enerjiyi yüksek verimlilik ve yüksek kapasite kullanımlı ile yararlı bir enerjiye dönüştürmek, anenek yeni enzimatik türbinlerini ile mümkündür.

Bu tebliğ ile, "OGELBOLU" rüzgar türbinini tasarımlı önerisi sunulmaktadır. Silindirik kütleli, "GELIBOLU" rüzgar türbinin tasarım modelinin verimlilik ve konusme faktörü açısından, literatürde yer alan diğer türbin modelleri arasında bazı üstünlükler gösterdiği izlenmektedir. Bu tür geliştirmelerle rüzgar türbinlerinin konusme maliyetinin düşürülmesi mümkün olabilir. Ayrıca bu türbin, yerel olsunıkların seri üretim, bakım ve onarım kolaylıklarını getirmektedir.

Rüzgar türbinlerinde "Betz limiti"nin yalnızca yarlılık ekibi perver-
nelli rüzgar türbin sistemleri için geçerli olduğu düşünülmektedir. Dolayısı ile rüzgar türbinleri için % 59.26 olmak belirti-
len verimlilik sınırı, diğer türlerdeki (dikey ekibi, hacimsel)
ruzgar türbinleri için bir kısıt teşkil etmemelidir.

Resimsel şekilde taranın kütleye eship rüzgar türbinlerinde, türbinin verimliliğinin hesaplanmasında, sadece türbinin kosit alanının esas alınması okyanuscular yararlılığı göstermektedir.

etkilediği hava akımlarının "etki bölgesinde" geçen akımlar dikkate alınmalıdır.

Doğal güç bakımından bol bir kaynak olan rüzgar enerjisi, duhu verimli ve yüksek kapasite kullanım olañıkları sunan türbinlerin seri üretimleri ile, toplumumuza pek çok doldu yeni ekonomik ve sosyal olañıklar sağlayabilir. Rüzgar enerjisi, yoklattan, çevre kirletici kuynaklılarından tasarruf sağlayabilecegi gibi, çevre üzerinde olumlu-yapıcı etkilerin gelişmesine yardımcı olur ve yeni teknolojilerin gelişmesi için de itici bir güç olabilir.

Rüzgar enerjisinin ekonomik ve sosyal muhtemel olumlu etkilerinin ve bu konudaki son gelişmelerin devletimiz tarafından da dikkatle araştırılarak olumlu yönlerinin ortaya çıkarılmasında, bunların geliştirilmesinde, teşvik ve desteklenerek faydalorının arttırılması ve bu enerji kaynağının da topluma mal edilmesinde ulusal faydalor bulunduğu düşünülmektedir.

E- RÜZGAR TURBİNLERİNDE VİRİMİLİLİK SINIRLARI:

A = "BK TZ LIMIT"

I-DURUM

Yatay eksenli rüzgar türbinlerinde, pervaneının tarafından alanın, yaklaşık pervane çapındaki $\frac{V_0}{V}$ bir $\frac{V_0}{V}$ 'dir, türbinin giden havanın akımları ile beslendiği均衡de, türbin tarafından elde edilebilecek en yüksek güç, A.Betz tarafından matematiksel olarak hesaplanmıştır. Bu maksimum güç, varsayılan silindir içinden

230

gelerek pervanelerin bulunduğu alana yönelik hava akımlarının en yüksek bulunduğu tüm kinetik enerjinin %59,26'sıdır (1) (2). Bu kurnaz enflasyon ekali pervaneli türbin sistemleri için bir kesinlik ifade etmekte olup, bu tür sistemlerde tüm tasarım gelişmeleri, bu maksimum verimliliğe erişebilmek için yapılmaktadır.

2 - GÖRÜŞLER

Bu ve kütlelerin kırılgınlıkları cisimlerin ışınıdan yonlarından septirilirler. Dolnayı ile sahip bulundukları enerji cisimin ön yüzünde bir basinc artısına yol açarken, cismin çevresinden geçen hepsi kütlelerinin yönlerinin cismin yanlarına sapılırken ve böylece cismin arkasında bulunan havanın da bu kütlelerin ışınından kaynaklanan temasının nedeniyle cismin arkasında bir vakum (çökme) etkisinin oluşmasına neden olurlar.

Buradın, Arıçmet Kanunun ve fizikte yer alan "su trombu" cihazıının hatalılanması ve havan akımlarının adapte edilerek düğünmesinde yarar vardır. Yukarıda söz edilen basinc ve vakum etkileri nedeniyle, havan akımlarının önüne, uygun şekilde tasarlanmış olan, dikey okulu, silindirik bir rüzgarlı türbini koyulduğunda, bu güçlerden, türbinin konutlarının önden itilmesinde ve arkından da vakum nedeniyle çekilmesinde, böylece türbinin daha verimli çalışmasında yararlanılabilir. Böyle bir rüzgar türbin sistemi, sadece kendi kesit alanına yönelik havan akımlarının gücünden değil, çevresinden, hatta üstünden geçen ve "etkilendirilemeyen" olan havan akımlarının gücünden de yararlanabilecektir. Bu yaklaşım ile yeni tasarımlı alternatifleri üzerinde düğünmesi gereki-

ORTUYA ÇIKMKTADIR. CISIMLERİN HAVA AKUMÜLASYONU ETKILEMESİ SONUCUNDU. CISİMİN YÜKSEKLİĞİNİN YAKLAŞIK 20 KATU UZAKLIĞA KADAR, CISİM ARKAŞINDA VAKUM SEBEBİ İLE BİR ANFOR BÖLGESİ OLUSUR. (Şekil 1-1).

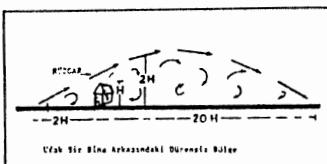
Sekil 2'de, esmin hava akimlari ve yonelik kesit alanina oronlu, esmin etkileyerek supirdigigi, gevreden geçen hava akimlari nin genis bir "Etki bolgesi ve kesiti" olusturduugu gözlenmektedir. Bu durumda bu etki bolgesini de, gec elde etmeye yonelik olumsu hukuki hakiminden dikkate almak gerekmektedir. Bu bögdeden geçen hava akimleri da aerodinamik yoplari silindirik (bacimsel) sekilde konserne ederken bulunan ruzgar turbinlerine üzerinde olumsu gec otkileri saglayabilecektir. (Sekil 3) Dolayisi ile, ruzgar turbinlerinin verimliliklerinin, ruzgar yonelik kesitleri dikkate alınanak degil, yönlerinden supirdiklari hava akimlari nin kesit alanina (etki bolgesine) gore hesaplanarak degerlendirilmesinin daha gecici olucagi dogruuluktadir.

"BETZ LIMIT" NON-SINGULAR

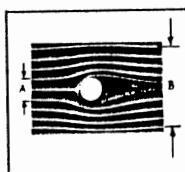
Bacimsel turmaya yapan rüzgar turbinlerinde, hava akimlarının turbin tarafından sapırıldığını nedeni ile turbinin arkası turbinin doku - hava - küteleri de emerek götürülmekte ve basıncı düşmektedir. Dolayısı ile bu basıncı turklarından uygun şekilde tasarruf etmek rüzgar turbinlerinin yararlanması halinde, daha geniş bir etki bolgesinin de enerjisi verimliliğe katkıda bulunmuş olacaktır. Bu verimliliğin ise BETZ limiti ile sınırlı olduğunu ve sonradan etkisi nedeni ile degerlendi.

232

taranmış rüzgar türbinlerinde verimliliğinin hesaplanmasıında cisimin kesit alanı değil, etki bölgelerinin kesit alanı veya alanının duyu geçerli ologeneity düşünülmektedir.



SERİI I. Cinsiler, rüyalar yönünü şarttır! Çevreden geçen hava cinsileri cinsler arasında zekum ve anasır olusturur.



ŞEKLİ 2. Siliindirik cisimlerin boyu ölçümü yapılışması: "A-Esist Bölgesi" "B-Etki Bölgesi" boyutları: $\pi \cdot \text{yarçap}^2$

II - TASARIM ÜNERİSİ:

Mevcut türbinlerin verimliliklerini ve kapasite faktörlerini esmer sınır kabul ederek, bunden fazlasının elde edilmesinin mümkün olamayacağını düşünmek, bu büyük enerji kaynaklarının insanlığın istifadesinden uzak tutulması sonucuna yol açar. EK-1'de rüzgar türbinlerinin muhtelî tiplerini ve çalışma şekillerini gösteren bir derleme yer almaktadır.

"Günkkile Schitterimzio Aziz Naturaturcum."

1. - "GELÄNDEN" TÜRKIS TÜRKIS

Takvime belirtildiği şekilde hava okimlarının yönlerinin, septe-
rimnesi ve oluşan ek güclen olumlu yönde yürürlüğümüş fikri
etrafında, aşağıda detayları belirtilen konum üzerinde
çalışılmıştır:

"Gelibolu" modeli türbin tasurimında, rüzgarın onuna hucumel bir kütlenin koyulması esas olmaktadır: Hava akımları dikey akış silindirik türbinin içine kısmen girerek güç kanallarını geriye doğru süpürmeye, bir kısmı ise, yönlendirme kanalları tarafından türbinin dışına suptırılarak güç kanalları üzerindeki olumsuz (durdurucu) etkisi kaldırılmıştır. Ancak, suptırılan bu hava akımları, bu defa da türbinin arkasında 'vakum' oluşturarak güç kanallarını arkalarından çekmekte (lift-kaldırma etkisi), böylece türbin tamı ile olumlu kuvvetlerden yararlanma imkân kazanmış olmaktadır.

2 - YAPISI vs CALISMA PRINSIFI

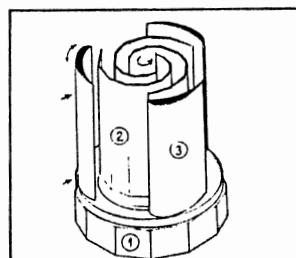
Sistem ucunu uniteden olusmaktadir:

- 1- Taşıyıcı Ünite (Güç Ünitesi dahil)
 - 2- Güç Kullanıtları
 - 3- Yönetmecilik Kullanıtları

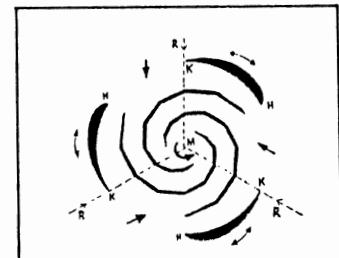
Dikay oksal ve silindirik yapıda olan "GELIBOLU" türbin sistemi, tesviyici ünite tarafından aynı merkezden yataklanmış olsa fakat

234

birbirinden bağımsız hareket edebilen iki ayrı konut gurubundan (Güç konutları ve Yönlendirme konutları) oluşmaktadır. (Şekil 4)



SERİ 3. "GELIBOLU" rüyaşer türbini modeli:
(1. Tasarımcı: Ümit; 2. Güc
Kapaciteleri: 3. (Yükleme Kapasiteleri)



SEKİL 4. "GELİŞİM" TÜRKİYEDE RÜZGAR YÖNETİCİ "YÖNETİCİ KONFERANSI" TEREFİNDEKİ KENDİLLİKLERİNE SAĞLAŞIR; RÜZGAR YHAŞINDA DÜZELLİKLƏR KELİR.

Tasviye Ünitesi, rüzgar türbininin yeryüzü ile hacimsel bağlantısını sağlanmakta, sistemin olumsuz yüklerini (yükün karşı yük) tasıtmakta, yönetme konutlarının ve güç konutlarının yatkılık göre vi yapmaktadır. Yönetme konutları, perodinik yapısı nedeni ile, rüzgar yönüne göre kendiliğinden, merkezdeki yatkılıkları üzerinde dönerek hava akımlarının türbin içine 180 derecelik bir yarım geçişen bölgeden akmasını yol vermekte, hatta korelik, diğer 180 derecelik bölgeyi kopartarak, olumsuz rüzgar güçlerinin türbin içerişine girmesine engel olmak bu tür sistemlerin yanında ve arkasına atmaktadır. Aynı zamanda türbin içerişine giren ve güç konutlarını döndürmekte olan hava akımlarını kullanılarak bir pompa eideri gibi görev görmektedir.

Güç kanalları, lastriye ünite tarafından yalnızca bir platform üzerinde yer alan üç adet kanal grubundan oluşmaktadır.

Güç kanatları rüzgarın her yönü için daima aynı yönde dönmektedir. Kanatları taşıyan platformun merkezindeki şeffaflı olgun mokanik gücü, yataklarındığı taşıyıcı ünitenin alt kısmında yer alan güç Ünitesine intikal ettiirmektedir. Yönetme kanatları, yapısı gereği rıjît yanal yüzeyler oluşturur; dışbükey özel yapıdaki şartları rüzgar gücü ile kendiliğinden harekete geterek ve yatakların etrafında yeleri kader denerken yukarıda ifade edilen yeri geçiren kanal etkisini oluşturur. Yönetme kanatlarının bu otomatik yönelmesi sonucunda nesneden belirtilen bir yön sınırlama si olusarak kararlı hale gelmekta ve her türlü rüzgar yönü ve hızı için yine kendiliğinden uygun muhafaza edilmektedir:

Yönetme: a) Rüzgar yönü, b) yönetme kanatlarının koskin kenarı (kaçış kenarı) ve c) sistemin merkezi daima bir doğru üzerinde bulunmaktadır (Şekil-4). Bu yönlendirme, üçte bir (120° şer derece lik) olasılıkle rüzgar yönune en yakın koskin kenarı, ortada kalacak şekilde birbirinin yarısını üç pozisyon olusması mümkündür.

Güç kanatları değişik turde konut kesitlerinden oluşabilir: Hava akımları ile en fazla temiz yüzeyi logaritmik yapıda bulunan kesitlerde enginlenebilceği görülmektedir. Ayrıca temiz yüzeyinin, sistemin yüksekliği boyunca da arttırmak istenilen güç kanatlarının sinüzoidal bir yapıda yukarıya doğru sıyrılmak ve gecikmeli bir dengi de verilebilir. Bu yapı turbinin, tur nedeni ile ses yapmasını da önleyebilicektir.

malzeme ve olansıklarla, ihtiyaç miktarında üretilebilir.

f) Turbinin yapısında daha fazla malzeme ve işçilik kullanılmaktadır. Ancak maliyeteki bu artış, verim ve kapasite artığının altında kalmaktır, yerli olansıklarla üretilmesi bu dengeyi daha olumlu hale getirmektedir.

g) Sistem, dikey eksenli şeffaflı gücü ve standart (universal) yapısı ile her türlü enerji çıktıları imkanı sunmaktadır. Söz konusu şeffaflı gücünden her şart altında çok değişik amaçlarla yararlanmak mümkündür.

4 - ENERJİ OLANSAKLARI

Güç kanatlarının şeffaflı gücü, taşıyıcı ünitenin altında güç Ünitesinde yaşam yüksekliğinde (yısklaşık insan boyu) kullanıma sunulmaktadır. Bu güç, özellikle elektrik üretimi, endüstriyel şeffaflı gücü, pompa (kompresör), ısı ve soğuk depolama gibi kullanım alternatiflerine olasık vermektedir.

Rüzgar enerjisinin kararlı yapıda olması nedeni ile, bu kesikli özelliklere uygun olarak, sağlanan mekanik enerjinin, zamandan bağımsız olarak, depolana bilir başka bir enerji şekline dönüşümü ve bu şekli ile, sonrasında dengeli bir şekilde kullanılmamasını daha rasyonel hale getirmektedir. Urnebin basıncı hava elde ederek depolamak ve basıncı ilerde ihtiyaç miktarında kullanmak, bu arada kompresörde oluşan ısı enerjisini de ısı pompası ile değerlendirmek rasyonel bir yol olarak görülmektedir. Bu yolla elde edilecek olan hava basıncı, uygun kapasiteli bir

236

3 - UZELLİKLERİ

"Gelibolu" rüzgar turbin sistemi tasarımı, nesneden özetlenen konuların bazı özellikleri, farklılık ve yenilikler arzeder: (3)

a) Sistem, rüzgarın her yönü ve hızı için kendiliğinden yön ayarlaması yapabilmektedir. Bunun için ayrıca ek bir enerji serif gerekmektedir, rüzgar gücü yeterli olmaktadır.

b) Yönetme kanatları, olumlu hava akımlarını sistem içine konutlara ederek güç kanatlarının göndermeye, olumsuz yandaki rüzgar güçlerini ise perdelemektedir; böylece sistemin arkasına intikal eden hava akımlarının engeldeğil vakum, güç kanatlarını arkalarından çekerek dönen gücünü artırmak ek bir etki oluşturmaktadır.

c) Turbin, negatif yüklerin perdelemiş olması nedeni ile çok düşük rüzgar güçlerinde harekete geçebilmekte olup, usuz rüzgar hızlarında da sistemin kapalılmaması gerektirmeden çalışmasını her hızda sürdürmektektir. Bu durumda güç Ünitesinin de kapasitesi oranında, turbinin, üretimi devam edebilecek olup, turbin kendi yapımı gereği üretimi kesmek sorundu doğildir. Dolayısı ile yüksek bir kapasite faktörü elde edilebilmesi mümkündür.

d) Turbin, yapımı gereği herhangi bir çapta veya yükseklikte üretilmeli.

e) "Gelibolu" turbin tasarıminin teminen yerli üretim olansıkları ile yurdun her tarafından yerli malzemelerle üretilmesi mümkündür. Özel teknoloji gerektiren kanatlar ve özel malzemeler gerekmektedir. Seri üretme olverisi olduğu gibi, yerel

238

turbojeneratörde çok yüksek kapasite faktörü ile çalışabilecektir. İsi pompası ise güç Ünitesinde olusun her türlü ısı kayiplarından yararlanılmasını ve ısı enerjisinden herhangi bir amaçla kullanılmamasını imkanını sunabilir.

5 - TEREL ÜRETİM

"Gelibolu" rüzgar turbin sisteminde, kanatlar aerodinamik özelliklere sahip olmakla beraber, bu kanatların üretim teknigi sevkede basit olduğu gibi, yurdumuzun her yöresinde kolayca bulunabilecek malzemelerle üretilmeli. Sistem, rıjît yapıda üretildiğinden, elastikiyet gerektiren parçaları bulunmadığından, malzeme yorgunluğu, kırılma vs. problemlerin doğmasına beklenir. Bununla beraber, her türlü bakım ve onarım, yurdumuzun teknik olansıkları ile yapılabilicek özelliktedir.

III - EKONOMİK VE ÇEVRESEL ETKİLER

A - EKONOMİK ETKİLER

1- GENEL

Rüzgar enerjisi, yeryüzünün erişilebilir yüksekliklerine kadar gökyüzünden ulaşmakta olan knigit parçalar gibi düşünülebilir. Ne kadar yükselse, ne kadar verimli ve ne kadar çok süre çalışabilen turbinler, bu enerji kaynakının bol olduğu yerlerde kurulabilirse, yeryüzüne indireceği para miktarı o kadar fazla olacaktır. Rüzgar enerjisi ABD'de yayınlanan resmi bir raporda en ucuz ikinci enerji kaynağı olarak, tanımlanmıştır. (4). Uluslararası ihracat gelirlerinin büyük kısmını petrole ödemektedir; dolayısı

ile enerji bitmeyen ihtiyacımızdır. Enerji, öncelikle tasarruf sağlayıcı, hemen sonra da gelir getirici büyük etkiler oluşturur; kat kat milli gelir artışı sağlar.

Her birim yatırımla karşılığında, daha fazla verim ve kapasite faktörü sağlayın rüzgar turbinleri, geri ödeme süresini daha da kısaltabilecektir.

2 EKONOMİK KULLANIM OLANAKLARI

Aynı anda, rüzgar enerjisinin, dahu da ucuz bir enerji haline gelmesi halinde ne tur kullanım olanaklarının açılabileceği anlamaktadır. Bu olakların yaygın şekilde gerçekleştirilebilmesi için, daha yüksek verimliliğe ve yüksek kapasite kullanımının erişilebilcek sistemlerin üretimi ve kullanılması ile enerjinin dahu ucuzu üretilebilmesi gereklidir. Hâlinen bazı sunayı üretim metodları ve sunayı proseslerine enerjinin pahalı olması nedeniyle invayurulanız iken, enerji nisbi olarak ucuzludugunda ve yaygınlaştırıldığında, bu metodlarla üretmeye girmekte tereddüt edilmeyebilir. Kullanım alanlarının bir kısmı da rüzgar enerjisinin doğal yapısının çok uygun ve onu tamamlar özelliktidir. Örneğin, biyogaz tesislerinde, kurşutlama ve ısı ihtiyacı rüzgar turbinlerinin şart gücü ile kolaylıkla karşılanarak, bu tesislerin bu nedenle kışın atıl kalımları önlenebilir; yaygınlaşmalarını vesile olur.

Turbinlerin yaşamecycleinde şart gücü sunmakta başlıca aşağıdaki kullanım olanaklarını yaygınlaştırabilir:

- a) Elektrik üretimi, b) Endüstriyel şart gücü, c) Kompresör ve pompaj, d) İst. ve soğuk depolama.

240

B - ÇEVRESEL OLUMLU ETKİLER

1- GENEL

Günümüz, gerçek sunayı gerçek enerji üretiminin, çevreyi fazla tıharip ettiği bir dönemdir. Bu gidişin zarurları yeni yeni anlaşıldığından, çevre temizliği ve çevreye olumlu etkiler sağlanacak sunayı ve enerji dallarına tüm dünyada gerekli önem verilmeye başlanmıştır.

ABD'de 1989 Kasım ayında yayınlanan bir raporda (4), muhtelif enerji kaynaklarının, çevreye olumlu etkileri ve sosyal yararları dikkate alınarak sıralanmaları yapılmıştır. En ucuz enerji, mevcut enerjinin tasarruf edilmesi ve kullanım verimliliğinin arttırılmasıdır. ikinci sırada rüzgar enerjisi yer almaktadır. Bu raporda geleneksel enerji kaynaklarının sınırlı kader göz önünde bulundurulmasının olsa çevresel ve sosyal maliyetleri de dikkate alınmıştır.

Havva kirliliğinin toplumun maliyeti nedir? Raporun her etkinin önem derecesi ağırlıklandırılarak enerji kaynakları arasında bir sıralama yapılmıştır. Raporun ek çalışmalarının bu tür olumsuz çevresel ve sunaylı etkilere, parsnal bir değer tayin etmek üzere sürdürdüğünü bildirilmektedir. (4)

"Olumsa devlet elinde bir nefes sahibi gibi."

"Temiz havva özgürlük" için ne değer biçileceğini hep birlikte görmeyi umam.

2- OLANAKLAR:

Rüzgar turbinlerinde yeni tasarrım alternatiflerinin yüksek kapasite kullanımı ve verimlilikle ucuz enerji sağlama durumunda, bu turbinler kendilerine yapılan yatırımların kısa sürede geri ödenmesine imkan verecekleri gibi, bu teknoloji, yeni iş olanakları getirebilecek, ülke üzerinde hemen her tarafta yerel malzeme ve teknik imkanlarla üretim, bakım ve onarımları gerçekleştirilecektir. Yabancı teknolojiye ihtiyac olmadan yurdumuzum birçok yerinde üretim fabrika ve atölyeleri açılabilir.

Ayrıca turbinlerin sağladığı enerji çıktıları olan elektrik, mekanik güç ve diğer kullanım olanakları, fayda üreterek, yeni iş olanakları ve enerji ucuzluğu da sağlayabilecektir; kırıslı kısmide de her türlü üretimin yaygınlaşması, gelişmesi, dolayısı ile milli gelir artışı olanakları doğabilecektir.

IV - SONUÇ VE ÖNERİLER

A - ARAŞTIRMA, GELİŞTİRME, YAYGINLAŞTIRMA

Enerji, talebi hiçbir zaman tükenmeyecek olan bir ihtiyacımız olduğuna göre, bunu sağlayacak araştırma çabalarını yurt dışından beklemek, sonra da lisans altında almak, ülkemize haksızlık olur.

I- DEVLET DESTEGI

Tüm dünyada rüzgar enerjisi fevkulade ciddiyet kazanmakta iken, ülkemizde de her türlü enerji üretimi ve rüzgarden enerji üretiminin her türlü imkanla teşvik ve desteklenmesinin esasnel

242

olacağı düşünülmektedir. Enerji Fonları ve Kamu Ortaklılığı İsmi ile pilot projeler ve tanıtma (demonstrasyon) projeleri gerçekleştirilmeli, halkın ve özel sektörde örnek olunmalıdır.

2- ÜRETİM SİSTEMLERİNİN YAYGINLAŞTIRILMASI

Büyük kapasiteli sistemler, kamu desteği ile gerçekleştirilmeli ve elektrik üretimi yönelik olanlar ana elektrik sisteme katkıda bulunmak amacıyla imal edilmeli ve yaygın olarak kullanılmalıdır. Kamu kaynakları ile büyük sistemlerin üretimi ve yaygınlaştırılması mümkün. Megawatt düzeyinde büyük rüzgar turbinleri içerisinde, yüksek kapasite kullanımı ve verimliliğe sahip olan sistemlerin, hidroelektrik, termik ve doğal gaz santralleri ile kolayca rekabet etmesi ve öne geçmesi mümkün olabilir. Bu bususların ortaüstü projeleri ile etüd edilmesi gerekdir. Ayrıca teknik bekliyor uygın bulunan sistemlerin, ekonomiye muhtemel katkılarının, mali ve sosyo-ekonomik araştırmaların bütünlendirilmesi gerekdir. Sonuçların olumlu olması halinde, yerarlenilmesi ve yaygınlaştırılması ulusal bir görev olacaktır.

B - TASARIMLARIN ULUSLARARASI DÜZENLEME KORUNMASI

Yurdumuz olanakları ile, gerek kamu kuruluşlarında, gerek özel kuruluş ve şahıslar tarafından yapılan her türlü geliştirme, buluş ve katkılar, gerek yurt içinde, gerek uluslararası düzeydeki patent kuruluşları nezdinde patent hakları temini suretiyle bizzat devlet tarafından korunma altına alınmalıdır. Bu yapılmıştı tekdirde, geliştirilen ve tatbik değeri olan ekonomik,

teknik ve stratejik bakımdan önemli buluşlar, diğer uluslararası tarafsızdan kolejce uygulanabilecektir. Bu durumda, ileride ülkemizin öz varlığından olgun buluşları kullanabilmek için, onları uygulanan uluslararası lisans bedelleri ödemek durumunda bulunmamızıza. Bu kapsamda buluşlar ulusumuza maleşidimeli, devletimizin gözetimi altında, ulusumuzun ihtiyaçları için koordineli şekilde kamu ve özel kuruluşlarımız tarafından kullanılmalıdır.

C TEŞVIK-KORUMA, YASA DESTEKGİ

Ozellikle rüzgar enerjisinde birçok ülkeler yoğun teşvik ve destek sağlamaktadır. Danimarka, standart rüzgar turbinlerinin belediye arazisi üzerinde kurulması halinde, yatırımı % 30'a kadar sübvansel etmekteydi. Bu durum, enerji yatırımlarını ve standartları boyunca teşvik etmektedir.

Enerji yatırımlarının tümünde olduğu gibi, rüzgar enerjisinde de, ulusal ekonomiden enerji üretim alanına yapılacak olan yatırımlar, üretilen enerjinin, milli gelir artışı olarak direkt etkisi nedeni ile, makro düzeyde, toplumu kısa sürede geri dönmektedir. Ancak spesifik yatırımlar, bu sürede, henüz yatırım bedelini geri alamamış bulunduğuundan, bunları da bu süre içinde teşvik ve mali yönden desteklemek, ekonomi için bir görev olmaktadır: Toplum bu sürede yattığı milli kaynakları geri kazanmış veya kazanmaktadır. Bu önemli noktanın ışığı altında, gerekli mervazat değişiklikleri sık sık gözden geçirilerek, günün gelinen ihtiyaçlarına göre resyonelleştirmeler yapılmalıdır.

Üzüllikle üretimde, bakım ve onarımında standartlaşmanın mevzuat

EK 1. RUZGAR TURBİNLERİ TIPLERİ VE ÇALIŞMA ŞEKLİLERİ

kapasiteli hızla alınması uygun olur.

Rüzgar Enerjini Çiftlikleri veya ennis üretilmiş olsak gerekçeli türilen elektrik üretilmiş, entekonnekte elektrik şebekesi ile devlet tarafından satılık alınmalıdır; mühendilinde kullanımının da belirli kurallara bağlı olarak, üreticiye gelir sağlanıcı bir şekilde imkan tanınmalıdır. Enerji üretiminin (elektrik, vs.), toplum yararları göz önünde tutulmak üreticiyi ve toplumu en fazla şekilde yararlandıracılar bir maaş bedel (avoided cost) üzerinden satılık alınmasını imkan sağlumalıdır.

REFRANSLAR:

- 1- McLoughlin, D.R., Hughes, W.L., "WIND POWER", Marks' Standard Handbook For Mechanical Engineers, Sh: 9 164, McGraw-Hill, 1979
 - 2- Yavuzoren, G., "Tarimda Dojul Enerji kaynakları", Ziraset Fakültesi yayınları: 876, Sh: 36, Ankara, 1983.
 - 3- Sener, Y.A., "Türkiye'de Rüzgar Enerjisinden Yararlanma İmkanları", Türkiye IV. Enerji Kongresi, Teknik Oturum Bildirileri 1, Sh: 377, Izmir, 1986
 - 4- Gipe, P., "Wind, A Good Buy", Independent Energy, Sh: 52, Kasim 1989.

RAPOR

GİRİŞ

Sayın Yavuz Ali Şener tarafından getirilen sabit ve döner kanatçıklardan meydana gelen 20.4.1990 - 25469 numaralı patenti haiz Rüzgar Enerjisi Jeneratörü ODTÜ Havacılık Mühendisliği Bölümü Büyük Rüzgar Tüneli fanları mansabında açık jet şartları altında güç ve verimlilik ölçümü için ön-denemeye tabi tutulmuştur. Bu rapor yapılan ön çalışma ve sonuçlarını içermektedir.

Jeneratör Sayın Şener tarafından Üniversite dışında imal edilmiş olup, Bölümce yapılan iş yalnızca deney ve ölçümleri gerçekleştirmek olmuştur. TUBİTAK tarafından MAG 818 (MİSAK - 7) proje kod numarası ile desteklenen bu projeye TUBİTAK'ca ayrılan para jeneratörün imalatına sarf edildiği için, yapılan deneylerden herhangi bir nam altında ücret talep edilmemiştir.

Deneysel ön-deney (Proof of concept) seviyesinde yapılarak, önce jeneratörün ne ölçüde ümit verdiği suları araştırılmıştır. Bu çalışmaya göre eğer jeneratör üzerinde ciddi geliştirme ihtiyaç ve gereği görülürse, teorik ve deneysel olmak üzere esas AR-GE çalışmasının başlatılması ve kapsamlı destek istenmesi ön görülmüştür.

DENEYLER

1.40 x 0.72 m lik rüzgar'a maruz alana sahip ve şekil 1 de fotoğrafı görülen Rüzgar Enerjisi Jeneratörü, ODTÜ Havacılık Mühendisliği Bölümü Büyük rüzgar tünelinin iki adet 2 m çapındaki fanlarından bir tanesinin 5.5 m

C.Ş.

mansabına tespit edilmiştir. Sekil 2 de deney sistemi kroki halinde verilmistir. Jeneratör fandan gelen jetin uniform akım alanı içinde kalmasına dikkat edilmiştir. Aynı şekilde görüldüğü üzere bir pitot tübü yardımıyla jeneratöre gelen rüzgar hızı ölçülmüştür.

Laboratuarda imal edilen Prony freni tipinde kayışlı bir aparat ile tork, elektronik bir RPM metre ile de aynı anda ölçülen tur sayısı tespit edilmiş ve jeneratör tarafından üretilen güç hesaplanmıştır. Pitot tübünde hasıl olan dinamik basınc elektronik "transducer" ile ölçülmüş (mV olarak) ve bir kalibrasyon katsayısı ile rüzgar hızına dönüştürülmüştür. Pitot tübünün elektronik sayacında ölçülen 700 mV 16.5 m/s ve 750 mV da 17 m/s ye tekabül etmektedir. Rüzgar tüneli fan motorlarının auto-kontrol sistemi sayesinde gelen rüzgar hızı sabit tutulmaktadır. Bu sabitlik 50 mV' a tekabül eden 0.5 m/s veya çalışma şartlarına göre $05/16.5 = \% 3$ veya $\pm \% 1.5$ dur.

Deneysel iki farklı durumda gerçekleştirilmiştir.

İlk deney sabit kanatçıklar ile, digeri ise sabit kanatçıkları çıkarıldıktan sonra yapılmıştır. Bu deneylere ait çıktılar Tablo 1 (Şekil 1) ve Tablo 2 (Şekil 2) de verilmiştir.

Bu tabloların ilk kolonlarında deney esnasında ölçülen pitot tübü elektronik sayaç okumaları (700 mV 16.5 m/s; 750 mV 17. m/s), ikinci kolonda Prony frenide kullanılan fenleme ağırlıkları (kgf olarak), üçüncü kolonda okunan devir sayısı (R.P.M olarak), dördüncü kolonda bu verilen okumalara göre hesaplanan üretilen güç (W olarak) ve sonuncu kolon da verimliliği (% olarak) göstermektedir. Kullanılan Prony freni sistemi için geçerli olan güç hesaplama formülü

0.4.

$$P (\text{watt}) = 0.17 W \cdot \text{RPM} \text{ dir.}$$

Burada W frenlemede kullanılan ağırlık (kgf) ve RPM de ölçülen devir/dakika dır. Sonuç watt olarak çıkmaktadır.

Verimlilik, dördüncü kolondaki değerlerin, jeneratörün karşısadığı rüzgar alanı ($0.72 \times 1.40 \text{ m}^2$) ile birim alandaki rüzgar gücü ($1/2 \rho U^3$) nün çarpımına eşit olan güçce ($1/2 \times 1.1 \times 16.5^3 \times 0.72 \times 1.40 = 2470 \text{ watt}$), bölünmesi ile elde edilmiştir.

Kullanılan güç ölçme sistemi gelişmiş bir ölçme düzeni değildir. %30 civarında düşük güç ölçtüğü tahmin edilebilir. Bu halde verimi gösteren kolondaki değerlerin 1.30 ile çarpılması mümkündür. Bu halde ölçülen en yüksek verim $\% 3.8 \times 1.3 = \% 4.9$ değerine ulaşmakta, üretilen güç ise 16.5 m/s lik hızda jeneratörün rüzgar karşısayan m^2 inden 120 watt'a yükselmektedir.

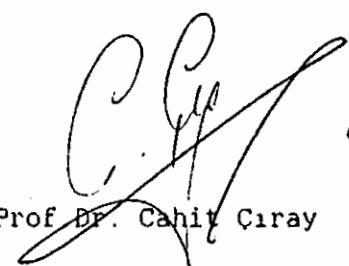
DEĞERLENDİRME

1. Denenen jeneratör nispeten basit bir geometri, dolayısıyle imalat kolaylığı olan bir rüzgar enerjisi üreticidir.
2. Sabit kanatçıkların üretilen enerjiyi artırma fonksiyonları belirgindir.
3. Denenen şartlarda % 5 bulmayan bir verimlilik temin edilmiştir. Ancak denenen sistem ağır bir sistemdir. Mekanik olarak imalat'daki sürütmelerin azaltılması ve daha hafif bir sistem yapılması mümkün görülmektedir. Bu şartlarda verimde % 50 bir artma olsa, varılacak azami değerin % 8'i geçme ihtimali zayıftır.

Eğer bu sistemin geliştirilmesi gereği duyulursa Havacılık Mühendisliği Bölümü gerekli teorik ve deneysel çalışmaları Üniversitemizin belirli şartları altında gerçekleştirebilir.

C. F.

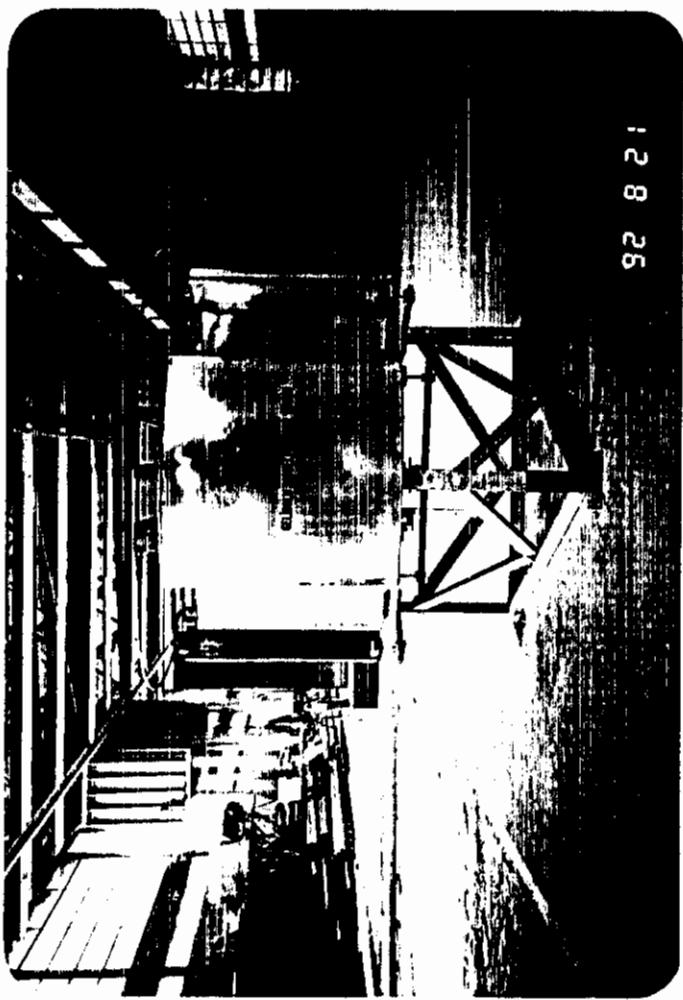
Bu çalışma Havacılık Mühendisliği Bölümü araştırma görevlilerinden Mühendis B. Alkışlar'ın gayretleri ile yapılmıştır. Prony freni düzeneği tasarım ve imalat olarak kendi eseridir. Deneyler de tamamen kendisi tarafından gerçekleştirilmistir. Katkılarından dolayı kendisine teşekkür ederim.



25. 8. 1992
Prof. Dr. Cahit Cıray

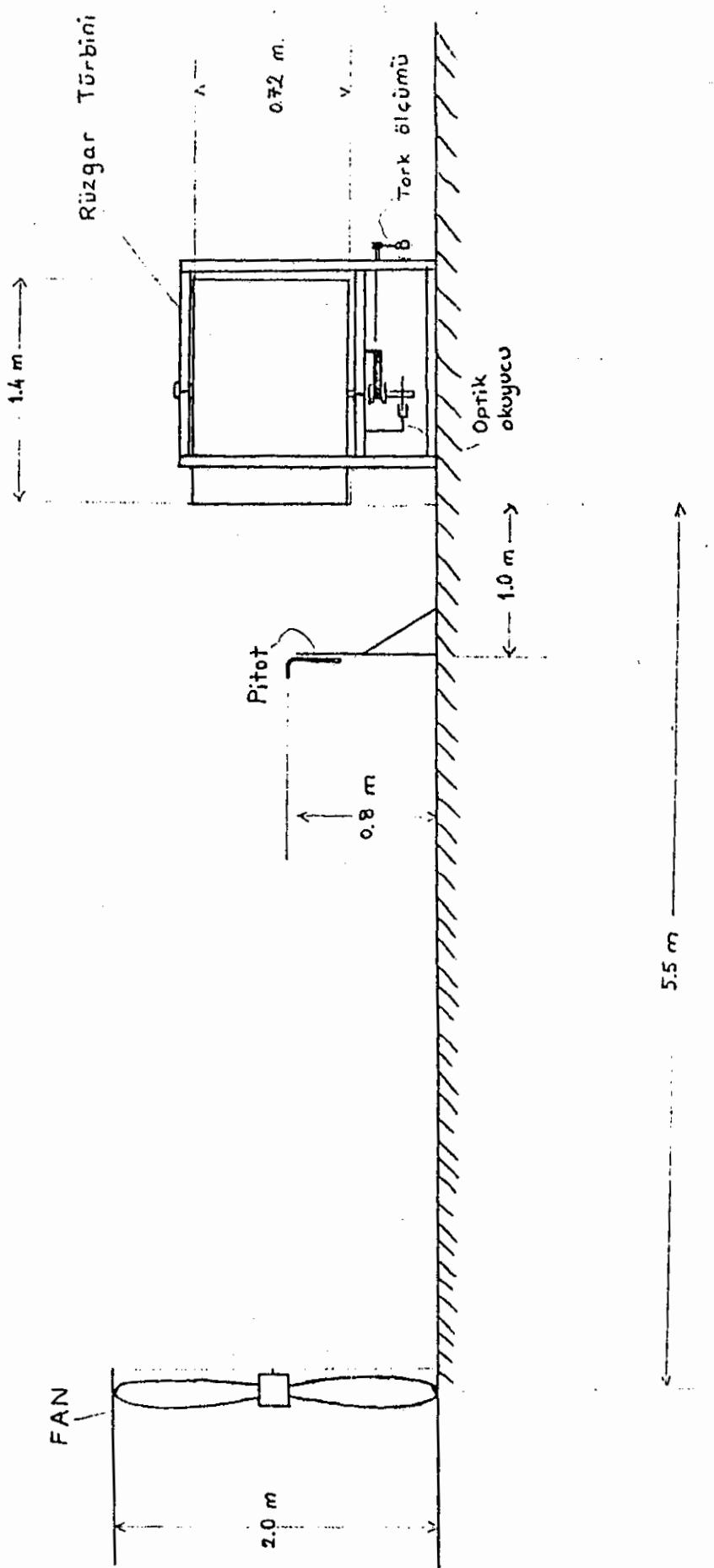
Denenen Ruzgar Jeneratorunun Fotografi

SEKIL 1



VI - 19





DENEY SİSTEMİ KROKİSİ

ŞEKLİ 2

mV	Kgf	RPM	Güç (watt)	% Verim
700	0	158	0	0
700	0.5	153	13	0.53
710	1.0	149	25.3	1.02
700	1.5	145	37	1.49
690	2.0	140	47.6	1.93
700	2.5	135	57.4	2.32
670	3.0	130	66.3	2.68
690	3.5	126	75	3.04
720	5.0	110	93.5	3.79
720	5.5	0	0	0
700	3.5	126	75	3.04
720	3.0	132	67.3	2.72
700	2.5	137	58.2	2.37
700	2.0	141	47.9	1.94
690	1.5	145	37	1.49
700	1.0	149	25.3	1.02
710	0.5	152	12.9	0.52
700	0	158	0	0

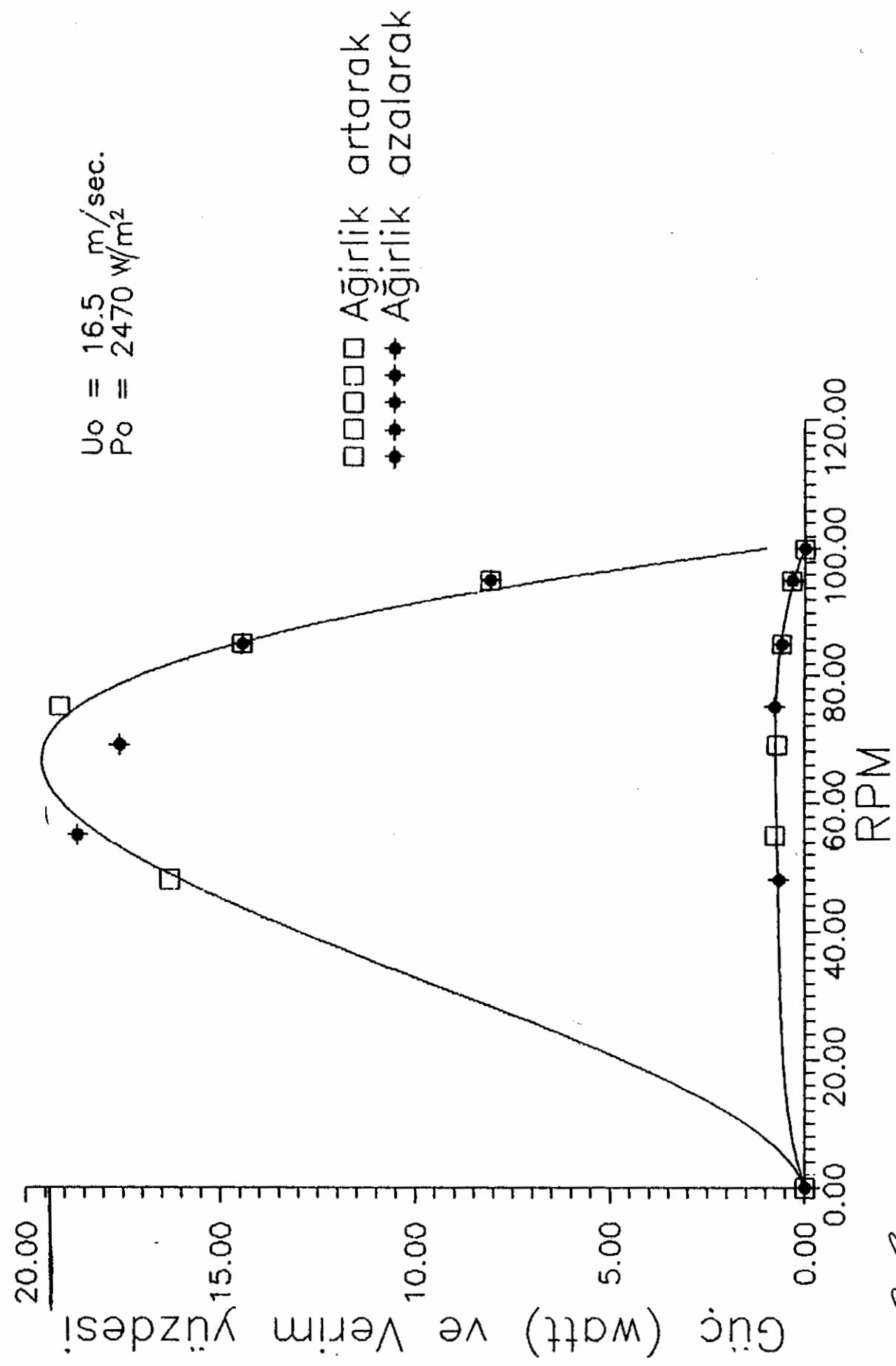
Sabit Kanatçıklar ile Yapılan
Deney Sonuçları

TABLO 1

mV	Kgf	RPM	Güç (watt)	% Verim
700	0	100	0	0
720	0.5	95	8.08	0.33
750	1.0	85	14.45	0.59
750	1.5	75	19.13	0.77
710	2.0	48	16.32	0.66
710	2.5	0	0	0
730	2.0	55	18.7	0.76
720	1.5	69	17.6	0.71
720	1.0	85	14.45	0.59
710	0.5	95	8.08	0.33
720	0	102	0	0

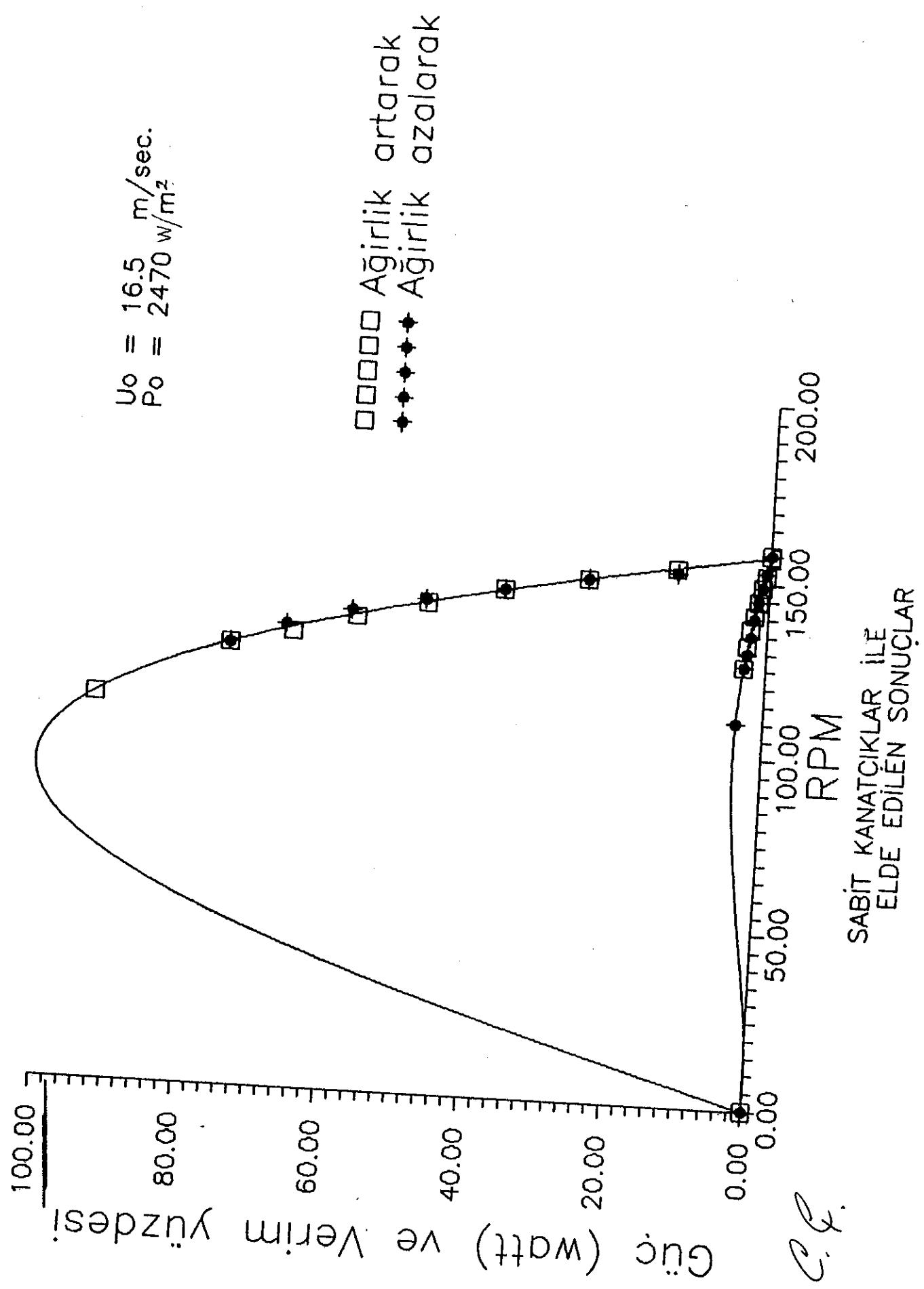
Sabit Kanatçıklar Olmadan Yapılan
Deney Sonuçları

TABLO 2



SABİT KANATÇIKLAR OLMANDAN
ELDE EDİLEN SONUÇLAR

ŞEKİL 3



ŞEKLİ 4