

46230

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar BÜLENT ÜNAL

**BİNA BİÇİMLENMESİNDE BOŞLUKLARIN YAKIN ÇEVREDEKİ
HAVA HAREKETİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar BÜLENT ÜNAL

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12 Haziran 1995

Tezin Savunulduğu Tarih : 27 Haziran 1995

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Vildan OK

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Eşher BERKÖZ

:Prof. Dr. Zerrin YILMAZ

ÖNSÖZ

19. yy.'ın sonlarından itibaren, insanın doğa koşullarını bilimsel temellere dayanan, teknolojik çözümlerle kontrol etmesi çalışmaları hız kazanmaya başladı. Uğraş verilen çalışmaların giderek karmaşıklaşmasından dolayı farklı konulardaki uzmanlık alanlarının kesişme noktalarında yeni araştırma alanları türedi. Teknolojik ve bilimsel süreç içinde sürekli kendi alt birimlerini oluşturan bu alanlardan birisi de rüzgar tüneli araştırmalarıdır.

Rüzgar tünelleri özellikle gelişmiş ülkelerde, endüstriye büyük hizmetler veren araştırma üniteleridir. Havacılık, denizcilik, kara taşımacılığı gibi hareketli cisimler üzerindeki rüzgar etkilerini incelemeye yönelik araştırma alanlarının yanı sıra yer kabuğu üzerindeki stabil-teknolojik ürünler olan köprüler, kuleler, tahıl siloları gibi yapılarıdaki ya da konut, hastane, alışveriş merkezi vb. gibi kullanıcısı doğrudan yayalar olan binalardaki veya kırsal, park, bahçe vb. açık alanlardaki rüzgar etkilerini inceleyen çalışmalar yaygınlık kazanmıştır.

Son yıllarda ülkemizde de kamuoyunu yakından ilgilendiren ve gündem bulan hava kirliliği sorunu ve bunun hava akımıyla doğrudan ilişkisi ortadadır. Bir kentsel dokunun oluşumundan önce hava kirliliği veya yaya konforu ve iç, dış vantilasyon problemlerinin oluşabileceği noktaların bilinmesi ve alınması gereken önlemlerin kararının tasarım aşamasında verilmesi, böylece geri dönüşü imkansız veya çok zor problemlere yol açılmaması için rüzgar tüneli deneyleri tasarımcıya kullanışlı veriler sunar. Tasarımcının kendi dizayn kriterlerinin oluşumuna realist katkılarda bulunur. Bu bağlamda rüzgar tünelleri deneysel metodun en yararlı araçlarından birisidir.

Önerilen araştırma projesi, kapsam olarak tüm bu konular üzerine yayılmış değildir ama gelecekte yapılabilecek araştırmalara zemin hazırlayacak. Ülkemiz için henüz çok yeni bir ilgi alanı olan, binalar üzerindeki rüzgar etkilerinin rüzgar tünellerinde araştırılması uygulamalarına bir giriş niteliği taşımaktadır.

BÜLENT ÜNAL

1995 İstanbul

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMA LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xv
TABLO LİSTESİ	xxvii
ÖZET	xxxı
SUMMARY.....	xxxii
1. TEMEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Hava Akımlarının İncelenmesi İçin Teorik Bilgiler	2
1.2.1. Rüzgar Üzerine Araştırmaların Tarihçesi	2
1.2.2. Global Hava Hareketleri	3
1.2.2.1. Alize Rüzgarları.....	3
1.2.2.2. Orta Enlem Batı Rüzgarları	5
1.2.2.3. Kutup Rüzgarları	5
1.2.2.4. Yerel Rüzgarlar	5
1.3. Rüzgarın Fiziksel ve İstatistiksel Özellikleri.....	6
1.3.1. Rüzgar Hızının Karakteristikleri.....	7
1.3.2. Sağnaklık-Türbilans.....	7
1.3.2.1. Rüzgar Hızı ve Türbilansın Üzerine Arazi Pürüzlülüğünün Etkileri	8
1.3.2.2. Rüzgar Hızı ve Türbilansın Üzerine Topoğrafyanın Etkileri	11
1.3.3. Atmosferik Sınır Tabaka	13
1.3.3.1. Sınır Tabaka İçindeki Hız Dağılımı.....	14
1.3.3.2. Gradyan Yüksekliği	16
1.3.3.3. Gradyan Hızı	16

1.4. Hava Akımının Hızına ve Biçimlenmesine İlişkin Değerlendirme Teknikleri ve Araçları.....	18
1.4.1. Ölçüm Aletlerinin Tarihsel Gelişimi.....	22
1.4.2. Anemometreler	23
1.4.2.1. Dönel Anemometreler	23
1.4.2.2. Basınç Anemometreleri	25
1.4.2.2.1. Basınç Tüplü Anemograph.....	25
1.4.2.2.2. Pitot-Statik Tüp.....	28
1.4.2.2.3. Basınç-Plakalı Anemometreler.....	28
1.4.2.3. Sıcak-Tel Anemometreleri.....	28
1.4.2.3.1. Sıcak-Tel Probları	30
1.4.2.3.2. Mc. Gill Probu	32
1.4.2.3.3. Nabız-Teli Anemometre	33
1.4.2.4. Kompleks Anemometreler	33
1.4.2.4.1. Girdap-Siperli Anemometreler.....	33
1.4.2.4.2. Laser-Doppler Anemometreler (LDA).....	36
1.4.2.4.3. Lif Akım Anemometreleri (FIBER-FLOW)	36
1.4.2.4.4. Akım-Haritası Sistemleri (FLOWMAP SYSTEM)	36
1.4.3. Akım Vizüalasyon Sistemleri	36
1.4.3.1. Kum Tekniği	40
1.4.3.2. Duman Üretme Tekniği	40
1.4.3.3. Sıvı Vizüalasyon Sistemleri.....	44
1.4.3.4. Bilgisayar Destekli Vizüalasyon Teknikleri.....	44
1.4.4. Dosyalama Yöntemleri.....	49
1.4.5. Erişim Sistemi (TRAVERSING SYSTEM)	50
1.4.6. Ana Ünite (MAIN-UNIT)	53
1.4.6.1. Köprüler	55
1.4.6.2. Sinyal Biçimlendirme Modülleri	57
1.4.7. Paket Program.....	59
1.4.7.1. Configure	61
1.4.7.2. Set-Up and Acquire.....	61
1.4.7.3. Presentation.....	62
1.4.7.4. Calibration.....	62
1.4.7.5. Utilities	62

1.4.7.6. Exit	62
1.5. Üç Boyutlu Cisimler Üzerindeki Hava Akımlarının İncelenmesi ...	63
1.5.1. Çalışmaların Tarihçesi.....	63
1.5.2. Yerleşmeler Üzerinde Hava Akımının Etkileri.....	67
1.5.3. Yapılar Üzerinde Hava Akımının Etkileri	72
1.5.4. Yayalar Üzerinde Hava Akımının Etkileri.....	94
1.6. Rüzgar Tünelleri	100
1.6.1 Rüzgar Rüzgar Tünellerinin Tarihsel Gelişimi.....	101
1.6.2 Rüzgar Rüzgar Tünellerinin Türleri ve Yapıları	106
1.6.2.1. Açık Dönüslü Rüzgar Tünelleri	107
1.6.2.1.1. Açık-Jet Açık Dönüslü Rüzgar Tünelleri.....	107
1.6.2.1.2. Kapalı-Jet Açık Dönüslü Rüzgar Tünelleri	108
1.6.2.2. Kapalı Dönüslü Rüzgar Tünelleri	110
1.6.2.2.1. Açık-Jet Kapalı Dönüslü Rüzgar Tünelleri	110
1.6.2.2.2. Kapalı-Jet Kapalı Dönüslü Rüzgar Tünelleri ...	111
1.6.2.3. Özel Amaçlı Rüzgar Tünelleri	111
1.6.2.3.1. Kum (Sand) Rüzgar Tüneli.....	111
1.6.2.3.2. Örtü Elemanları Rüzgar Tüneli.....	113
1.6.3. Rüzgar Tüneli Deneylerinde Performans	
Değerlendirme Kriterleri.....	113
1.6.3.1. Kesit-Model İlişkisi	114
1.6.3.2. Ölçekleme	114
1.6.3.3. Atmosferik Sınır Tabaka Benzeşmesi	19
1.6.3.4. Dinamik Benzeşme	122
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	127
2.1. Giriş	127
2.2. Rüzgar Tüneli Ünitelerinin Tanıtılması	128
2.2.1. İ.T.Ü. Uçak-Uzay Fak. Trisonik Lab. Sınır Tabaka Rüzgar	
Tüneli Ünitesi.....	128
2.2.1.1. Rüzgar Tüneli.....	129
2.2.1.2. Elektronik Donanım.....	131
2.2.2. İ.T.Ü. Mimarlık Fak. F.Ç.K. Lab. Sınır Tabaka	
Rüzgar Tüneli Ünitesi.....	131
2.2.2.1. Rüzgar Tüneli.....	133
2.2.2.2. Elektronik Donanım.....	137

2.2.2.3. Yardımcı Ekipmanlar	137
2.2.3. Modelleme ve Deneylerde Kullanılan Maketler	138
2.2.3.1. Rüzgar Üstü Ön Blok Maketi (Ö.Blok).....	140
2.2.3.2. Rüzgar Altı Arka Blok Maketi (A.Blok).....	143
2.3. Rüzgar Hızı Ölçümü Deneyleri	145
2.3.1. Portiksiz Ön Deneyler.....	152
2.3.1.1. Deney A	153
2.3.1.2. Deney B	153
2.3.1.3. Deney C	156
2.3.1.4. Portiksiz Ön Deneylerden Elde Edilen Çıkarımlar	159
2.3.2. Portik-Altı Hız Varyasyonu Deneyleri	159
2.3.2.1. Deney D	164
2.3.2.2. Deney E	164
2.3.3. Portik Boyutu Etkinliği Deneyleri	167
2.3.3.1. Deney F.....	167
3. SONUÇLAR.....	173
3.1.Portiksiz Ön Deneylerin Sonuçları	173
3.1.1.Deney A'nın Sonuçları	173
3.1.2.Deney B'nin Sonuçları	178
3.1.3.Deney C'nin Sonuçları	180
3.2. Portik Altı Hız Varyasyonu Deneylerinin Sonuçları.....	180
3.2.1.Deney D'nin Sonuçları	183
3.2.2.Deney E'nin Sonuçları	187
3.3. Portik Boyutu Etkinliği Deneylerinin Sonuçları.....	187
3.3.1.Deney F'nin Sonuçları	187
3.3.1.1. Portik Uzunluğunun Etkinliği (PL)	189
3.3.1.2. Portik Genişliğinin Etkinliği(PW)	197
4. TARTIŞMALAR	204
5. ÖNER LER	207
KAYNAKLAR	209
EKLER.....	214
ÖZGEÇM Ş.....	337

KISALTMA LİSTESİ

A	: Deney A
AçıkA.	: Bloklar arası açık alan
A.A.S.A.	: Architectural Association School of Architecture
A.B.D.	: Amerika Birleşik Devletleri
A. Blok	: Rüzgar altı, Arka Blok
A.C.	: Alternating Current
acqWIRE	: Acquire Wire paket programı
Al.	: Alçak
A.P.U.	: Analog Processing Unit
A.R.T.	: Ankara Rüzgar Tüneli
A.S.G.B.	: Aeronautical Society of Great Britain
A.S.H.V.E.	: American Society of Heating and Ventilating Engineer
B	: Deney B
Bas.	: Basınç
B.B.	: Buhar Beygiri
B.E.R.A.	: British Electrical Research Association
B.G.	: Beygir Gücü
B.R.E.	: Building Research Establishment
B.R.S.	: Building Research Station
C	: Deney C
Cep.	: Cephe
CPU-time	: Computational Cost (Time)
Crit.	: Critical

C_{SO_2}	: Oniki istasyon için günlük ortalama kükürtdioksit konsantrasyonu
C.T.A.	: Constant Temperature Anemometer
D	: Deney D
D.C.	: Direct Current
D.F.M.U.L.	: Department of Fluid Mechanics University of Liverpool
D.S.T.	: Dünya Sağlık Teşkilatı
E	: Deney E
E.	: East
E.R.A.	: Electrical Research Association
E.S.D.U.	: Engineering Sciences Data Unit
F	: Deney F
F.Ç.K.	: Fiziksel Çevre Kontrolü
FLOWare	: Flow ware
F.M.L.F.	: Fluid Mechanics Laboratory of Fachhochschule
F.O.L.D.A.	: Flow Optic Laser Doppler Anemometer
H.	: Hight
I.B.M.	: International Business Machines
İst.	: İsolational
İ.T.Ü.	: İstanbul Teknik Üniversitesi
Kapalı A.	: A.Blok altı ve portik altı kapalı alanlar
kn	: Kilo newton
k watt	: Kilo wat
L	: Low
L.D.A.	: Laser Doppler Anemometer
m	: Metre
max.	: Maximum
M.F.	: Main Frame

Mim. Fak.	: Mimarlık Fakültesi
min.	: Minimum
M.Ö.	: Milattan Önce
M.U.	: Main Unit
N.P.L.	: National Physical Laboratory
N.	: North
N.E.	: North-East
O.D.T.Ü.	: Orta Doğu Teknik Üniversitesi
opt.	: Optimum
O.Ş.M.-KA	: Ocak, Şubat, Mart ayları-Kayseri
Ö.	: Ölçek
Ö.Blok	: Rüzgar üstü Ön blok
P.I.V.	: Particle Image Velocitymeter
P.M.	: Photo Multiplier
PP	: Prob pozisyonu (koordinat)
P.S.F.	: 48 Pa'a eşit bir basınç birimi
R.M.S.	: Root-mean-square
P.V.C.	: Poli-Vinil-Stilen
Rüz.	: Rüzgar
S.	: South
S.A.G.E.	: Savunma Sanayii Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü
S.E.	: South-East
STD-BY	: Stand By
T.E.E.S.	: Texas Engineering Experiment Station
TURB.U	: Türbilanslı hız
T.Ü.B.İ.T.A.K.	: Türkiye Bilim ve Teknik Araştırma Kurumu
U.V.	: Ultra-violet

W	: West
W.H.O.	: World Health Organization
yük.	: Yüksek
y.y.	: Yüzyıl
(I)	: Rüzgaraltı arka blok tipi I
(II)	: Rüzgaraltı arka blok tipi II
(III)	: Rüzgaraltı arka blok tipi III
(IV)	: Rüzgaraltı arka blok tipi IV



SEMBOL LİSTESİ

a = İnsan boyu

ζ = Aşırı ısıtılma oranı

B_L = Rüzgar üstü bina cephesinin iki boyutu olan H ve W değerlerinden en büyük olanı

B_s = Rüzgar üstü bina cephesinin iki boyutu olan H ve W değerlerinin en küçük olanı

b = Binalar arası mesafe

C = Sürüklenme katsayısı (Bazen kuvvet katsayısı olarak da isimlendirilebilir)

$C_\mu = 0.09$ (Kabul edilmiş genel sabit)

D = Modellenen binanın boyutu (genellikle yüksekliği)

D = Sürüklenme katsayısı

D' = Maket boyutu

d = Sıfır düzleminin kalınlığı

f = Coriolis parametresi, $2 \omega \sin \phi$ olarak alınır

f_s = Birebir ölçek referansı

H = Gradyan yüksekliği

H = Bina cephesinin yüksekliği

$H_{O.B.}$ = Ön blok yüksekliği

$H_{A.B.}$ = Arka blok yüksekliği

H_p = Prob yüksekliği

h = Çevre binaların yüksekliği

$K_1 = 0.27$ (kabul edilmiş sabit)

$K_2 = -0.49$ (kabul edilmiş sabit)

k = Girdap kinetik enerjisi

k = Von Karman sabiti (= 0.40)

L = Uzunluk

L = Kanyon uzunluğu

L_r = Tekrar sirküle olan akımın binanın arka cephesinden sonraki max. uzunluğu

L = Lineer ölçek

l = Boyut

m = Maketin referansı

$\ddot{O}$ = Ölçek

P = Statik basınç

P_L = Portik uzunluğu

P_w = Portik genişliği

P_0 = Toplam basınç

P_1 = Akım biçimlendirme bölümündeki basınç

P_2 = Gözlem odasındaki basınç

p = Basınç

p = Havanın yoğunluğu

R = Çatı akımları için ölçekleme uzunluğu

R = Kalibrasyon rezistansı

R_c = Akım çizgisi eğilmelerinin açısı

R_{Dec} = Aldatıcı rezistans

Re = Reynolds sayısı

R_H = Boyutsuz bağıl hız oranları

R_L = Kablo rezistansı

R_{Tot} = Toplam rezistans

R_{20} = Prob rezistansı

r = Yeryüzü üzerindeki referans yükseklik

T_{sen} = Probun çalışacağı sıcaklık

t_0 = Ölçüm ortamının sıcaklığı

U = Bina yüksekliği altındaki herhangi bir noktadaki rüzgar hızı

U_{crit} = Toplam konforsuzluk kriteri

U_H = Çatı yüksekliğindeki gradyan hızı

U_s = Hızların toplamı

U_{∞} = Kalibrasyon hızı

U^* = Sürtünme hızı

$\bar{U}$ = 10 dakikalık rüzgar hızı ortalaması

$\bar{U}_{max}$ = Ortalama maksimum rüzgar hızı

$\bar{U}_{\infty}$ = Ortalama rüzgar hızı

V = Hız

V_G = Gradyan hızı

V_r = Referans yükseklikteki hız

V_t = Girdap viskozitesi

$\bar{V}$ = Max. rüzgar hızı veya sağnak hızı

$\bar{V}_z$ = Herhangi bir Z yüksekliğindeki max. hız veya sağnak hızı

$\bar{V}_{z_0}$ = Z_G , gradyan yüksekliğindeki max. hız veya sağnak hızı

$\bar{V}_G = \bar{V}_{z_0}$ = Ortalama gradyan hızı

$\bar{V}_{local}$ = Yerel rüzgar hızı

$\bar{V}_z$ = Herhangi bir Z yüksekliğindeki ortalama hız

$\bar{V}_1$ = Herhangi bir Z_1 yüksekliğindeki ortalama hız

V_2 = Gözlem odasındaki akım hızı

$\bar{V}_{300}$ = 300 m. referans yükseklikteki ortalama rüzgar hızı

ν = Kinematik viskozite

W = Bina cephesinin genişliği

w = Kanyon genişliği

Z_G = Gradyan yüksekliği

Z_0 = Yüzey pürüzlülüğü, ortalama pürüz yüksekliğinin % 5-10'u

Z'_0 = Rüzgar tüneli içindeki pürüzün uzunluğu

α = Yüzey pürüzlülüğü katsayısı, güç yasası indeksi

α = Sapma açısı

α_{20} = Rezistans katsayısı

β = Yüzey pürüzlülüğü ile değişen bir katsayıdır ve yaklaşık 0.6 α değerindedir.

γ = Etki etme fonksiyonu literatürde araştırılan problemin türüne göre 0-4 arası verilir. Yaya konforunun değerlendirilmesi için genelde $\gamma = 1$ alınır.

δ = Sınır tabaka kalınlığı

ζ = Atmosferik yoğunluk (Akım yoğunluğu)

ε = Girdap kinetik enerjisinin dağılımı

μ = Viskosite katsayısı

v = Hız ölçeği

σ = Rüzgar hızındaki dalgalanmaların standart sapması

σ_v = Türbilans düzeyi

σ_∞ = Bozulmamış hava akımı içinde, referans yükseklikteki (1,5 m) rüzgar hızının standart sapması

τ = Zaman ölçeği

τ_0 = Yerkabuğu üzerinde oluşan kesme gerilmesi

ϕ = Yerel enlem açısı

$\varnothing$ = Daire çapı

ψ_∞ = Konforsuzluk parametresi

ω = Dünya dönüşünün açısal değeri, 72.7×10^{-6} rad. s⁻¹ alınır.

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil.1.1. Mimari aerodinamiğin gelişim süreci	4
Şekil.1.2. Hook'un yelkovan tipi anemometresi [7, s:6]	4
Şekil.1.3. Temel global sirkülasyon kalıpları [6, s:95]	4
Şekil.1.4. Global atmosferik sirkülasyon karakteristikleri [4, s:29]	4
Şekil.1.5. Alize rüzgarlarını oluşturan bileşke kuvvetler [8, s:9]	4
Şekil.1.6. Kuzey yarım küredeki atmosferik sirkülasyon [8, s:8]	9
Şekil.1.7. Yamaç akımlarıyla vadi rüzgarlarının bir günlük zaman dilimindeki etkileşimi [9, s:7]	9
Şekil.1.8. Farklı yüzey pürüzlülükleri üzerindeki tipik ort. rüz. hızı profili [49, s:2] ..	12
Şekil.1.9. Laminer sınır tabakanın turbilanslı hale dönüşümü [4, s:63]	9
Şekil.1.10. Bir silindirin arkasındaki Von Karman girdapları [7, s:71]	9
Şekil.1.11. Ortalama rüzgar hızı profilleri [4, s:90]	12
Şekil.1.12. Arazi kategorisi 3 için ort. hız. ve bora hızı profilleri [4, s:93]	12
Şekil.1.13. Bir yükselti yakınındaki rüzgar hızı oranları [4, s:99]	15
Şekil.1.14. Dik bir yükselti yakınındaki ort. hız. ve bora hızları [4, s:79]	15
Şekil.1.15. İdeal bir silindirin etrafındaki akım dağılımları a) Laminer dağılma b) Laminer/türbilanslı dağılma c) Türbilanslı dağılma [11, s:24]	15
Şekil.1.16. İdeal bir silindir için Reynolds sayısı ile sürüklenme katsayısı arasındaki varyasyon [11, s:26]	17
Şekil.1.17. Yeryüzünde çeşitli karakterli araziler üzerinde hız profilleri ve gradyan yükseklikleri [5, s:68]	17
Şekil.1.18. Bir laser anemometre [15, s:1]	17
Şekil.1.19. Bir silindirin etrafında oluşan akımların vizüalasyonunun üstten görünüşü [64, s:11]	19
Şekil.1.20. Bir silindirin etrafında oluşan akımların vizüalasyonunun arkadan görünüşü [64, s:12]	19
Şekil.1.21. Bir silindirin etrafında oluşan akımların vizüalasyonunun yandan görünüşü [64, s:13]	20
Şekil.1.22. Orjinal pitot tüp (üstte) ve onun yaygın bir NPL-tipi (altta) gösteriliyor. [4, s:15]	21
Şekil.1.23. Osler'in basınç plağı anemograph'ı [7, s:7]	21
Şekil.1.24. Robinson'un anemometresi [4, s:16]	21
Şekil.1.25. Dines basınç tüpü anemometrenin bileşenlerinin çalışma prensipleri [4, s:20]	21
Şekil.1.26. BAAPCD tipi anemometre [56, s:299]	24
Şekil.1.27. Modern bir cup anemometre [4, s:21]	24
Şekil.1.28. Bir sıcak-tel anemometre sisteminin bileşim prensipleri [4, s:18]	24

Şekil.1.29. Bir thermocouple anemometre sistemi [4, s:193].....	24
Şekil.1.30. Cup-jeneratör anemometre [7, s:24]	26
Şekil.1.31. Show-Harris anemometre [7, s:25]	26
Şekil.1.32. Dines anemograph'ının başlığı ve vanası [7, s:27]	26
Şekil.1.33. Dines anemograph'ının kayıt aygıtları [7, s:27]	26
Şekil.1.34. N.P.L. titpi pitot statik tüp [7, s:29].....	26
Şekil.1.35. E.R.A'nın gust anemometresi [7, s:31].....	26
Şekil.1.36. TEM'in 513 S model, MMO 112 M tipi projeksiyon manometresi [12, s:1].....	27
Şekil.1.37. Multi-manometre [12, s:2].....	27
Şekil.1.38. TEM'in 1442 model, MTU 1225 M tipi U-tüp manometresi [12, s:3]	27
Şekil.1.39. TEM'in 479 model, MPO 142 M tipi tek-tüp manometresi [12, s:4]	29
Şekil.1.40. Pitot statik tüplere eklenen manometre sistemleri [13, s:5].....	29
Şekil.1.41. Bir pitot statik tüpün konstrüksiyonu [13, s:1].....	29
Şekil.1.42. Sıcak-tel anemometre probu [7, s:32]	31
Şekil.1.43. Bir Mc Gill probunun dış görünüşü [11, s:287]	31
Şekil.1.44. Nabız-teli anemometrenin probu [11, s:288]	31
Şekil.1.45. Sıcak-tel x-probunun 14mm zemin pürüzlülüğü üzerinde çalışması [69, s:6]	31
Şekil.1.46. Çok ayaklı sıcak-tel probu [14, s:3].....	34
Şekil.1.47. Sıcak-tel probunun çeşitli versiyonları [14, s:3]	34
Şekil.1.48. Mc Gill probunun konstrüksiyonu [19, s:9].....	35
Şekil.1.49. Girdap siperli anemometre [11, s:290]	34
Şekil.1.50. Çift ışımalı, temel LDA sisteminin konstrüksiyonu [15, s:1].....	37
Şekil.1.51. Çift ışımalı LDA sisteminin çalışma prensipleri açısından iç yapısı 38[15, s:2]	37
Şekil.1.52. Üçlü ışımalı LDA sisteminin çalışma prensipleri açısından iç yapısı [15, s:3]	38
Şekil.1.53. Dörtlü ışımalı LDA sisteminin çalışma prensipleri açısından iç yapısı [15, s:3].....	38
Şekil.1.54. P.M. birimleri kullanmayan Lif-akım anemometreleri [16, s:2]	39
Şekil.1.55. Lif-akım anemometrelerinin 1,2 ve 3 boyutlu modelleri [16, s:2].....	39
Şekil.1.56. Hava akımının yapısını vizüale eden bir lif akım anemometresi [16, s:3].....	41
Şekil.1.57. Bir otomobil maketi üzerinde çalışmakta olan flow-map anemometre [17, s:2].....	41
Şekil.1.58. Gerçek boyutlardaki akımın yapısının flow-map tarafından imajiner hale getirilişi [18, s:3].....	42
Şekil.1.59. Flow-map sistemin yaptığı ölçümlerin bilgisayar ekranından elde edilmiş üç farklı sunuş şekli [17, s:5]	42

Şekil.1.60. Kum tekniği ile yapılmış bir akım vizüalasyonun [11, s.291].....	42
Şekil.1.61. Duman üretme sistemi [19, s:11].....	43
Şekil.1.62. Tipik bir maket düzeneği üzerinde rüzgar tüneline dumanla akım vizüalasyonu [19, s:13]	43
Şekil.1.63. TEM'in "sistem A" tipi duman üretme aygıtı [20, s:1].....	43
Şekil.1.64. TEM'in FVSP 20A tipi pompalı kontrol ünitesi. "Sistem B" nin duman üretici parçası [20, s:2].....	45
Şekil.1.65. TEM'in FVSP001 /02 tipi duman probu. Bir buharlaştırıcı da içeriyor. [20, s:1].....	45
Şekil.1.66. TEM'in FVWT /R tipi araştırma rüzgar tüneli. Fan motoru monte edilmiş ve hava akımı sağdan sola doğrudur. [22, s:6]	45
Şekil.1.67. Londra Üniversitesi I.C.S.T.' de P.Bradshaw tarafından fotoğraflanmış bazı vizüalasyon deneyleri [22, s:7]	46
Şekil.1.68. Daylo Saturn sarı pigment ile kaplanmış yüzey üzerindeki vizüalasyon deneyinin üstten görünüşü [19, s:12].....	46
Şekil.1.69. Girdap izlerinin ölçümlerinin yapıldığı gridlerin planı : Hücre ölçüleri 30x10x10 mm [24, s:106].....	48
Şekil.1.70. 110-118 aralığındaki yerleşimlerin dikeydeki kesiti üzerindeki akım hareketleri, ölçümler 10x10 mm'lik gridlerle alınmış [24, s:106].....	48
Şekil.1.71. Gridler üzerinde vektörize edilmiş akım kalıbı [23, s:62]	48
Şekil.1.72. Vektörlerden elde edilmiş eş hız eğrileri [23, s:62]	48
Şekil.1.73. Türbilans kinetik enerjisi dağılımını göstermek için kullanılmış bir vizüalasyon yöntemi [23, s:57].....	48
Şekil.1.74. Bir küp etrafındaki ortalama akım çizgilerinin üç boyutlu vizüalasyonu [24, s:49].....	48
Şekil.1.75. FLOWare ile çizilmiş, gridler üzerindeki akım tarlası [25, s:2].....	48
Şekil.1.76. Ölçüm sonuçlarının, FLOWare yardımı ile alt sol köşeden bakışla vizüalasyonunun yapılması [25, s:3]	51
Şekil.1.77. Ölçüm sonuçlarının, FLOWare yardımı ile üst sol köşeden bakışla vizüalasyonunun yapılması [25, s:4]	51
Şekil.1.78. Laser optik sistemle bir akım vizüalasyonu [26, s:346]	51
Şekil.1.79. Simülasyon enstantenelerinin zamana bağlı sıralanmasıyla elde edilmiş bir vizüalasyon animasyonu enstantresi [26, s:350].....	52
Şekil.1.80. Bina çevresindeki akımlardaki zaman çizgileri [26, s:351].....	52
Şekil.1.81. Bir bacadan çıkabilecek gazın dağılımının animasyonla görüntülenmesi [26, s:351].....	52
Şekil.1.82. Bir anemograph kaydı örneği [3, s:7].....	52
Şekil.1.83. Kıta ısınmasından kaynaklanan akım çizgilerinin fotoğraf ölçeklemesi ile okunması [27, s:187]	52
Şekil.1.84. Tek boyutlu erişim sistemleri, bir düzlemin sadece tek aksında hareket edebilirler [28, s:4].....	54
Şekil.1.85. İki boyutlu erişim sistemleri, bir düzlemin iki aksında hareket edebilirler [28, s:2].....	54
Şekil.1.86. Erişim sisteminin mekanik strüktürünü oluşturan parçalar [28, s:2].....	57

Şekil.1.87. Main-ünit versiyonları [29, s:8]	57
Şekil.1.88. 56 C 01 main-ünit'in orjinal terimleri ile gösterilmiş fonksiyon şeması [32, s:6]	58
Şekil.1.89. 56 C 17 CTA köprüsü [33, s:5]	58
Şekil.1.90. 56 N 20 sinyal kondisyoner ünite [34, s:9]	60
Şekil.1.91. acqWIRE ana menüsü [35, s:2]	60
Şekil.1.92. Bir yükselti yakınındaki yapay yüzey datasının sapması [4, s:99]	60
Şekil.1.93. M.Ö. 2000 yıllarında Kahun kasabasının yerleşim planı [4, s:2]	65
Şekil.1.94. Kuzeydeki dağ sıraları ile güneydeki akarsular arasına yerleşmiş bir Çin kasabası [4, s:3]	65
Şekil.1.95. Aristo ve Theophratus'un Yunan rüzgar gülü [4, s:4]	65
Şekil.1.96. Leonarda da Vinci'nin, dağılma bölgelerindeki girdap oluşumlarını gösteren eskizleri [4, s:25]	68
Şekil.1.97. Farklı Reynolds sayıları için bir silindirin arkasındaki akım kalıpları [7, s:74]	68
Şekil.1.98. Bir silindirin arkasındaki girdap serpintileri [11, s:28]	68
Şekil.1.99. Atina'nın kentsel sınır tabakasının şematik olarak gösterilişi [37, s:638]	68
Şekil.1.100. Paris için kirlilik ve atmosferik sirkülasyon [38, s:674]	68
Şekil.1.101. 1979-1985 yılları arasında Kuala Lumpur'daki bronşit salgını oranları ile kirlilik potansiyeli olan bölgelerin karşılaştırması [39, s:788]	68
Şekil.1.102. Aylık ort. SO ₂ ve duman konsantrasyonları (Kayseri) [40, s:45]	70
Şekil.1.103. SO ₂ konsantrasyonları ile rüzgar hızı arasındaki ilişkiler (OŞM-KA, 1983; OŞM-KA, 1984) [40, s:58]	70
Şekil.1.104. İstasyonlara göre ort. duman konsantrasyonları ile bunlara karşılık gelen ort. SO ₂ konsantrasyonları [41 s:26]	71
Şekil.1.105. Şubat 1986'da gözlenen SO ₂ konsantrasyonlarının rüzgar hızlarına bağlı olarak değişimi [41, s:26]	71
Şekil.1.106. 1974-1975 kış ve 1975-1976 kış dönemlerinde Ankara-ODTÜ'de gözlenen SO ₂ konsantrasyonlarının rüzgar şiddetine bağlı olarak değişimi [43, s:44]	71
Şekil.1.107. (H/W) ve (L/H) oranlarının fonksiyonu olarak şehir kanyonlarındaki akım rejimleri için eşikler [44, s:316]	71
Şekil.1.108. Farklı kanyon (H/W) oranları ile ilgili olarak akım rejimlerinin değişimi [44, s:316]	73
Şekil.1.109. Şehir kanyonlarındaki; a) Seken akımdan, girişim akımlarına ve b) Girişim akımlarından, bağımsız pürüzlülük akımlarına dönüşüm için H/W değeri eşikleri [44, s:323]	73
Şekil.1.110. Takatsuka ve Dodo'dan izole edilmiş bina örnekleri [45, s:311]	74
Şekil.1.111. Rüzgarın ve kuvvetinin Yonuze'deki bir ev etrafında dağılımı [45, s:312]	74
Şekil.1.112. Bina kesitinde, basınç farklarından ve rüzgar kuvvetinden doğan iç vantilasyon hareketleri [46, s:32]	74

Şekil.1.113. Normal aksında veya eğimli olarak gelen rüzgar akımı koşulları için basınç katsayısının dağılımı [47, s:3]	75
Şekil.1.114. 50 yıllık bir periyotta istatistiği yapılan emmelerin ve dış basınçların tahmin edilen azami konturları [47, s:14]	77
Şekil.1.115. Bina dizilerine normalden gelen akımın krokisi [11, s:219]	79
Şekil.1.116. Bir bina etrafındaki akım alanları [4, s:15]	79
Şekil.1.117. Uzun bir binanın rüzgar üstü bölgesindeki, alçak bir bina ve oluşan akım ve hız dağılımı [48, s:18]	79
Şekil.1.118. Üst şekildeki bina grubu için yapılmış bir akım vizüalasyonu [48, s:18]	79
Şekil.1.119. a) Rüzgar üstü bölgesindeki alçak bir bina tarafından etkilenen geniş bir binanın ön cephesindeki yeryüzü seviyesi rüzgar hızı akımları b) Bina yüksekliğinin bir fonksiyonu olarak, bir arkada ve binanın köşeleri yakınında neden olunan tipik yeryüzü seviyesi rüzgar hızları [4, s:153]	81
Şekil.1.120. Binaların rüzgaraltı cephelerindeki yeryüzü seviyesindeki girdapların bina boyutlarıyla orantısal ilişkisi [53, s:63]	81
Şekil.1.121. Dikdörtgen prizması bir bina etrafındaki akım kalıpları [9, s:2]	81
Şekil.1.122. Anahtar deney şeması [49, s:4]	83
Şekil.1.123. Texas mühendislerinin deneylerden elde ettiği sonuçların toplu olarak sunulduğu [49, s:3]	83
Şekil.1.124. Deney 1-7' de kullanılan bina tipleri [49, s:5]	84
Şekil.1.125. Deney 1. [49, s:5]	84
Şekil.1.126. Deney 2. [49, s:6]	84
Şekil.1.127. Deney 3. [49, s:6]	84
Şekil.1.128. Deney 4. [49, s:6]	84
Şekil.1.129. Deney 5. [49, s:6]	84
Şekil.1.130. Deney 6. [49, s:7]	86
Şekil.1.131. Deney 7. [49, s:7]	86
Şekil.1.132. Deney 8-12' de kullanılan bina tipleri [49, s:7]	86
Şekil.1.133. Deney 8 [49, s:7]	86
Şekil.1.134. Deney 9 [49, s:8]	86
Şekil.1.135. Deney 10 [49, s:8]	87
Şekil.1.136. Deney 11 [49, s:8]	87
Şekil.1.137. Deney 12 [49, s:9]	87
Şekil.1.138. Deney 13-18' de kullanılan bina tipleri [49, s:9]	87
Şekil.1.139. Deney 13 [49, s:9]	87
Şekil.1.140. Deney 14 [49, s:9]	87
Şekil.1.141. Deney 15 [49, s:10]	88

Şekil.1.142. Deney 16 [49, s:10]	88
Şekil.1.143. Deney 17 [49, s:10]	88
Şekil.1.144. Deney 18 [49, s:10]	88
Şekil.1.145. Deney 19-23’de kullanılan bina tipleri [49, s:11]	88
Şekil.1.146. Deney 19 [49, s:11]	88
Şekil.1.147. Deney 20 [49, s:11]	90
Şekil.1.148. Deney 21 [49, s:11]	90
Şekil.1.149. Deney 22 [49, s:11]	90
Şekil.1.150. Deney 23 [49, s:12]	90
Şekil.1.151. Deney 24-27’de kullanılan bina tipleri [49, s:12]	91
Şekil.1.152. Deney 24 [49, s:12]	91
Şekil.1.153. Deney 25 [49, s:12]	91
Şekil.1.154. Deney 26 [49, s:12]	91
Şekil.1.155. Deney 27 [49, s:12]	91
Şekil.1.156. Yeryüzü seviyesindeki rüzgar hızlarının türbilans modelleri anılarak ve anılmayarak yapılmış karşılaştırmaları [50, s:329]	93
Şekil.1.157. Bir teras çatı üzerindeki ort. basınç katsayıları [50, s:330].....	93
Şekil.1.158. Standart k-e türbilans modeli kullanılarak hesaplanmış ve uzun bir binanın etrafında ölçülmüş “arttırılmış rüzgar hızı faktörlerinin” karşılaştırılması [50, s:329]	93
Şekil.1.159. Uzun binaların çevresinde oluşan akımların yol açtığı konforsuzluk koşulları [4, s:38].....	96
Şekil.1.160. Gezinti konforu koşulları için Penwarden’den iki örnek [4, s:158].....	96
Şekil.1.161. Klasik, alçak-yüksek bina ikilisi için saptanmış iki konforsuzluk parametresinin bina boyutlarıyla ilişkisi [53, s:170].....	97
Şekil.1.162. Kanyonun batı girişi için önerilen çözüm ve louver-tipi çatı saçağı [52, s:494]	97
Şekil.1.163. Önerilen çözüm öncesi ve sonrası sokaktaki akımların şematik çizimi [52, s:495]	97
Şekil.1.164. Ofis binası [54, s:298]	99
Şekil.1.165. Ofis binasının girişi [54, s:299]	99
Şekil.1.166. Ofis binası için rüzgar doğrultusunun bir fonksiyonu olarak konfor kriterleri [54, s:301]	99
Şekil.1.167. Önerilen eklemelerle birlikte ofis binasının konfor kriterleri [54, s:302]	102
Şekil.1.168. Robins tarafından kullanılan döner kolun taslağı [4, s:31]	102
Şekil.1.169. Yel değirmeni deneyleri için Robins’in döner kolun üzerine Smeaton’un uyarlaması [4, s:31]	102
Şekil.1.170. Kendi makalelerinden hareketle çizilen Kernot’un rüzgar tünelinin şematik yapısı [4, s:33]	102

Şekil.1.171. Tipik sınır tabaka akımı ve üniform akım içindeki bir kübün rüzgaraltı cephesi üzerinde Hamilton'un saptadığı basınç dağılımları [4, s:38] ...	102
Şekil.1.172. A.R.T.'nin kesit görünüşü [58, s:28]	105
Şekil.1.173. A.R.T.'nin plan görünüşü [58, s:28]	105
Şekil.1.174. A.R.T.'nin kullanmakta olduğu fan [58, s:29]	105
Şekil.1.175. Açık-jet, açık-dönüslü rüzgar tüneli [8, s:122].....	105
Şekil.1.176. Kapalı-jet, açık-dönüslü rüzgar tüneli [60, s:984]	109
Şekil.1.177. Açık-jet gözlem odası ve kapalı gözlem odasındaki kesit sıkışması düzeltmeleri için W.Wuest'in hesapladığı diyagram [59, s:253]	109
Şekil.1.178. Kapalı ve açık-jet gözlem odalarının karşılaştırılması [59, s:253].....	109
Şekil.1.179. Açık-jet kapalı dönüslü rüzgar tünellerine örnekler [59, s:249].....	109
Şekil.1.180. Kapalı-jet kapalı dönüslü rüzgar tünellerine iki örnek [59, s:250].....	112
Şekil.1.181. Kum (Sand) rüzgar tüneli [59, s:251].....	112
Şekil.1.182. Örtü elemanları rüzgar tüneli [59, s:252].....	112
Şekil.1.183. B.R.E'nin atmosferik sınır tabaka rüzgar tüneli [61, s:2].....	112
Şekil.1.184. Akım biçimlendirme kafesi [61, s:3]	115
Şekil.1.185. Döner tablalı zemin ünitesi ve çalışma bölümü [61, s:4].....	116
Şekil.1.186. Giriş kutusunun iç yapısının plan düzleminden görünüşü [61, s:5]	116
Şekil.1.187. 2.00mx1.25m'lik kesitli, Grigg'in kullandığı rüzgar tüneli (1975) [62, s:20].....	116
Şekil.1.188. Grigg'in tüneline, hızı arttırılmış bir sınır tabaka elde etmek için kullandığı yöntemler [62, s:22]	117
Şekil.1.189. Akımı dışarı sirküle ederken dönüş hareketlerini kontrol eden eksoz kanatçıkları [62, s:23]	118
Şekil.1.190 Akım çalıştırma bölümü arajmanı [63, s:3]	118
Şekil.1.191. Güç yasası indeksi [63, s:4]	121
Şekil.1.192. Pürüz boyu ve düşey hız profili üzerine çekilmiş etkisi [63, s:6].....	123
Şekil.1.193. Pürüz boyu ve yatay hız profili üzerine çekilmiş etkisi [63, s:9].....	124
Şekil.1.194. Pürüz boyu ve türbilans şiddeti üzerine çekilmiş etkisi [63, s:9]	125
Şekil.2.1. İ.T.Ü. Trisonik Laboratuvarı, Eiffel tipi Subsonic rüzgar tüneli	126
Şekil.2.2. İ.T.Ü. Trisonik Laboratuvarı, Subsonic rüzgar tünelinin görünüşü	130
Şekil.2.3. Gözlem odası ve traversing sistem.....	132
Şekil.2.4. Bal peteği (Honeycomb).....	132
Şekil.2.5. Fan bölümü	132
Şekil.2.6. İ.T.Ü. F.Ç.K. Laboratuvarlarının genel yerleşim planı	134-135
Şekil.2.7. İ.T.Ü. F.Ç.K. Laboratuvarı kesitinde rüzgar tünelinin yerleşimi	134-135
Şekil.2.8. Çan ağız ve tünel girişinden görünüş.....	136
Şekil.2.9. Gözlem odası ve taşıyıcı sehpa.....	136
Şekil.2.10. Genel görünüm ve fan bölümü.....	136

Şekil.2.11. SPY 15 Prob	139
Şekil.2.12. Thermo-couple anemometre	139
Şekil.2.13. Deneylerde kullanılan maketler	139
Şekil.2.14. Altın - kesit [68, s:29]	141-142
Şekil.2.15. Le CORBUSIER'in geliştirdiği Altın-kesit [68, s:40]	141-142
Şekil.2.16. Gözlem odasına yerleştirilen altlığa işaretlenen maket koordinatları	1444
Şekil.2.17. Ö. Bloğu oluşturan çerçevelerin detayı.....	144
Şekil.2.18. Rüzgar üstü ön blok.....	146
Şekil.2.19. Rüzgar altı arka blok.....	146
Şekil.2.20. Blok konumları ve portik konsolları.....	147
Şekil.2.21. Arka blok tipi (I)	148
Şekil.2.22. Arka blok tipi (II)	148
Şekil.2.23. Arka blok tipi (III).....	149
Şekil.2.24. Arka blok tipi (IV).....	149
Şekil.2.25. Deney A'da A. Blok III'ün gözlem odasındaki konumu (plan)	154-155
Şekil.2.26. Deney A'da A. Blok III'ün gözlem odasındaki konumu (kesit).....	154-155
Şekil.2.27. Deney B'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (plan)	157-158
Şekil.2.28. Deney B'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (kesit)	157-158
Şekil.2.29. Deney C'de Ö.Blok ve A.Blok I'in gözlem odası konumu (plan)....	160-161
Şekil.2.30. Deney C'de Ö.Blok ve A.Blok I'in gözlem odası konumu (kesit) ...	160-161
Şekil.2.31. Deney C'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (plan)	162-163
Şekil.2.32. Deney C'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (kesit)	162-163
Şekil.2.33. Deney D'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (plan)	165-166
Şekil.2.34. Deney D'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (kesit)	165-166
Şekil.2.35. Deney E'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (plan)	168-169
Şekil.2.36. Deney E'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (kesit)	168-169
Şekil.2.37. Deney F için Ö.Blok ve A.Blok I, II, III, IV'ün gözlem odası konumları (plan)	171-172
Şekil.2.38. Deney F için Ö.Blok ve A.Blok I, II, III, IV'ün gözlem odası konumları (kesit).....	171-172
Şekil.3.1. Boş tünel için ve A.Blok III ile $\alpha = 0^\circ$ için saptanan $\bar{U}$ profillerin süperpozisyonu	175
Şekil.3.2. Deney A'da saptanan $\bar{U}$ profillerin süperpozisyonu	175
Şekil.3.3. GRIGG'in Deney A'da saptadığı $\bar{U}$ profillerin süperpozisyonu [1].....	176
Şekil.3.4. $\alpha = 0^\circ$ için $H_p = 7,5$ mm'de saptanan zamana bağlı U-bileşen.....	177

Şekil.3.5. $\alpha = 30^\circ$ için $H_p = 7,5$ mm'de saptanan zamana bağlı U-bileşen.....	177
Şekil.3.6. $\alpha = 60^\circ$ için $H_p = 7,5$ mm'de saptanan zamana bağlı U-bileşen.....	177
Şekil.3.7. $\alpha = 90^\circ$ için $H_p = 7,5$ mm'de saptanan zamana bağlı U-bileşen.....	177
Şekil.3.8. Deney A'da $\alpha = 0^\circ$ için GRIGG'in 6 mm ve ÜNAL'ın 7,5 mm'de ölçtüğü Ö.Blok yüksekliğine bağlı A.Blok III altı ort. hızların süperpozisyonu....	176
Şekil.3.9. Deney B'de GRIGG'in $H_p=6$ mm'de ,ÜNAL'ın $H_p=6$ ve 7,5mm'de ölçtüğü Ö.Blok yüksekliğine bağlı, A Blok III altı ort. hızların süperpozisyonu...	179
Şekil.3.10. Deney C'de GRIGG'in $H_p=6$ mm'de, ÜNAL'ın $H_p=6$ ve 7,5mm'de ölçtüğü hızların sapma açısına bağlı derecelerinin süperpozisyonu	181
Şekil.3.11. Deney C'de GRIGG'in $H_p=6$ mm'de ,ÜNAL'ın $H_p=6$ ve 7,5mm'de ölçtüğü hızların sapma açısına bağlı değerlerinin süperpozisyonu	182
Şekil.3.12. Rüzgar üstü portiklerin, akım biçimlenmesine etkileri	184
Şekil.3.13. Deney D'de GRIGG'in A. Blok III altında portik uzunluğuna bağlı olarak saptadığı düşey hız profilleri [1].....	185
Şekil.3.14. Deney D'de ÜNAL'ın A.Blok III altında portik uzunluğuna bağlı olarak saptadığı düşey hız profilleri	185
Şekil.3.15. Deney E'de $P_L=150$ mm ile, A. Blok III için GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de saptadığı yatay hız profillerinin süperpozisyonu	188
Şekil.3.16. Deney F'de $P_W=0$ mm ile, A.Blok I için GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik uzunluğuna bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.....	190
Şekil.3.17. Deney F'de $P_W=0$ mm ile, A. Blok II için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik uzunluğuna bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.....	192
Şekil.3.18. Deney F'de $P_W=0$ mm ile, A.Blok III için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik uzunluğuna bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.....	193
Şekil.3.19. Deney F'de, $P_W=0$ mm ile, A.Blok IV için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik uzunluğuna bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.....	195
Şekil.3.20. Deney F'de, $P_W=0$ mm ile, bütün A.Blok tipleri için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik uzunluğuna bağlı değişimlerinin, $p_p=50$ mm için süperpozisyonları	196
Şekil.3.21. Deney F'de, $P_L=0$ mm ile, A Blok I için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik genişliğine bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.....	198
Şekil.3.22. Deney F'de $P_L=0$ mm ile, A Blok II için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik genişliğine bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.....	199

Şekil.3.23. Deney F'de, $P_L=0$ mm ile, A.Blok III için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik genişliğine bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.....	200
Şekil.3.24. Deney F'de, $P_L=0$ mm ile A.Blok IV için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik genişliğine bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.....	201
Şekil.3.25. Deney F'de, $P_L=0$ mm ile, bütün A Blok tipleri için GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik genişliğine bağlı değişimlerinin $p_p=50$ mm için süperpozisyonları	202
Şekil . A.1. Hız - moment grafikleri.....	216
Şekil . B.1. Hız - moment grafikleri.	218
Şekil . B.2. Hız - moment grafikleri.	218
Şekil . B.3. Hız - moment grafikleri.	219
Şekil . B.4. Hız - moment grafikleri.	219
Şekil . C.1. Hız - moment grafikleri.	221
Şekil . C.2. Hız - moment grafikleri.	221
Şekil . C.3. Hız - moment grafikleri.	222
Şekil . C.4. Hız - moment grafikleri.	222
Şekil . C.5. Hız - moment grafikleri.	223
Şekil . C.6. Hız - moment grafikleri.	223
Şekil . C.7. Hız - moment grafikleri.	224
Şekil . C.8. Hız - moment grafikleri.	224
Şekil . C.9. Hız - moment grafikleri.	225
Şekil . C.10. Hız - moment grafikleri.	225
Şekil . C.11. Hız - moment grafikleri.	226
Şekil . C.12. Hız - moment grafikleri.	226
Şekil . C.13. Hız - moment grafikleri.	227
Şekil . C.14. Hız - moment grafikleri.	227
Şekil . C.15. Hız - moment grafikleri.	228
Şekil . C.16. Hız - moment grafikleri.	228
Şekil . C.17. Hız - moment grafikleri.	229
Şekil . D.1. Hız - moment grafikleri.	231
Şekil . D.2. Hız - moment grafikleri.	231
Şekil . D.3. Hız - moment grafikleri.	232
Şekil . D.4. Hız - moment grafikleri.	232
Şekil . D.5. Hız - moment grafikleri.	233
Şekil . D.6. Hız - moment grafikleri.	233

Şekil . D.7. Hız - moment grafikleri.	234
Şekil . D.8. Hız - moment grafikleri.	234
Şekil . D.9. Hız - moment grafikleri.	235
Şekil . D.10. Hız - moment grafikleri.	235
Şekil . D.11. Hız - moment grafikleri.	236
Şekil . D.12. Hız - moment grafikleri.	236
Şekil . D.13. Hız - moment grafikleri.	237
Şekil . D.14. Hız - moment grafikleri.	237
Şekil . D.15. Hız - moment grafikleri.	238
Şekil . D.16. Hız - moment grafikleri.	238
Şekil . D.17. Hız - moment grafikleri.	239
Şekil . D.18. Hız - moment grafikleri.	239
Şekil . D.19. Hız - moment grafikleri.	240
Şekil . D.20. Hız - moment grafikleri.	240
Şekil . E.1. Hız - moment grafikleri.	242
Şekil . E.2. Hız - moment grafikleri.	242
Şekil . E.3. Hız - moment grafikleri.	243
Şekil . E.4. Hız - moment grafikleri.	243
Şekil . F.1. Hız - moment grafikleri.	245
Şekil . F.2. Hız - moment grafikleri.	245
Şekil . G.1. Hız - moment grafikleri.	247
Şekil . G.2. Hız - moment grafikleri.	247
Şekil . G.3. Hız - moment grafikleri.	248
Şekil . G.4. Hız - moment grafikleri.	248
Şekil . G.5. Hız - moment grafikleri.	249
Şekil . G.6. Hız - moment grafikleri.	249
Şekil . G.7. Hız - moment grafikleri.	250
Şekil . G.8. Hız - moment grafikleri.	250
Şekil . G.9. Hız - moment grafikleri.	251
Şekil . G.10. Hız - moment grafikleri.	251
Şekil . G.11. Hız - moment grafikleri.	252
Şekil . G.12. Hız - moment grafikleri.	252
Şekil . G.13. Hız - moment grafikleri.	253
Şekil . G.14. Hız - moment grafikleri.	253
Şekil . G.15. Hız - moment grafikleri.	254
Şekil . G.16. Hız - moment grafikleri.	254

Şekil . G.17. Hız - moment grafikleri.	255
Şekil . G.18. Hız - moment grafikleri.	255
Şekil . G.19. Hız - moment grafikleri.	256
Şekil . G.20. Hız - moment grafikleri.	256
Şekil . G.21. Hız - moment grafikleri.	257
Şekil . G.22. Hız - moment grafikleri.	257
Şekil . G.23. Hız - moment grafikleri.	258
Şekil . G.24. Hız - moment grafikleri.	258
Şekil . G.25. Hız - moment grafikleri.	259
Şekil . G.26. Hız - moment grafikleri.	259
Şekil . G.27. Hız - moment grafikleri.	260
Şekil . G.28. Hız - moment grafikleri.	260
Şekil . G.29. Hız - moment grafikleri.	261
Şekil . G.30. Hız - moment grafikleri.	261
Şekil . G.31. Hız - moment grafikleri.	262
Şekil . G.32. Hız - moment grafikleri.	262
Şekil . G.33. Hız - moment grafikleri.	263
Şekil . G.34. Hız - moment grafikleri.	263
Şekil . G.35. Hız - moment grafikleri.	264
Şekil . G.36. Hız - moment grafikleri.	264
Şekil . G.37. Hız - moment grafikleri.	265
Şekil . G.38. Hız - moment grafikleri.	265
Şekil . G.39. Hız - moment grafikleri.	266
Şekil . G.40. Hız - moment grafikleri.	266
Şekil . G.41. Hız - moment grafikleri.	267
Şekil . G.42. Hız - moment grafikleri.	267
Şekil . G.43. Hız - moment grafikleri.	268
Şekil . G.44. Hız - moment grafikleri.	268
Şekil . G.45. Hız - moment grafikleri.	269
Şekil . G.46. Hız - moment grafikleri.	269
Şekil . G.47. Hız - moment grafikleri.	270
Şekil . G.48. Hız - moment grafikleri.	270
Şekil . G.49. Hız - moment grafikleri.	271
Şekil . G.50. Hız - moment grafikleri.	271
Şekil . G.51. Hız - moment grafikleri.	272
Şekil . G.52. Hız - moment grafikleri.	272

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo.1.1. Beaufort'un rüzgar hızı skalası [7, s:7].....	20
Tablo.1.2. Davenport'un rüzgarlı havalar için konfor kriteri denemesi [4, s:156]	96
Tablo.1.3. Beaufort skalasına dayanarak Penwarden'in geliştirdiği "insanlar üzerinde rüzgar etkileri" [4, s:157]	96
Tablo.2.1. Portik boyutları	170
Tablo . A.1. Hız - moment grafikleri.	275
Tablo . B.1. Hız - moment grafikleri.	277
Tablo . B.2. Hız - moment grafikleri.	277
Tablo . B.3. Hız - moment grafikleri.	278
Tablo . B.4. Hız - moment grafikleri.	278
Tablo . C.1. Hız - moment grafikleri.	280
Tablo . C.2. Hız - moment grafikleri.	280
Tablo . C.3. Hız - moment grafikleri.	281
Tablo . C.4. Hız - moment grafikleri.	281
Tablo . C.5. Hız - moment grafikleri.	282
Tablo . C.6. Hız - moment grafikleri.	282
Tablo . C.7. Hız - moment grafikleri.	283
Tablo . C.8. Hız - moment grafikleri.	283
Tablo . C.9. Hız - moment grafikleri.	284
Tablo . C.10. Hız - moment grafikleri.	284
Tablo . C.11. Hız - moment grafikleri.	285
Tablo . C.12. Hız - moment grafikleri.	285
Tablo . C.13. Hız - moment grafikleri.	286
Tablo . C.14. Hız - moment grafikleri.	286
Tablo . C.15. Hız - moment grafikleri.	287
Tablo . C.16. Hız - moment grafikleri.	287
Tablo . C.17. Hız - moment grafikleri.	288
Tablo . D.1. Hız - moment grafikleri.	290
Tablo . D.2. Hız - moment grafikleri.	290
Tablo . D.3. Hız - moment grafikleri.	291
Tablo . D.4. Hız - moment grafikleri.	291
Tablo . D.5. Hız - moment grafikleri.	292
Tablo . D.6. Hız - moment grafikleri.	292

Tablo . D.7. Hız - moment grafikleri.	293
Tablo . D.8. Hız - moment grafikleri.	293
Tablo . D.9. Hız - moment grafikleri.	294
Tablo . D.10. Hız - moment grafikleri.	294
Tablo . D.11. Hız - moment grafikleri.	295
Tablo . D.12. Hız - moment grafikleri.	295
Tablo . D.13. Hız - moment grafikleri.	296
Tablo . D.14. Hız - moment grafikleri.	296
Tablo . D.15. Hız - moment grafikleri.	297
Tablo . D.16. Hız - moment grafikleri.	297
Tablo . D.17. Hız - moment grafikleri.	298
Tablo . D.18. Hız - moment grafikleri.	298
Tablo . D.19. Hız - moment grafikleri.	299
Tablo . D.20. Hız - moment grafikleri.	299
Tablo . E.1. Hız - moment grafikleri.	301
Tablo . E.2. Hız - moment grafikleri.	301
Tablo . E.3. Hız - moment grafikleri.	302
Tablo . E.4. Hız - moment grafikleri.	302
Tablo . F.1. Hız - moment grafikleri.	304
Tablo . F.2. Hız - moment grafikleri.	304
Tablo . G.1. Hız - moment grafikleri.	306
Tablo . G.2. Hız - moment grafikleri.	306
Tablo . G.3. Hız - moment grafikleri.	307
Tablo . G.4. Hız - moment grafikleri.	307
Tablo . G.5. Hız - moment grafikleri.	308
Tablo . G.6. Hız - moment grafikleri.	308
Tablo . G.7. Hız - moment grafikleri.	309
Tablo . G.8. Hız - moment grafikleri.	309
Tablo . G.9. Hız - moment grafikleri.	310
Tablo . G.10. Hız - moment grafikleri.	310
Tablo . G.11. Hız - moment grafikleri.	311
Tablo . G.12. Hız - moment grafikleri.	311
Tablo . G.13. Hız - moment grafikleri.	312
Tablo . G.14. Hız - moment grafikleri.	312
Tablo . G.15. Hız - moment grafikleri.	313
Tablo . G.16. Hız - moment grafikleri.	313

Tablo . G.17. Hız - moment grafikleri.	314
Tablo . G.18. Hız - moment grafikleri.	314
Tablo . G.19. Hız - moment grafikleri.	315
Tablo . G.20. Hız - moment grafikleri.	315
Tablo . G.21. Hız - moment grafikleri.	316
Tablo . G.22. Hız - moment grafikleri.	316
Tablo . G.23. Hız - moment grafikleri.	317
Tablo . G.24. Hız - moment grafikleri.	317
Tablo . G.25. Hız - moment grafikleri.	318
Tablo . G.26. Hız - moment grafikleri.	318
Tablo . G.27. Hız - moment grafikleri.	319
Tablo . G.28. Hız - moment grafikleri.	319
Tablo . G.29 Hız - moment grafikleri.	320
Tablo . G.30. Hız - moment grafikleri.	320
Tablo . G.31. Hız - moment grafikleri.	321
Tablo . G.32. Hız - moment grafikleri.	321
Tablo . G.33. Hız - moment grafikleri.	322
Tablo . G.34. Hız - moment grafikleri.	322
Tablo . G.35 Hız - moment grafikleri.	323
Tablo . G.36. Hız - moment grafikleri.	323
Tablo . G.37. Hız - moment grafikleri.	324
Tablo . G.38. Hız - moment grafikleri.	324
Tablo . G.39. Hız - moment grafikleri.	325
Tablo . G.40. Hız - moment grafikleri.	325
Tablo . G.41. Hız - moment grafikleri.	326
Tablo . G.42. Hız - moment grafikleri.	326
Tablo . G.43. Hız - moment grafikleri.	327
Tablo . G.44. Hız - moment grafikleri.	327
Tablo . G.45. Hız - moment grafikleri.	328
Tablo . G.46. Hız - moment grafikleri.	328
Tablo . G.47. Hız - moment grafikleri.	329
Tablo . G.48. Hız - moment grafikleri.	329
Tablo . G.49 Hız - moment grafikleri.	330
Tablo . G.50. Hız - moment grafikleri.	330
Tablo . G.51. Hız - moment grafikleri.	331

Tablo . G.52. Hız - moment grafikleri.	331
Tablo . H.1. R_H oranları.....	333
Tablo . H.2. R_H oranları.....	334
Tablo . H.3. R_H oranları.....	335
Tablo . H.4. R_H oranları.....	336



ÖZET

BİNA BİÇİMLENMESİNDE BOŞLUKLARIN YAKIN ÇEVREDEKİ HAVA HAREKETİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Bu projenin amacı, bina biçimlenmesinden kaynaklanan ve binanın yakın çevresini, özellikle yaya seviyesinde bina eteklerini etkileyen yerel hava hareketlerini incelemektir. Bunun yanı sıra elde edilen sonuçların B.R.S., Garston, İngiltere'de 1974 yılında Peter F. GRIGG[1] tarafından yapılmış olan aynı türden bir deneyle karşılaştırmasını yaparak İ.T.Ü. Mim. Fak., Taşkışla, F.Ç.K. laboratuvarındaki rüzgar tünelinin performansını ortaya koymaktır.

Projenin deneysel bölümü, rüzgar karakteristiklerinden, rüzgar akım hızı üzerinde yoğunlaştırıldı. Hız ölçümleri, laboratuvar bilgisayarına yüklenmiş olan ACQ WIRE software'in aracılığıyla kontrol edilen erişim aletlerine (Traversing system) monte edilmiş olan sıcak-tel (Hot-wire) problemleri aracılığıyla alındı. Sonuçlar, paket program tarafından üretilen analitik çizimler ve sayısal tablolar olarak elde edildi. Tümünüyle elde çizilmiş olan Peter F. GRIGG'in sonuçlarıyla karşılaştırıldı ve tartışıldı.

Böylece elde edilen bulguların, F.Ç.K. laboratuvarındaki rüzgar tünelinin performansını ortaya koyarak, gelecekte düzenek üzerinde yapılması gereken güç, biçim, boyut ve ekipman revizyonları konusunda referans bilgiler vermesi amaçlandı.

SUMMARY

INVESTIGATING THE EFFECTS OF VOIDS IN BUILDINGS FORMING ON THE AIR FLOW IN THE NEAREST ENVELOPE

In the second half of the 19. century, development of new building materials and advances in architectural concepts have led to "light weight" and more unconventional buildings. Further more, there was a more important increase of building density in the urbans, which is periodically continued now. Consequently, unexpected wind forces may act on these buildings and their structures and pedestrians, walking around of these buildings.

Because of this wind loading effect, many empirical relationships are available in design work which, by taking standard meteorological records as their basis, allow instantaneous or mean wind speeds or other wind characteristics to be calculated for any point and period. However, when the conditions are being defined where these relationships are applicable, relatively vague expressions are used. Because, meteorigical records have been done on actual size of building or its envelope and it is very diffucult to use these records in design ratios for example 1/50, 1/100, 1/200....).

In this case, experimental results from wind-tunnel studies are considered as one reliable source for the wind loading information in the worldwide.

The objective of this research project thesis contains basic informations about architectural aerodynamics and some contributions provided for a boundary layer wind tunnel which was established in F.Ç.K. (Control of Physical Environment) laboratory of Architectural Faculty of Istanbul Technical University, Taşkişla and beginning experiments performed in the boundary layer wind-tunnel.

Furthermore, during the research period, the other boundary layer wind tunnel of Istanbul Technical University which is being used now in Trisonic Laboratory of Air plane – Space Faculty by researchers have been used for calibration tests.

This research project thesis consists of seven main parts:

1. General informations
2. Experimental Works
3. Conclusions
4. Discussions
5. Suggestions
6. References
7. Appendix
8. Biography

1. General informations:

In the first part, global atmospheric air movements, statistical and physical characteristics of wind and factors in fluencing it have been studied supported by currently available references.

In addition, measurement equipments and data evaluation techniques using for the actual size or wind tunnel measurements have been introduced with large explanations. Many research reports and books and brochures have been studied and their explanations about objects have been discussed.

After than, pedestrian level wind flow near tall buildings or large buildings complexes is a very complex aerodynamic problem which have been explained in this part. Because of this reason, "the problems of architectural aerodynamic may be assessed at present only by wind tunnel experiments" decision have been taken.

Finally, different types of wind tunnels for industrial aerodynamics and architectural aerodynamics are described briefly. A wind tunnel can be used for many kinds of experiments. For example; air pollution experiment, flow formation experiments, atmospheric boundary layer simulation experiments, heat Island phenomenon experiments, internal and external vantilation experiments, industrial aerodynamics experiments (for automobiles, ships, airplanes etc.), and vibration experiments.

The embrace of that project is restricted to especially flow velocity and flow formation experiments.

2. Experimental Works:

The most important objective of that project is to observe the performance of the boundary layer wind tunnel of F.Ç.K. laboratory in the Taşkışla. Because of this reason, a lot of experiments which was performed in the Building Research Establishment, Garston in 1974 by Peter F. GRIGG have been re-tested. Thus, the results obtained from both wind tunnels will be compared in discussion part. Finally, some changes may be recommended on the wind tunnel, if necessary. In this respect, it is a continuous research.

These experiments will be the first one which is performed in the boundary layer wind tunnel of Architectural Faculty of Istanbul Technical University and their results will permit for many recommendations for the following studies. By means of these results missing points in the laboratory can be seen. Thus, a list of useful equipments and staff that are not in the laboratory will be made. In that case, a research laboratory can be built in continuously developing.

The experiments performed in this part, investigate the sheltering effects of canopies on velocities beneath a tall building, using a wind-tunnel model. The experiments have been done looking for, under what conditions the highest wind speeds occurred, and the effectiveness of various sizes of canopies, with and without a one storey void above.

The model building used for experiments was a 400 mm× 100 mm × 400 mm block. A sheet of brass attached flush to the base was drilled and taped to allow combinations of pillars, canopies, and one-storey blocks to be bolted to the underside of the model. These were arranged to represent four tall building type:

- A. Block I : A block with a one stroy - height passage way piercing the base
- A. Block II : As (I) but with a one stroy void replacing the second storey.
- A. Block III : A block raised up one storey on pillars

- A. Block IV : As (III) but with a one storey void replacing the second storey.

Canopies, made from 3 mm plywood, were attached to the block between the first and second stories. When in place, these projected from the block;

- a) Upwind by 0 mm, 25 mm, 50 mm, 100 mm, 150 mm or 200 mm
- b) At each side by 0 mm, 25 mm, 50 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm or 150 mm with all permutations of (a) and (b)

For all experiments the notional model scale was 1/120. Thus if one storey height at full scale is taken to be 3 meters, it is represented by 25 mm on the model.

To ensure a typical stable vortex flow, a small block 400 mm × 100 mm × 100 mm, was placed 300 mm upwind of the tall block (Ö. Block).

The experiments described in this part were classified under three main title;

- Preliminary experiments with out canopy ; Experiment A, B, C,
- Velocity variation beneath canopy ; Experiment D, E,
- Effects of canopy size ; Experiment F.

3. Conclusions:

In this part of the research thesis, the results obtained from experimental works was compared with general informations and conclusions have been presented and also appraised in terms of innovation, development and applicability. These conclusions may be summarised as follows:

- Generally, there are higher wind speeds in the lower half of the gap beneath the A. Block than in the upper half.

- This wind speed difference was due to separation of the jet of air from the upper surface, and was characterised by a rapid decrease in mean velocity, coupled with a large increase in turbulence intensity.
- The 100 mm high Ö. Block was in the middle of the range of heights which had no effects on the measured speeds.
- The highest wind speeds occurred with the long face of the A. Block normal to the tunnel flow direction ($\alpha = 0^\circ$), so that experiments carried out with this orientation represented the worst case, from the point of view of pedestrian comfort.
- The wind speeds under the tall block as tested, whether raised on pillars or pierced by a passage way, were approximately equal to the windspeed at its roof height. These wind speeds were substantially reduced by attaching a canopy to the upwind face of block.
- Some of the reduction in wind speed was lost, whether the A. Block was pierced, or on pillars, if there was a void in place of the second storey of the block.
- The effects of canopy width were small, giving slight additional reductions in velocity ratio with widths greater than 25 mm.

4. Discussion:

In this part, the influence parameters effecting the reliability of wind tunnel experiments results tested in boundary layer wind tunnel of F.Ç.K. were discussed and these results were compared with the results obtained by Peter F. GRIGG.

Generally, both results are similar. But the results of boundary layer wind tunnel of F.Ç.K. are not sensitive and not reliable. Because, it hasn't got a honeycomb, grids or surface roughness elements e.t.c. and also it's motor power is not enough to doing sensitive experiments.

But most of the time, if it's flow have been put in order and became wanted arrangement, to improve unsatisfactory situations occurring after completion of buildings or before built to buildings, wind tunnel experiments are almost mandatory to give reliable information.

Furthermore, in our country, an air pollution problem is getting important in last years. Because of that reason, our country needs reliable wind tunnels used by architects.

5. Suggestions:

In this part, a few solutions were proposed for problems of measurements and evaluation of datas. Of course, some changings was suggested on wind tunnel and Laboratory of F.Ç.K.

6. References:

An extensive literature survey has been conducted for this high license research project thesis. The lists of the attained books, reports, brochures, booklets and papers profited have been presented this part.

7. Appendix:

The datas obtained from measurements have been presented as an appendix in the end of the thesis for used or examined by the authorities critized this high license research project thesis.

8. Biography:

Bülent ÜNAL was born in Sivas in 1969. He began to primary school in this city. After primary school, he went to Istanbul for high school. He was graduated from Fatih College for boys in 1986. After than he began Architectural Faculty of Istanbul Technical University in same year. He finished license education in 1991. In same year he began to working as an architect with a building contractor company in Bursa and high licence education in Architectural Faculty of Istanbul Technical University. Between 1991 and 1992 he learned English in high licence preparation class. During the 1992 and 1993 he completed optional and indispensable lesson credit. ÜNAL have been studying for this research project since 1994.

1. TEMEL BİLGİLER

Deneysel çalışmalara ilişkin bölümlere geçmeden önce, araştırmayla olan çok yakın ilişkileri bakımından ve ileriki bölümlerde ele alınacak tartışmaları bilimsel tanımlamalar ve sayısal değerler üzerine oturtmak için global iklimsel faktörlerden rüzgar ve rüzgar tüneliyle ilgili olan temel bilgileri sunmak yararlı olacaktır.

1.1. Giriş

En geniş anlamda iklim; meteorolojik parametrelerin istatistiği olarak tanımlanır. İnsanlık tarihi boyunca bu parametrelerin en çok üzerinde durulanları sıcaklık ve yağış olmuştur. Ancak iklimin tam bir değerlendirmesini yapmak sözkonusu olunca, rüzgar, nem, bulutluluk, güneş ışınımı ve diğer hava indikatörleri de tümü ile ele alınmalıdır [2, s: 27].

Sanayi devrimini izleyen yıllarda, geri planda kalan bu hava indikatörleri hakkında sürekli ve sistematik çalışmalar başlamıştır. Sözkonusu çalışmaların üzerinde yoğunlaştığı atmosferik olaylardan birisi de rüzgardır.

Rüzgar, yapısal nedenlerle bina bileşeninden başlayarak, kent, bölge, ülke gibi çeşitli ölçeklerdeki planlama ve tasarım çalışmalarında asırlar boyunca kendisini kabul ettirmiş doğal bir veri olmuştur[3, s: 1].

Gerek korunma, gerekse yararlanma amacıyla rüzgarla ilgili çalışmaların başlamasıyla birlikte ölçüm aletleri de belirmeye başlamıştır. Bu ölçüm aletleri, en ilkeleri olan bulutlar ve tüylerden çağdaş laser anemometrelere kadar büyük bir gelişim göstermiştir[4, s: 12].

Ölçüm aletleri paralelinde vizüalasyon (görünürleştirme) çalışmaları da önem taşır. Rüzgara ilişkin doğal meteorolojik koşulların taklit edilerek oluşturulmaya çalıştırıldığı deney düzenekleri ise rüzgar tünelleridir.

Başlangıçta tamamen havacılık bilimi olarak kabul edilen aerodinamiğe hizmet eden rüzgar tünelleri, aerodinamiğin ilgi alanının tüm ulaşım araçları ve binalar üzerine genişletilmesiyle, bu alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır[5, s: 1-2]. Teorik rüzgar bilgileri, ölçüm aletlerinin gelişimini, her ikisi birlikte rüzgar tünellerinin ortaya çıkmasını teşvik etmiştir ve rüzgar tünelleri de, teorik bilgilerin ve ölçüm aletlerinin yeniden yapılanmasını sağlamıştır (Şekil 1.1).

1.2. Hava Akımlarının İncelenmesi İçin Teorik Bilgiler

En global yaklaşımla, hava hareketlerinin kaynağı; güneşin ısıtma etkisi ve dünyanın dönüşüdür. Bunu daha basite indirgersek rüzgarlar, aralarında basınç farkı bulunan bölgeler arasındaki hava hareketleridir. Daha geniş bir tanımlamayla, çeşitli iklim bölgelerinin ısıtılma farklarının eş-düzeyle dağılımı olma eğilimindeki atmosferik konveksiyon akımlarıdır[6, s: 94]. Bu ısıtılma farkları, doğal kaynaklı (güneş, yanardağ, gayzer vb.) veya yapma çevreye (kentler, barajlar, sanayi merkezleri vb.) bağlı olarak ortaya çıkabilir. Yapma çevreye ilişkin ısıtma farkları günümüze dek doğal kaynaklı ısıtılma farkları kadar önemli kabul edilmiyorlardı. Ancak çevre kirliliğinin ozon tabakasında yol açtığı inceltme ve atmosferin ısınması nedeniyle eriyen kutup buzulları, yapma çevre kaynaklı ısıtma etkilerinin kazandığı önemin göstergeleridir.

1.2.1. Rüzgar Üzerine Araştırmaların Tarihçesi

Otoritelerce, rüzgarla ilgili olarak yapılmış ilk sistemli çalışmaların başlangıcının Robert HOOKE ve Isaac NEWTON'un yaptığı çalışmalar olduğu kabul edilir. Robert HOOKE meteoroloji biliminin ilgi alanları üzerine çalışmıştır. Isaac NEWTON ise akışkan mekaniği çalışmalarını başlattı. Günümüzün çağdaş meteoroloji bilimi bu ilk çalışmalar üzerindeki birikimlerin ürünüdür.

R. HOOKE, modern meteorolojinin kurucusu olarak hatırlanır. İlk yelkovan tipi (Vane-type) anemometreyi bulan O'dur. Ayrıca bu aletle ilk rüzgar hızı kayıtlarını da yaptı (Şekil 1.2)[7, s: 5]. I. Newton ise rüzgarla ilgili ilk teorileri ileri sürmüştür. NEWTON'un teorisi şuydu: "Hava molekülleri bir engelle karşılaşınca sapar, yolunu değiştirir." NEWTON bunun üzerine şu kabulü yapıyordu: "Bir hava molekülü bir engele çarpıncaya kadar düz-doğru bir yörünge izler, ancak engele çarpınca yön değiştirir." Bu teori NEWTON'un ışıkla ilgili teorisine çok benziyordu. Teoriden şu sonucu çıkardı: "Basınç geliş açısının sinüsünün karesi ile doğru orantılıdır." Daha sonra bu kabulün ancak küçük geliş açılarında gerçeğe yakın sonuçlar verdiği görüldü ve DURHEIM tarafından "Rüzgar etkisindeki bir yüzey üzerindeki rüzgar basıncı hava moleküllerinin geliş açısının sinüsü ile orantılıdır." şeklinde değiştirildi. Yani ona göre de moleküller bir engele çarpıncaya kadar düz-doğrusal bir yol izlemekte ve çarptıktan sonra tıpkı ışık gibi geliş açısına eşit bir açı ile yansımaktadır. DUCKHEIM bu görüşlerini 1842'de yazdı.[5, s: 90-93] Bu sırada çağdaşı, Sir John F.W. HERSEL 1830'larda ilk eş zamanlı rüzgar kayıtlarını yaptı. Böylece 19. yy.'da ilk ölçüm istasyonları da kurulmaya başlanmış oluyordu. Bu arada elektro-telgraf sisteminin

devreye girmesiyle elde edilen ölçüm değerlerinin daha yaygın kullanımı başladı. Ardından 1849'da ilk günlük hava raporları basıldı. 1873'de Viana'da toplanan Uluslararası Meteorolojistler Kongresi'nde ölçüm istasyonlarının sınıflandırılması yapıldı[7, s: 5-6]. Bu aynı zamanda modern meteorolojinin resmi olarak kurumlaşmasıydı. Başlangıçta daha çok ticari ya da askeri amaçlarla kullanılan meteoroloji raporları, bugün çok yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Özellikle yayın organlarının, radyo ve televizyonun sistemleşmesiyle birlikte meteorolojik raporlar, global ölçekten bireysel ölçeğe kadar her alanda kullanılmaktadır.

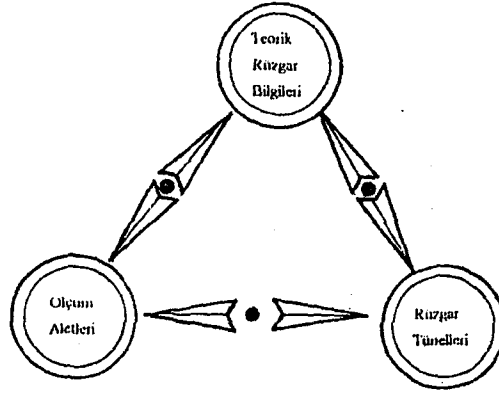
1.2.2. Global Hava Hareketleri

Global hava hareketlerinin, temel sirkülasyon modeli Şekil 1.3'de görüldüğü gibidir[8, s: 5-9]. Ekvator çevresinde, havanın yükseldiği, kuzey ve güney rüzgarlarının karşılaştığı, tropikal cephenin olduğu yer tropikaller arası yakınsama kuşağı olarak isimlendirilir. Bu alan tümüyle esintisizdir veya düzensiz doğrultulardan gelen çok hafif meltemlerin etkisinde kalır ve denizciler tarafından "sükunet denizi" (doldrums) olarak adlandırılır. Bu tropikal kuşağın etrafında sıcak dünya yüzeyi tarafından ısıtılan hava, genişler, basıncı azalır, hafifler ve daha soğuk bölgelere doğru kutuplar doğrultusunda yüksek bir seviyeden akar. Bu sırada sürekli geçtiği bölgelerde soğutulmakta olan hava, tamamen soğuduğu kutuplar üzerinde alçalarak, ekvatora doğru emilir ve alçalarak bu yönde geldiği yere döner[6, s: 94-95].

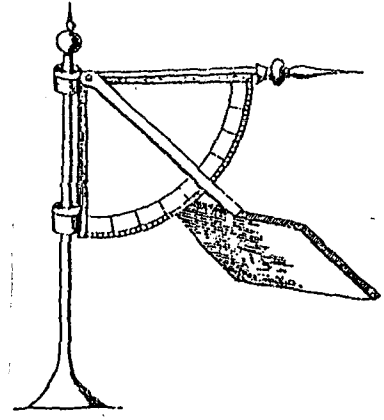
1.2.2.1. Alize Rüzgarları

Bölüm 1.2.2.'de anlatılan temel sirkülasyon modeli ve Şekil 1.3'de gösterilen akım şekli sadece genel bir kabuldür. Gerçekte ekvatordan kutuplara kadar sürekli bir akım döngüsü yoktur. Bu döngü tropikal-altı cephede ve kutup-altı cephede kesintiye uğrar (Şekil 1.4)[8, s :5-7].

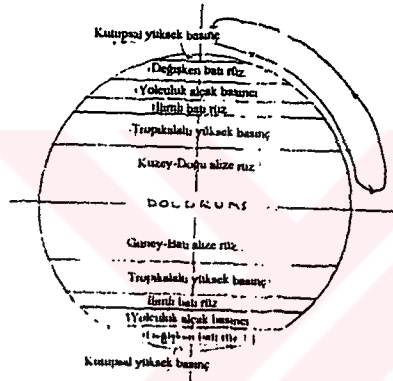
Dünya kendi eksenini etrafında dönerken atmosfer de birlikte döner. Ağırlıkça hafif olduğundan ve bir sıvı gibi davrandığı için yerküreden ayrışma eğilimindedir. Ancak yerçekimi ve sürtünme kuvvetleri tarafından dünya yüzeyi ile eş zamanlı olarak dönmeye zorlanırsa da, dönüşün en hızlı olduğu yerde yani ekvatorunda, yerkürenin dönüş hızının arkasında kalarak bir gecikme eğilimine girer. Böylece atmosferik sınır tabaka da dünya ile atmosferi arasında Coriois kuvvet olarak bilinen etmen tarafından oluşturulan bir kaygan yüzey belirir (Şekil 1.5). Coriolis kuvvet etkisi, dünyanın dönüş yönüne zıt doğrultuda bir rüzgar esintisi olarak gözlemlenirken, Alize rüzgarlarıyla



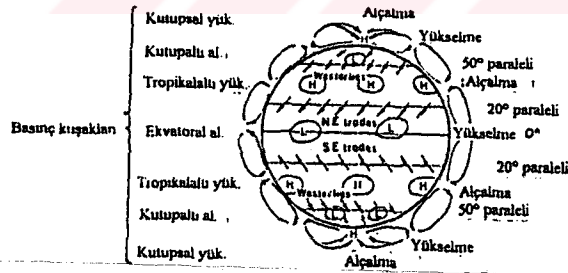
Şekil.1.1. Mimari aerodinamiğin gelişim süreci.



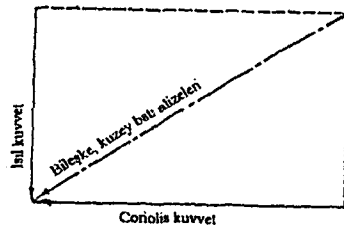
Şekil.1.2. Hook'un yelkovan tipi anemometresi [7, s:6].



Şekil.1.3. Temel global sirkülasyon kalıpları [6, s:95].



Şekil.1.4. Global atmosferik sirkülasyon karakteristikleri [4, s:29].



Şekil.1.5. Alize rüzgarlarını oluşturan bileşke kuvvetler [8, s:9].

belirir (Şekil 1.6). Alize rüzgarları ekvatorun altında ve üstünde simetrik olarak ikiye ayrılırlar:

- Ekvatorun kuzeyinde, kuzeydoğu alizeleri
- Ekvatorun güneyinde, güneydoğu alizeleri [6, s: 96-97].

1.2.2.2. Orta Enlem Batı Rüzgarları

30° kuzey ve güney paralelleri civarında, iki yüksek barometrik şerit vardır (alçalan hava). Rüzgarlar bu şeritlerde belirgin şekilde hafif ve değişkendir. 30°-60° Kuzey ve Güney paralelleri arasında, dünyanın dönüşüyle aynı yönde güçlü batı rüzgarlarının esintisi hakimdir (Şekil 1.4). Bu rüzgarların oluşumu uzun süreden beri tartışmalıdır. Fakat günümüzde açısal momentumun korunumu yasasına dayanan yorumlar genel kabul görmüştür. Dünya-atmosfer sisteminin toplam açısal momentumu değişmez kalmalıdır. Eğer alize rüzgarları tarafından azaltılıyorsa, bu eksiltelen momentum bir üst kuşakta batı rüzgarları tarafından iade edilmelidir. Eğer hava çok büyük bir çevresel hıza sahip olduğu yer olan 30° paralelleri civarından, dünya-ekvator yarı çapına eşit bir dönüş çapının söz konusu olduğu, bu nedenle havanın çevresel hızının çok daha az olduğu 60° paralellerine doğru üst atmosferden geçerek geliyorsa, daha yüksek bir dönüş hızı olduğundan, aniden yeryüzüne bastıracaktır. Böylece dünyanın dönüş hızı doğrultusunda onun rotasyonunu hızlandıran batı rüzgarları oluşacaktır[8, s: 9].

1.2.2.3. Kutup Rüzgarları

60° Kuzey ve Güney paralellerinden kutuplara doğru hava hareketi ise ısı faktörlerin artışı altında üst atmosferde oluşur. Bu oluşum alize rüzgarlarıyla benzeşir. Alt atmosferde ise, soğuk bölgeler olan kutuplardan daha ılık olan 60° paralellerine doğru hareket eden hava akımları vardır. Havanın çevresel dönüş hızı kutuplarda daima sıfır kabul edilir ve bu hava 60° paraleline doğru hareket ediyorsa, dünyanın dönüş hızı ardında gecikecektir. Böylece, kuzeyde Kuzey-doğu kutup rüzgarları, güneyde Güney-doğu kutup rüzgarları oluşacaktır (Şekil 1.4)[8, s: 9-10].

1.2.2.4. Yerel Rüzgarlar

Hava hareketleri bazen çok küçük ölçeklerde de üretilebilir. Örneğin bir göl ve sahili arasında, bir kasaba ve çevresindeki kırsal bölge arasında veya büyük bir binanın çeşitli yönleri bakan cepheleri arasında vb.[8, s: 9-10]...

Yerel koşullara bağlı olarak ortaya çıkan bu tür rüzgarlar, yerel rüzgarlar olarak adlandırılır. Bazen gece ve gündüz arasında farklılık göstermeleri de söz konusu olabilir[8, s: 9-10].

Bu tür rüzgarların oluşumu bir çok nedene bağlı olabilir. Ama bunların en önemlileri yakın çevrede oluşan basınç farkları ve topoğrafyadır. Basınç farkları bazen çok basit sebeplerden bile kaynaklanabilir. Örneğin kış aylarında binaların içleriyle, dışları arasında yapay ısıtmadan kaynaklanan bir basınç farkı vardır. Ya da bir dağın doğuya bakan yamacı ile batıya bakan yamacı arasında gün boyunca güneş ışınının ısıtma etkisinden kaynaklanan ve saatlere göre değişim gösteren basınç farkları oluşur. Dolayısıyla bir hava hareketi de daima süre gelir.

Topoğrafyadan kaynaklanan rüzgar akımlarında topoğrafya rüzgarın kaynağı olarak değil, yönlendirici olarak ele alınır. Yani özel durumlar dışında, topoğrafyadan kaynaklanan basınç farkları ihmal edilebilir kabulü yapılır. Örneğin Şekil 1.7'de görülen örnekte güneş ışınımından kaynaklanan yamaç akımlarıyla vadi tarafından yönlendirilen hakim rüzgarın gün boyunca değişen etkileşimi görülüyor[6, s: 100]. Sözü edilen bu yönlendirme etkileri bir binanın altındaki pasajda veya bina sıralarının arasındaki sokaklarda (VENTURI etkisi)da oluşabilir. Topoğrafyanın ve yerleşimlerin rüzgar üzerindeki bir diğer önemli etkileri de rüzgar hızı profilleri üzerindeki etkileridir. Yüzeylerin pürüzlülüğü arttıkça, hava akımının bu yüzeyler üzerinde karşılaşacağı direnç de artacaktır. Bu etkileşim rüzgar basıncının ve onun paralelinde ortalama rüzgar hızı profiline yükselmesine neden olacaktır (Şekil 1.8)[9, s:1-17].

1.3. Rüzgarın Fiziksel Ve İstatistiksel Özellikleri

Yerel rüzgar ölçeğine inildikten sonra, çağdaş teknolojinin yardımlarıyla hava hareketlerinin kontrol edilebilirliği ve aritmetik ifadelerinin ortaya koyulabilirliği de başlamış oluyor. Aerodinamiğin sayısal ifadelere dayanan ve hava hareketlerini belirli boyutlarda etkilemeyi amaçlayan odaklanma noktası da bu ölçek üzerindedir [10, s:101-131].

Bu bağlamda rüzgarın ölçülebilen ve değerlendirilebilen fiziksel özellikleri varsa, bu özelliklerin istatistiksel olarak tanımlanmaları da olasıdır denilebilir. Böylece deneysel araştırmaların ve ölçümlerin sonuçları özetlenerek tasarımcı için daha kullanışlı hale getirilmiş olacaktır.

1.3.1. Rüzgar Hızının Karakteristikleri

Güneş ışınlarının, yeryüzünün çeşitli bölgelerinde oluşturduğu atmosferik ışıının farklı olması nedeniyle bazı bölgelerde alçak, bazı bölgelerde yüksek basınç merkezleri belirir. Bu merkezler arası basınç farkı da rüzgarı doğurur.

Doğal rüzgar akımı türbilanslıdır. Türbilansın içinde ise bazen sağnaklar, bazen de durgunluk vardır. Bu rüzgarın doğrultusu saatlerce değişmeyeceği gibi, çok ani değişimler de gösterebilir. Yani rüzgarın yönü, hızı ve şiddeti sürekli değişim halindedir. Değişimler genellikle düzensizdir. Çok farklı frekanslar gösterecektir.

Sonuç olarak rüzgar hızının üç temel karakteristiği olduğu söylenebilir. Bunlar;

- Rüzgar hızının yönü,
- Rüzgar hızının şiddeti ve
- Bu iki karakteristikteki anlık değişimlerdir[5, s: 1.3].

1.3.2 Sağnaklık–Türbilans

Rüzgarın, yön, şiddet ve doğrultusundaki zamana bağlı değişkenlik özelliğine türbilanslılık denmektedir[5, s: 2.2-2.4]. Bunun daha genel anlamdaki ismi ise sağnaklıktır. Sağnaklık değeri topoğrafya özelliklerine göre değişim gösterir. Çünkü daha çok yeryüzü pürüzlülüğünün bir fonksiyonudur. Ancak pürüzlülük tek etken değildir. Aslında türbilansın tam ve mükemmel bir tanımını yapmakta olanaksızdır. Çünkü oluşumu tümüyle açıklayamamıştır. Örneğin sonsuzda tamamen üniform olan bir akım, bir yüzey üzerinden geçerken, başlangıçta laminer bir sınır tabaka oluşturduğu halde, daha sonra bu tabaka türbilanslı hale geçmektedir. Bunun nedeni tamamen yüzey pürüzlülüğü sanılıyordu. Ancak yapılan deneyler göstermiştir ki; son derece kaygan bir yüzey üzerinde bile, biraz daha geçte olsa kenar tabaka mutlaka türbilanslı hale gelmektedir (Şekil 1.9). Özetle pürüzlülük türbilansın tek nedeni değildir ama en önemli nedenidir denilebilir[4, s: 62-65].

Türbilansın oluşumu engellere bağlıysa şöyle özetlenebilir; Önüne engel çıkan akım bu engel çevresinde kıvrılarak sarılır. Bu sırada engelle temas eden hava molekülleri sürtünme nedeniyle yavaşlar. Diğer molekülleri de etkileyerek bir girdap oluşturur. Girdapın eksenini akım yönüne diktir. Eksen çevresindeki sarılmaları taşıyamaz hale gelince girdap kopar ve akımla birlikte uzaklaşır. Yerinde aynı sebeplerle yeni girdaplar doğar, olay sürekli tekrar eder ve akım türbilanslı hale gelir.

Bu tip girdaplar WEBB tarafından doğal rüzgar için ve TAWSEND tarafından da rüzgar tünellerinde etüd edilmiştir[5, s: 2.13-2.15].

İkinci bir girdap türü ise daha çok yüksek yapılar etrafında oluşan ve sarılma eksenini yeryüzüne paralel olan alternatif girdaplardır. Bunlar arka arkaya oluştuklarından bu isimle veya ilk olarak bulan kişinin adıyla VON KARMAN girdapları ismiyle anılırlar. (Şekil 1.10)'da bir silindirin arkasında oluşan girdaplar görülmektedir[7, s: 69-72].

Ayrıca binaların önlerinde oluşan etek girdapları, arkalarında stasyoner girdaplar, çatılarında çatı girdapları ve saçaklarında saçak girdapları vardır. Bunların çoğu kopmayan bağlı girdaplardır.

1.3.2.1. Rüzgar Hızı ve Türbilansın Üzerine Arazi Pürüzlülüğünün Etkileri

Rüzgarın tam yeryüzü kabuğuyla temas içinde olduğu noktada rüzgar şiddetinin durma noktasına geldiği ve sıfıra en yakın değerinde olduğu genel bir kabuldür. Yeryüzünden yukarı doğru uzaklaştıkça rüzgar hızında bir artış olduğu gözlemlenir. Hızlardaki bu artışın periyodu yeryüzü pürüzlülüğünden kaynaklanan sürtünme etkilerinden kurtulmaya bağlı olduğu ve pürüzlerin yükseklikleri ve yoğunlukları ile ilgili bir gradyan yüksekliği boyunca profillendiği yapılan ölçümlerle kanıtlanmıştır. Ortalama rüzgar hızının ($\bar{V}$), yüksekliğe göre logaritmik olarak:

$$\bar{V}_z = \bar{V}_1 \log e \left(\frac{Z}{Z_0} \right) / \log e \left(\frac{Z_1}{Z_0} \right) \quad (1.1)$$

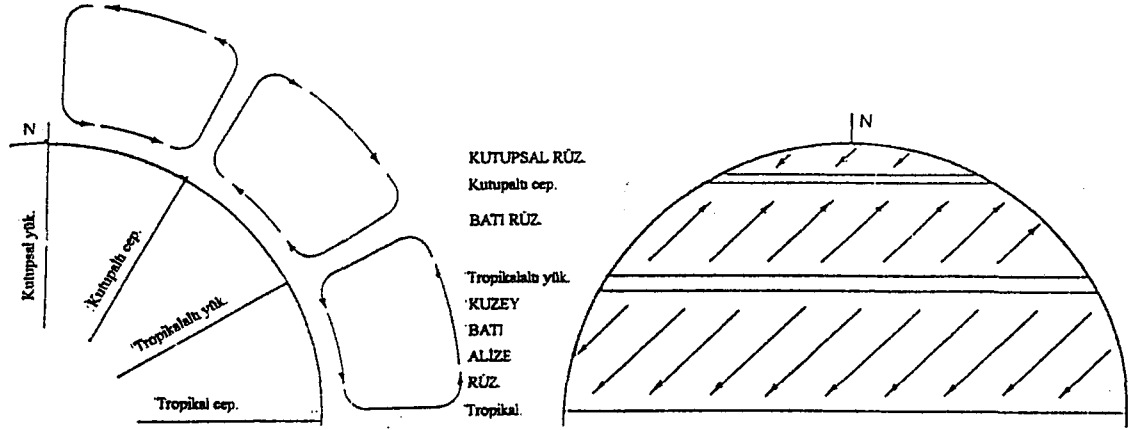
$\bar{V}_z$ = Herhangi bir Z yüksekliğindeki ortalama hız

$\bar{V}_1$ = Herhangi bir Z_1 yüksekliğindeki ortalama hız

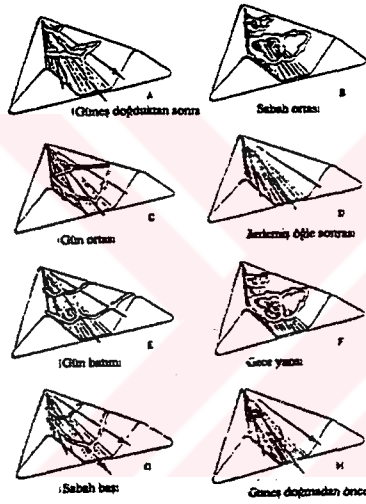
Z_0 = Yüzey pürüzlülüğü, ortalama pürüz yüksekliğinin % 5-10'u

bağıntısıyla değiştiği kabul edilir[4, s: 88-92].

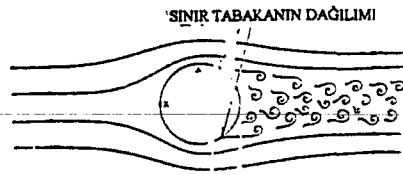
Yüzey pürüzlülüğü, belirli bir yükseklikteki elemanlarla yüzeyin belli bir oranının kaplandığı durumlar için pürüz boyunun belirli bir oranı olarak ele alınmaktadır. Standart meteorolojik ölçümlerin yapıldığı, açık arazilerde $Z_0=0,01$ m, kentsel alanlarda ise $Z_0 = 1,5$ m değerine ulaştığı kabul edilmektedir. LAWSON'un; COUNIHAN, LEE-SOLIMAN, SOLIMAN, HUSSAIN'in deneysel çalışmalarına dayandırarak verdiği bu sonuçlara göre; yüzey % 25-15 arası pürüzle kaplandığı



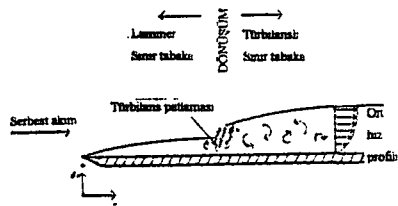
Şekil.1.6. Kuzey yarım küredeki atmosferik sirkülasyon [8, s:8].



Şekil.1.7. Yamaç akımlarıyla vadi rüzgarlarının bir günlük zaman dilimindeki etkileşimi [9, s:7].



Şekil.1.10. Bir silindirin arkasındaki Von Karman girdapları [7, s:71].



Şekil.1.9. Laminer sınır tabakanın tarbilanslı hale dönüşümü [4, s:63].

durumda, hava akımı artık pürüzlü tabaka arasında kolayca dolaşamaz ve akım hızı pürüzler arasında durma noktasına gelir. Yani akım hızı, (d) yüksekliğindeki bu pürüzlü yüzey içinde sıfır kabul edilir. Hızın yükseklikle logaritmik değişimini hesaplarken, buradaki (d) sıfır düzleminin kalınlığı (Z) den çıkarılmalıdır. LAWSON'un, ESDU'nun kabullerine göre verdiği (d) sıfır düzlemi yüksekliği;

$$d = h - 2.5 Z_0 \quad (1.2)$$

h = çevre binaların yüksekliği

Bu ifade yaklaşıktır. Yaygın kabul görmemiş olmakla birlikte yerine getirilebilecek daha detaylı bir bağıntı yoktur[3, s:12-13].

Ortalama rüzgar hızına ilişkin bir başka bağıntı ise üstel değişimdir.

$$\frac{\bar{V}_z}{\bar{V}_{z_G}} \left(\frac{Z}{Z_G} \right)^\alpha \quad (1.3)$$

$\bar{V}_{z_G}$ = Ortalama gradyan hızı

z_G = Gradyan yüksekliği

α = Yüzey pürüzlülüğü katsayısı

Şekil 1.11'de farklı yüzey karakterlerinde ortalama hızın gradyan hızı oranıyla değişimi örneklerle görülmektedir[4, s: 89-90].

Türbilans düzeyinin (σ_v), yükseklikle veya yüzey pürüzlülüğüyle değişiminin ortalama hızlardaki gibi olmadığı ve,

$$\sigma_v = 0.10 \bar{V}_G \quad (1.4)$$

Ortalama gradyan hızı $\bar{V}_G$ 'nin sabit bir oranı olduğu kabul edilmekle birlikte, deneyler türbilans düzeyinin, yüzey pürüzlülüğüyle yavaşça artarken, yükseklikle de azaldığını göstermektedir.

Sağnak hızlarının ($\bar{V}_z$), yükseklikle değişimine bakıldığında eğer;

$$\sigma_v = 0.10 \bar{V}_G \quad (1.4)$$

kabul edilirse, yaklaşık olarak,

$$\hat{V} = \bar{V}_z + 3,5 \sigma_v \quad (1.5)$$

veya

$$\frac{\hat{V}_z}{\hat{V}_{z_G}} = \frac{1}{1.35} \left| \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^\alpha + 0.35 \right| \quad (1.6)$$

olur. Ayrıca bu bağıntı güç yasası ismiyle de anılan, bir başka alternatif formülasyon ile de sunulabilir.

$$\frac{\hat{V}_z}{\hat{V}_{z_G}} = \left(\frac{Z}{Z_G} \right)^\beta \quad (1.7)$$

$\hat{V}_z$ = Herhangi bir yükseklikteki max. hız veya sağnak hızı

$\hat{V}_{z_G} = Z_G$, gradyan yüksekliğindeki max. hız veya sağnak hızı

β = Yüzey pürüzlülüğü ile değişen bir katsayıdır ve yaklaşık 0.6 α değerindedir.

Ve bu durumda;

$$\hat{V}_{z_G} \cong 1.35 \bar{V}_{z_G} \quad (1.8)$$

olarak ifade edilebilir (Şekil 1.12)[4, s: 92-94].

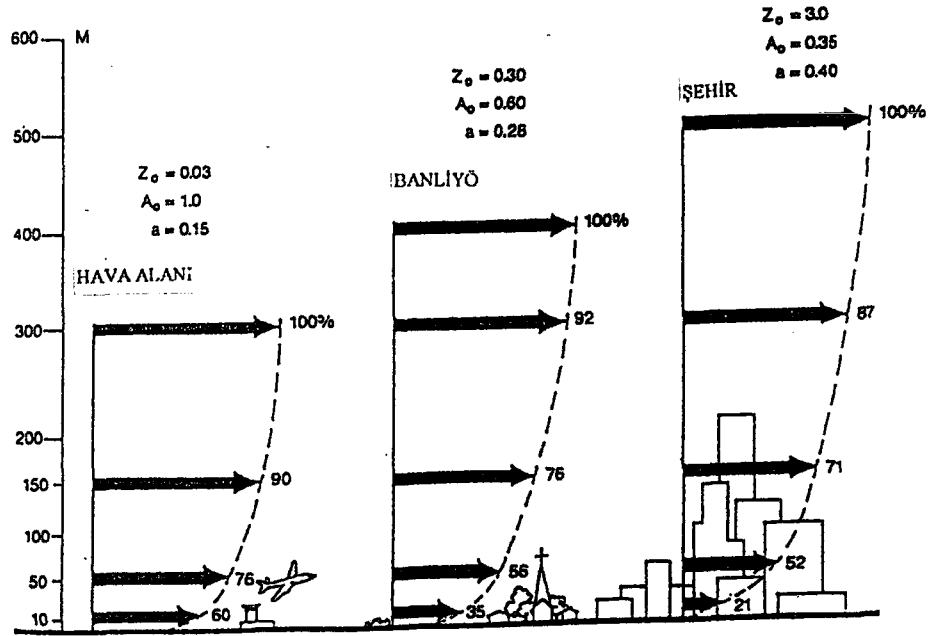
1.3.2.2. Rüzgar Hızı Ve Türbilansın Üzerine Topoğrafyanın Etkileri

Rüzgar hızları üzerinde, topoğrafyanın etkilerini incelemiş olan araştırmaların sayısı azdır. Ancak varılmış olan bazı değerlendirme kriterleri vardır;

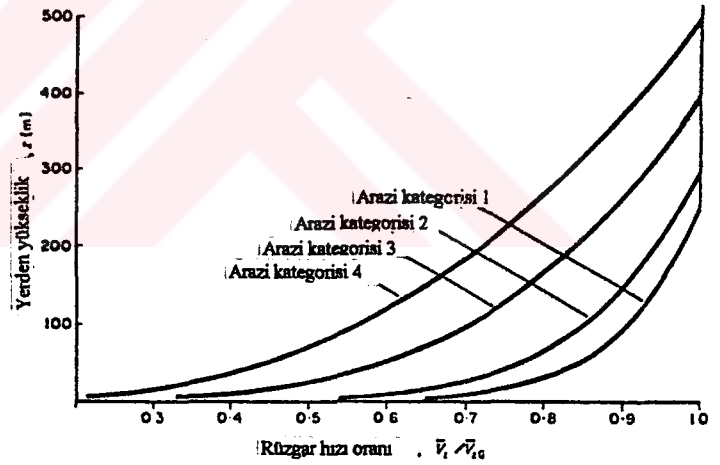
- Max ve Min. saatlik ortalama rüzgar hızı oranları
- Türbilansların değişimi

Gibi değerler sayısal olarak belirlenebilen değerlerdir. Örneğin;

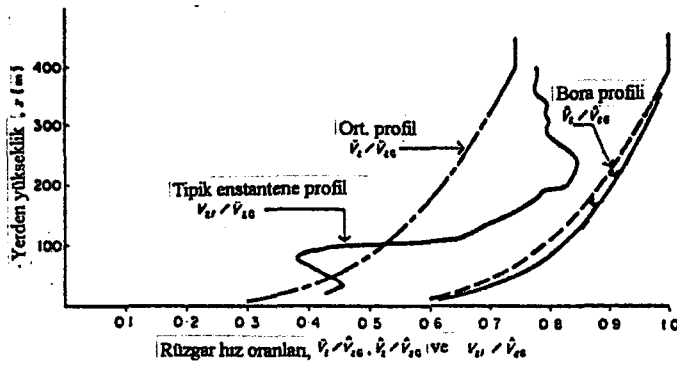
- Açık düz sahillerde max. hızın, saatlik max. ortalama hıza oranı 1.50 iken, iç kısımlarda bu oranın 1.75'e çıktığı görülür.
- Denizlerin veya düz ovaların üzerindeki ($\bar{V}_1$) ve ($\hat{V}_1$) hızları ile bu düzlüklerden hemen sonra yükselen tepeler üzerindeki ($\bar{V}_2$) ve ($\hat{V}_2$) hızları



Şekil.1.8. Farklı yüzey pürüzlülükleri üzerindeki tipik ort. rüz. hızı profili [49, s:2].



Şekil.1.11. Ortalama rüzgar hızı profilleri [4, s:90].



Şekil.1.12. Arazi kategorisi 3 için ort. hız. ve bora hızı profilleri [4, s:93].

arasında çok büyük farklar yoktur. Özellikle tepe yüksekliğinin 4 katı bir mesafeden sonra tamamen benzer hale dönüştükler görülür. Şekil 1.13'de De BRAY'ın bu konuda yaptığı çalışmalar sırasında rüzgar tüneline saptadığı veriler görülüyor ve Şekil 1.14'de de bu verilerden hareketle elde edilen sonuçların istatistik çizimleri görülüyor[4, s: 98-101].

1.3.3. Atmosferik Sınır Tabaka

Akışkan dinamikleri için otoriteler tarafından kabul edilmiş iki tip akım vardır.

- Laminer akım
- Türbilanslı akım

Türbilanslı akım içerisindeki hava molekülleri dönel hareketler yaparak, doğrusal hareket eden laminer akım içindeki moleküllerden çok daha fazla hacmi tararlar. Bu yüzden türbilanslı akım, laminer akımdan daha yoğundur ve dolayısıyla daha kalın bir sınır tabaka oluşturma eğilimindedir. Şekil 1.15'de bu durum silindirik bir cismin merkezinden geçen akım normalinin altına ve üstüne iki ayrı yolla verilen akım ikilileri sonucunda oluşan biçimlenme ile kanıtlanıyor. Özellikle 1.15b şeklinde "laminer/türbilanslı" akım altındaki cismin akım çizgilerinden anlaşılacağı gibi türbilanslı akım daha yoğundur ve kalınlaşma eğiliminde olduğu için laminer akımı yukarı doğru iteklemeye çalışmaktadır[11, s: 23-27]

Sınır tabaka oluşumunu etkileyen akım tiplerini kısaca özetledikten sonra, sınır tabaka için bir tanımlama yaparsak; Herhangi bir katı cisim üzerinde kayma gerilmelerinin hareketleriyle oluşan akım tabakasıdır denilebilir. Sınır tabaka büyük ölçüde sürtünme kuvvetinin etkisiyle şekillenmektedir[4, s: 62-65].

Başlangıçta tamamen laminer olarak yüzey üzerine etkiyen bir akımın bir süre sonra türbilanslı hale geldiği söylenmişti. İşte bu laminer akımdan, türbilanslı akıma geçiş olayı bir aerodinamik kuvvetler ilişkisidir ve üç faktör tarafından yönetildiği kabul edilir:

- Reynold sayısı,
- Rüzgarın türbilansı,
- Yüzeyin pürüzlülüğü [11,s: 23-27].

Sadece ses hızı altındaki akım hızlarında gerçekleşen, laminlerden türbilanslı akıma geçiş sonrası, bir ortalama hız profili ve beraberinde sınır tabaka olarak

adlandırılan hava akımı kesiti oluşmaktadır (Şekil 1.9). Reynolds gerilmelerinin küçük olduğu yerde sınır tabaka laminer, büyük olduğu yerde ise türbilanslıdır. İki akım tipi arasında bir geçiş bölgesinden söz edilebilir [4, s: 62-65]. Bu geçişin Şekil 1.15'deki silindir örneği için hesaplanmış olan değerleri Şekil 1.16'da gösteriliyor.

Dünya üzerindeki hava akımları da benzer etkileşimlere girecektir ve kaygan yüzey örneğindeki gibi yeryüzünün üzerinde ince bir sınır tabaka oluşacaktır. Buna atmosferik sınır tabaka denir ve kalınlığı 500 m - 3 km arasında değişiyor kabul edilir (Şekil 1.17)[3, s: 18].

1.3.3.1. Sınır Tabaka İçindeki Hız Dağılımı

Genelde sınır tabaka içinde koşullar üç etken tarafından yönetilir:

- Üst atmosferdeki rüzgar hızları: Bunlara serbest akım hızları denir,
- Yüzey üzerindeki pürüzlülük miktarı,
- Derinlik; Buna sınır tabaka kalınlığı denir.

Atmosfer içindeki sınır tabaka kalınlığına, gradyan yüksekliği ve bunun en üst ucundaki rüzgar hızına da gradyan rüzgar hızı denir. Gradyan rüzgar hızı, rüzgarın sürüklenme kuvveti olarak ve yüzey pürüzlülüğünün engelleme etkisinin sonucu olarak gözlemlenir. Bu durumda sürtünme hızına (U^*) ve havanın yoğunluğuna (p), oluşan gerilmelere ise (τ_0) denirse;

$$\tau_0 = p U^{*2} \quad (1.9)$$

eşitliği yazılabilir.

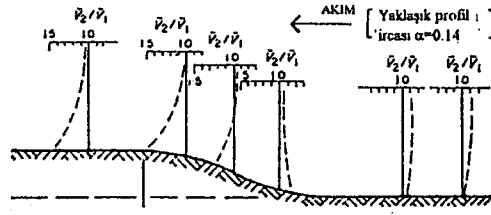
Sınır tabaka içindeki herhangi bir (Z) yüksekliğinde rüzgar hızı ise;

$$V = (U^* / k) \ln (Z / Z_0) \quad (1.10)$$

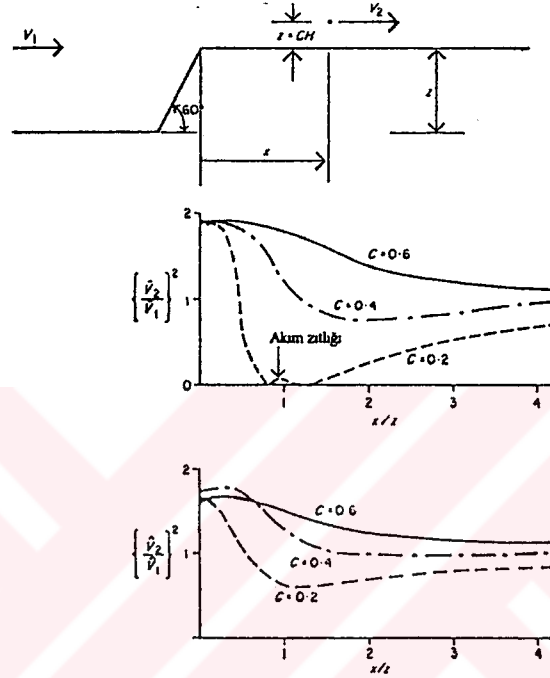
Z_0 = Yüzey pürüzlülüğü

k = Von Karman sabiti = 0.40

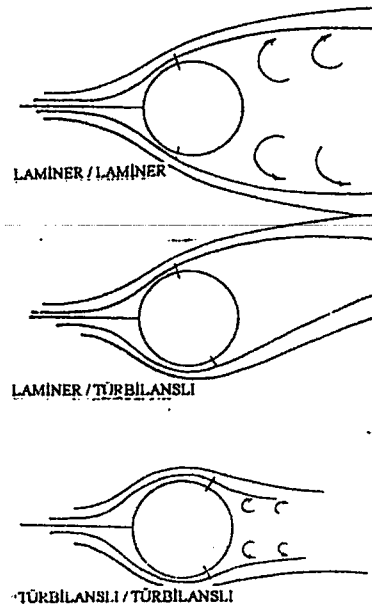
Sınır tabaka içerisinde serbest akımın sözkonusu olduğu gradyan yüksekliğinden aşağılara doğru hızda oluşacak azalma;



Şekil.1.13. Bir yükselti yakınındaki rüzgar hızı oranları [4, s:99].



Şekil.1.14. Dik bir yükselti yakınındaki ort. hız. ve bora hızları [4, s:79].



Şekil.1.15. İdeal bir silindirin etrafındaki akım dağılımları a) Laminer dağılma b) Laminer/türbilanslı dağılma c) Türbilanslı dağılma [11, s:24].

$$(V_G - V) / U^* = f_1 (Z / H) \quad (1.11)$$

V_G = Gradyan hızı

H = Gradyan yüksekliği

eşitliği ile ifade edilebilir [36].

1.3.3.2. Gradyan Yüksekliği

Gradyan yüksekliğinden aşağı doğru inildikçe, sınır tabaka içerisindeki hızlar, yüzey pürüzlülüğüne bağlı kayma gerilmelerinin etkisi altında biçimlenir. Bu yüksekliğin üzerinde global hava hareketlerinin yöresel bir parçası olan serbest rüzgar akımları vardır. Hızların yeryüzünden başlayarak yalnızca basıncın bir fonksiyonu olmaya başladığı yüksekliğe sınır tabaka kalınlığı veya gradyan yüksekliği denir [3, s: 20].

Bu sınır tabaka kalınlığı, (H);

$$H = U^* / \beta f \quad (1.12)$$

f = Coriolis parametresi, $2 \omega \sin \phi$ olarak alınır.

ω = Dünya dönüşünün açısal değeri, $72.7 \times 10^{-6} \text{ rad. s}^{-1}$ alınır.

ϕ = Yerel enlem açısı

β = Deneylerle saptanan yüzey pürüzlülüğü katsayısıdır.

ifadesiyle hesaplanır [6, s: 111].

1.3.3.3. Gradyan Hızı

Üst atmosferdeki rüzgar hızlarıdır. Bunlara, gradyan hızı, serbest akım hızı ve sınır tabaka dışındaki rüzgar hızı da denilir;

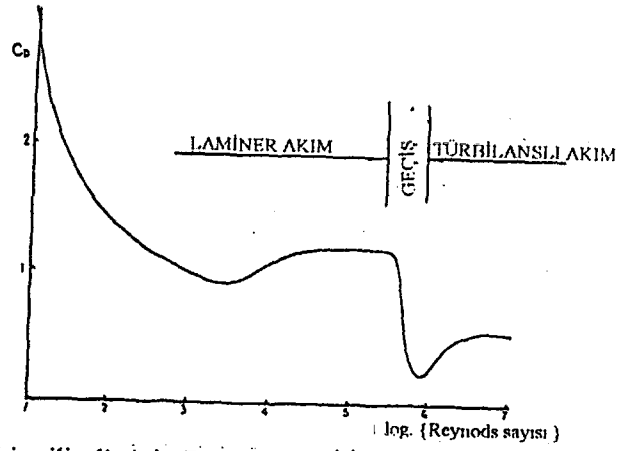
$$V_G / U^* = (1/k) [\ln (H / Z_0) + f_2 (1)] \quad (1.13)$$

veya

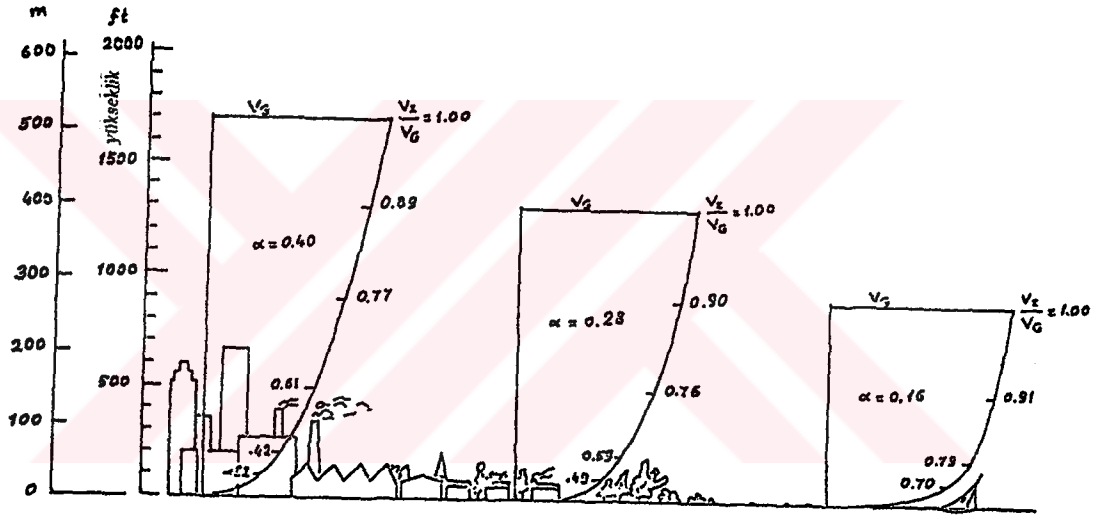
$$V_G / U^* = (1/k) [\ln (U^* / f_{z_0}) - \ln (\beta) + f_2 (1)] \quad (1.14)$$

eşitliği ile hesaplanır. DEAVES ve HARRIS eğer;

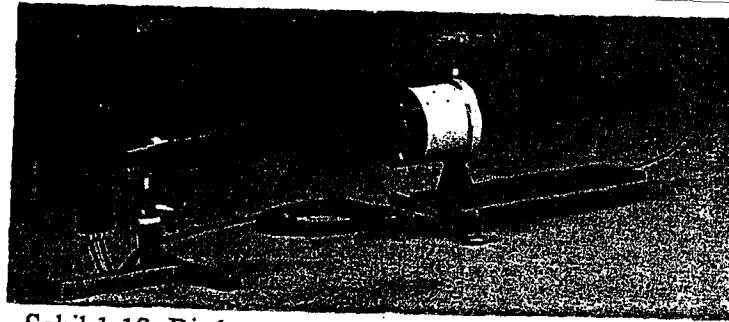
$$[f_2 (1) - \ln (\beta)] \text{ için } \beta = 6 \quad (1.15)$$



Şekil.1.16. İdeal bir silindir için Reynolds sayısı ile sürüklenme katsayısı arasındaki varyasyon [11, s:26].



Şekil.1.17. Yeryüzünde çeşitli karakterli araziler üzerinde hız profilleri ve gradyan yükseklikleri [5, s:68].



Şekil.1.18. Bir laser anemometre [15, s:1].

alınırsa en iyi çözüme ulaşılabileceğini hesaplamışlardır. Bu durumda;

$$f_2(1) = 1 + \ln 6 = 2.792 \quad (1.16)$$

olarak alınabilir. Böylece;

$$V_G / U^* = (1/k) [\ln (H / Z_0) + 2.792] \quad (1.17)$$

olur[6, s: 111].

1.4. Hava Akımının Hızına Ve Biçimlenmesine İlişkin Değerlendirme Teknikleri ve Araçları

Rüzgar tünellerinde yapılan deneylerin amacı sadece anlık gözlemler değildir. Yapılan deneylerden hem sayısal olarak faydalanılacak ölçüm verileri elde edilmek istenecektir ve hem de çeşitli yöntemlerle ve araçlarla görülebilir hale getirilen akım biçimlenmelerini fotografik yöntemlerle saklamak istenecektir. Bu durumda iki başlık altında toplanabilecek ekipmanlara gereksinim duyulacaktır. Bunlar:

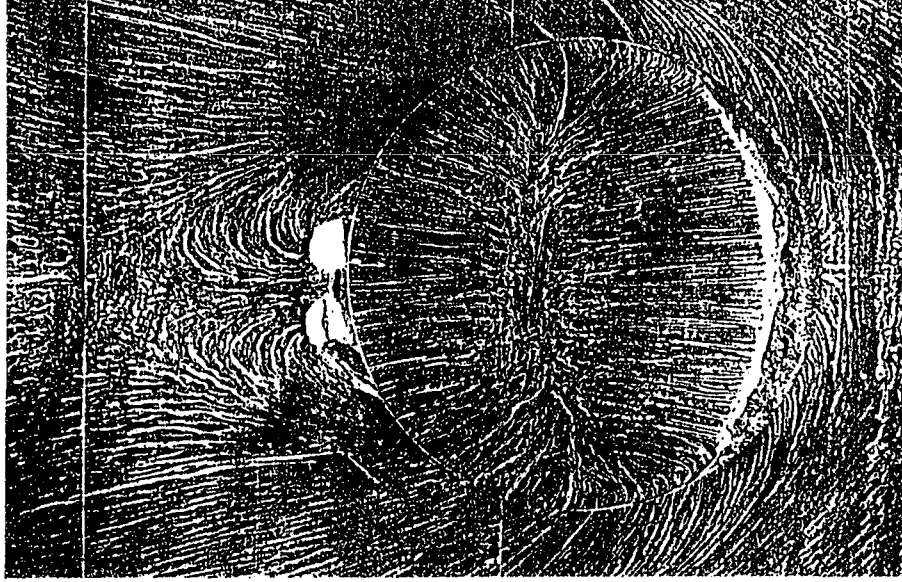
- Ölçüm aletleri ve
- Vizüalizasyon aletleridir.

Rüzgar hızının ölçümünde kullanılan aletler anemometre olarak isimlendirilir. Anemometreler, ölçüm için izledikleri yola göre iki temel gruba ayrılırlar:

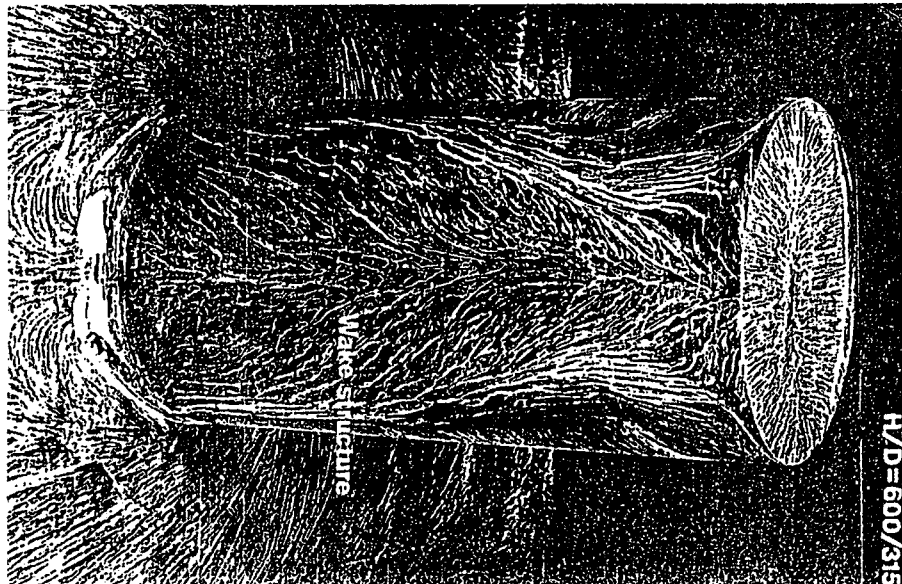
- Direkt (dolaysız) ölçüm aletleri
- İndirekt (dolaylı) ölçüm aletleri

Dolaysız ölçüm aletleri en basit anlamda doğanın herhangi bir elemanıdır. Bulutlar, ağaç yaprakları, insan saçları vs. dir. Karmaşık dolaysız ölçüm aletleri için ise, hava partiküllerinin hareketlerini Doppler etkisiyle elektromanyetik radyasyon kullanarak direkt metodlarla hava akımı içerisinde yakalayan radardan laser anemometrelere kadar bir çok ölçüm ekipmanı örnek verilebilir (Şekil 1.18). Bunun dışında kalan anemometrelerin hepsi dolaylı tiplerdir[4, s: 12].

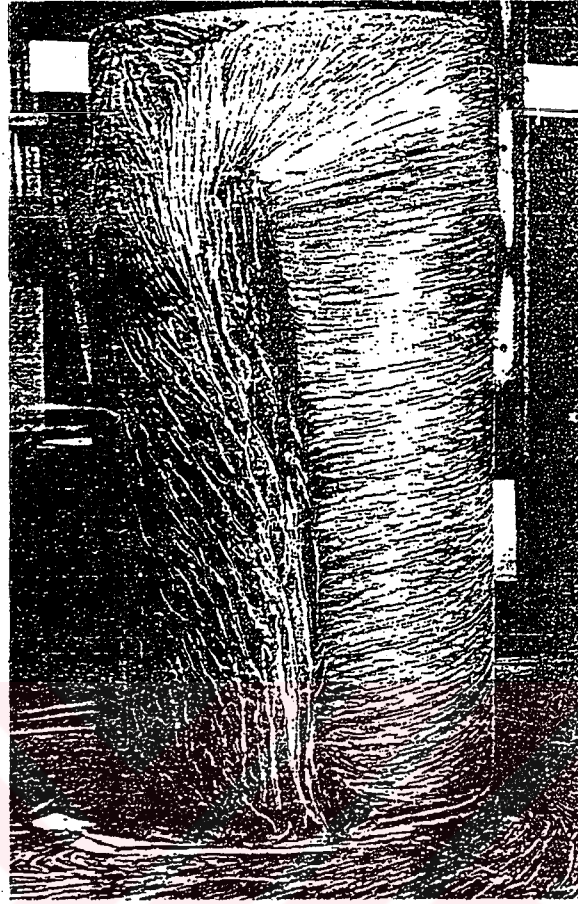
Ölçümü yapılan rüzgar akımlarını çıplak gözle görülebilir hale getirmek için kullanılan aletlere ise vizüalizasyon (görüntüleme) aletleri denir. Bunların da çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılan çok farklı tipleri vardır. Örnek olarak çeşitli boya karışımlarından yapılan sıvı görüntüleme araçları, hidrojen köpükleri, yağ yakarak üretilen dumanlarla yapılan görüntülemeler vs. vardır (Şekil 1.19, 1.20, 1.21).



Şekil.1.19. Bir silindirin etrafında oluşan akımların vizüalasyonunun üstten görünüşü [64, s:11].



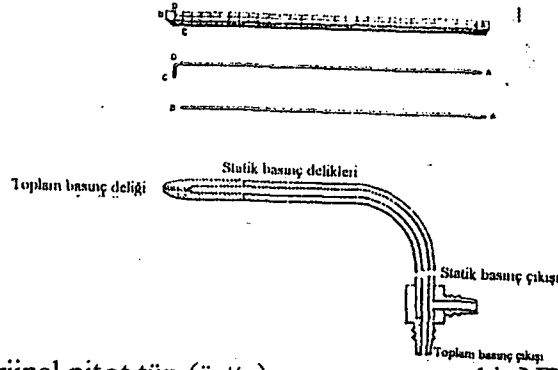
Şekil.1.20. Bir silindirin etrafında oluşan akımların vizüalasyonunun arkadan görünüşü [64, s:12].



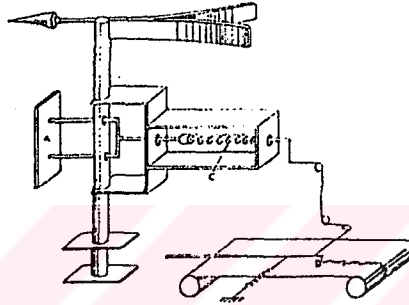
Şekil.1.21. Bir silindirin etrafında oluşan akımların vizüalasyonunun yandan görünüşü [64, s:13].

Tablo.1.1. Beaufort'un rüzgar hızı skalası [7, s:7]..

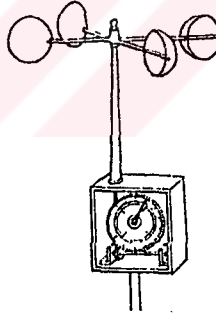
KIT/VİT	BEAUFORT SKALASI			HIZ (m/s)
n				v
1				8
2	Hafif mekem	Savaş pemileri	1-2 km	13
3	Yumruşak mekem	İçin, bütün yelken	3-4 km	18
4	Yumruşak mekem	İçin, bütün yelken	5-6 km	23
5	Tatlı-sert mekem	Kırsiyet ve		28
6	Göçlü mekem	Yada bu hava koşullarıyla	Tek cıvımdana tepeler	34
7	Yumruşak bora	Yada bu hava koşullarıyla	Çift cıvımdana tepeler	40
8	Tatlı-sert bora	Yada bu hava koşullarıyla	Üç kez cıvımdana tepeler	48
9	Göçlü bora	Yada bu hava koşullarıyla	Kapalı cıvımdana tepeler ve seyir yel.	56
10	İstemsiz furtuna koşulları yada ancak kapalı cıvımdana ana tepeler yelken ve cıvımdana ön yelkenin koşulları			65
11	Furtuna yada pemeyi istemsiz yelkenme mecbur eden koşulları			75
12	Kasırğa yada karışık kasırğalar hava koşulları			90



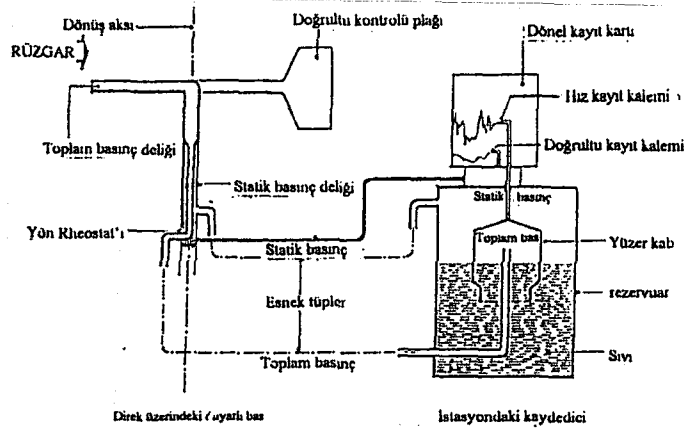
Şekil.1.22. Orjinal pitot tüp (üstte) ve onun yaygın bir NPL-tipi (altta) gösteriliyor. [4, s:15]



Şekil.1.23. Osler'in basınç plağı anemograph'ı [7, s:7].



Şekil.1.24. Robinson'un anemometresi [4, s:16].



Şekil.1.25. Dines basınç tüpü anemometrenin bileşenlerinin çalışma prensipleri [4, s:20].

Her iki türden ekipmanlar sürekli gelişen teknolojinin paralelinde çeşitli firmalar tarafından üretilmekte ve araştırmacıların hizmetine sunulmaktadır. Ayrıca yukarıda sözü edilen deney sonuçlarının saklanması işlemi de sözkonusu olunca bir üçüncü tür ekipman grubuna da gereksinim duyulur ki, bunlar dosyalama ekipmanları olarak adlandırılabilir. Dosyalama için kullanılabilecek en basit yöntem, elle tutulan laboratuvar raporlarıdır. Günümüzde ise, bilgisayar destekli olarak yapılan ölçüm-aritmetik işlem ve dosyalama metodları vardır. Akım görünürleştirme ekipmanları tarafından görünür hale getirilen akımların kayıtları ise en basit yöntemle, elle çizilebilir veya fotoğraf makinalarıyla yapılır. Ayrıca video kamera veya kapalı devre multi-video bilgisayar düzenekleriyle de kullanılabilir.

1.4.1. Ölçüm Aletlerinin Tarihsel Gelişimi

Tarihte bilinen ilk anemometre 1667 yılında Leonardo Da VINCI tarafından icad edilen bir aletin geliştirmesiyle Robert HOOKE tarafından yapılan Pendulum (Sarkaç tipi) anemometredir (Şekil 1.2)[4, s: 13].

Hava hareketlerine ilişkin ölçümlerin standardize edilmesine yönelik bir çalışmayı yapan ise 1805 yılında Amiral Sir Francis BEAUFORT'dur. Kendi ismiyle anılan bir skala geliştirmiştir (Tablo 1.1)[7, s: 8]. PITOT'un kendi ismiyle anılan, basınç-tüpü anemometreyi yapmasıyla anemometre dizaynında önemli bir aşama oldu (Şekil 1.22)[4, s: 13]. Ve onu 1837'de BOUGUER ile F. OSLER'in birlikte yaptıkları basınç-plakalı anemometre izledi. Bu anemometre üç bölümden oluşuyordu. Bunlar:

A-Düzlem Plaka

B-Basınçları kaydeden yazıcı

C-Plakaya gelen basınçları yay gerilmeleriyle yazıcıya ileten kısımlardır (Şekil 1.23)[7, s: 9].

Bu arada LENTMANN'ın yanlarına kovalar bağlanmış su çarkına benzer bir ölçüm aygıtı geliştirdiği kaydedilir. 1846 yılında İrlandalı bir astronomi bilgini olan Thomas Romney ROBINSON, iki çubuğun çaprazlama bağlanmasıyla oluşan dört çubuk ucuna monte edilmiş birer yarım kürenin rüzgar hızına bağlı olarak rotasyon yapması ilkesiyle çalışan dönel-cup anemometreyi geliştirerek çok önemli bir adım attı (Şekil 1.24). DINES, 1888-1889 yılları arasında, PITOT'un anonimleşmiş basınç tüplerini kullanarak, bunlara bir de rüzgar hız ve doğrultusu kaydeden düzenek ekledi

(Şekil 1.25). Ancak DINES'in anemometrelerini standardize ettilerse de takip eden yıllarda cup anemometrelerin kullanımı daha fazla yaygınlaştı (Şekil 1.26, 1.27).

Son yıllarda teknolojik gelişimlere paralel olarak bir çok dolaylı ölçüm aletleri üretilmektedir. Örneğin, bir prob ucundaki telin ısıtılıp, daha sonra bu tel üzerindeki rüzgar soğutması verilerini hız verilerine dönüştürmeye dayanan bir prensiple çalışan sıcak-tel problu düzenekler bunlardan birisidir (Şekil 1.28, 1.29)[4, s: 13-17].

1.4.2. Anemometreler

Anemometreler, en genel tanımlama ile rüzgar hızını ölçmeye yarayan araçlardır. Meteoroloji bilimine paralel bir gelişme gösteren anemometreler, başlangıçta araştırmacıların bireysel araçları iken çalışma prensiplerinin standardize olmasından ve en kullanışlılarının anonimleşmesinden sonra bu çalışma prensiplerine göre sınıflandırılabilir hale gelmiştir. Bunlar:

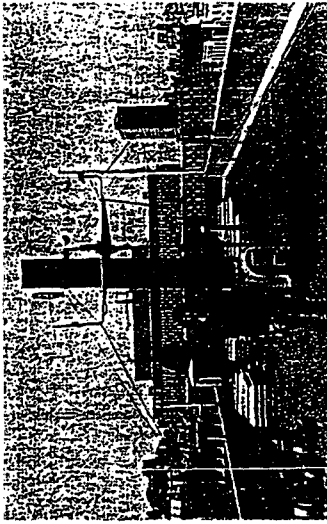
- Dönel anemometreler
- Basınç anemometreleri
- Sıcak-tel anemometreleri
- Kompleks anemometreler

olarak sayılabilirler.

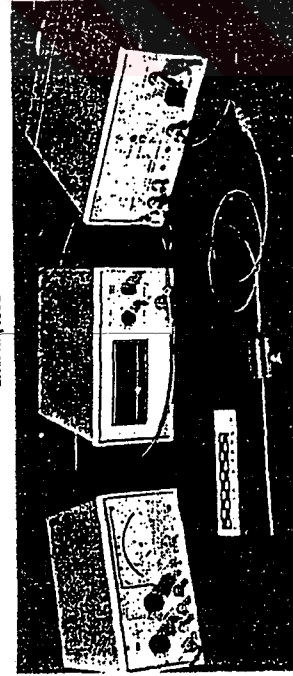
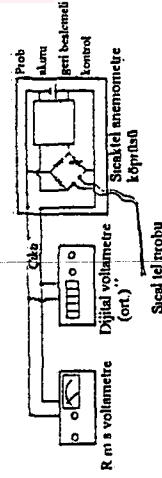
1.4.2.1.Dönel Anemometreler

Meteoroloji istasyonlarında veya şehirlerdeki ölçüm noktalarında açık alanlarda kullanılırlar (Şekil 1.28). İlk olarak geliştiren kişinin ismiyle, Robinson anemometresi, fincan anemometre veya cup-anemometre olarak da adlandırılırlar. Başlıca üç tipi vardır:

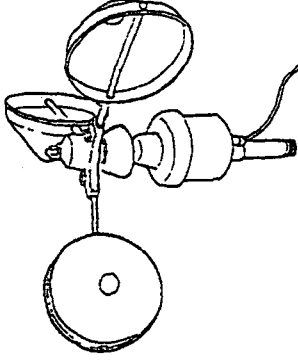
- Cup-kontra
- Cup-kontakt
- Cup-jeneratör (Şekil 1.30)[7, s: 23-33].



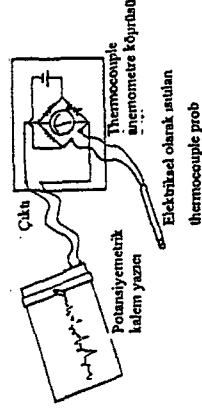
Şekil.1.26. BAAPCD tipi anemometre [56, s:299].



Şekil.1.28. Bir sıcak-tel anemometre sisteminin bileşim prensipleri [4, s:18].



Şekil.1.27. Modern bir cup anemometre [4, s:21]..



Şekil.1.29. Bir thermocouple anemometre sistemi [4, s:193].

1.4.2.2. Basınç Anemometreleri

Bu anemometreler, bir yüzey üzerindeki hava akımının dinamik etkileri sonucu oluşan basıncı, dönüştürme skalaları yardımıyla hıza çevirerek sunan veya kaydeden aletlerdir. Başlıca üç temel grupta incelenirler;

- Basınç tüplü anemograph (Şekil 1.31, 1.32, 1.33).
- Pitot-statik tüp (Şekil 1.34).
- Basınç-plakalı anemometreler (Şekil 1.23, 1.35)[7, s:23-33].

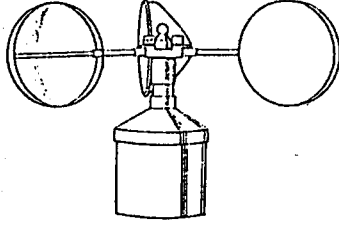
1.4.2.2.1. Basınç Tüplü Anemograph

Basınç tüplü anemographlar, hava akımının dinamik basınç etkisiyle, bir tüp içersinde hareket eden sıvının yer değiştirmesiyle, hava akımı hızı arasında ilişki kurarak akım hızı ölçümü yapan araçlardır. Bunların en basit tipi 1858'de ismini aldığı araştırmacıların geliştirdiği Snow-Harris anemometrelerdir (Şekil 1.31)[7, s: 23-33]. Bu anemometrelerin daha komplike tiplerine özel bir isimlendirme ile manometre de denir. Günümüzde bir çok manometre versiyonu vardır ancak temelde tek tüplü ve çok tüplü olarak ikiye ayrılırlar. Manometrelerin T.E.M. tarafından geliştirilmiş dört versiyonu vardır:

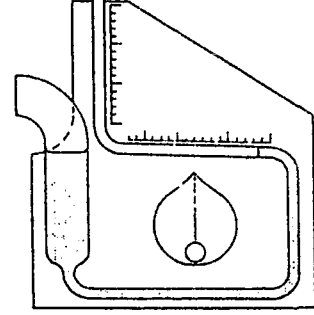
- Projeksiyon mikro-manometreler (Şekil 1.36).
- Multi-manometreler (Şekil 1.37).
- Multi U-tüp manometreler (Şekil 1.38).
- Tek tüplü manometreler (Şekil 1.39)[12, s: 1-5].

Bir diğer basınç tüplü anemometre ise W. H. DINES tarafından geliştirilen anemometredir. Bu anemometrenin temel yararı ise anemograph kayıdı tutabilmesidir (Şekil 1.32, 1.33)[7, s: 30].

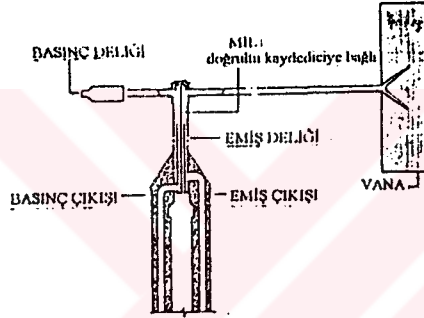
Bunlara yelkovan veya pervane tipi anemometreler de denir. Boyutlarının büyüklüğünden dolayı rüzgar tünellerinde kullanılmazlar. Daha çok açık alanlardaki ölçümlerde kullanılırlar. Yaklaşık 7 cm çapındaki bir alandaki rüzgar hızlarının ortalamasını alarak hız ölçümü yapan bir alettir. Oldukça kullanışlı ve hassastırlar. Bu nedenle pek çok laboratuarda diğer formlardaki anemometreleri kalibre etmek için kullanılırlar[11, s: 288-232].



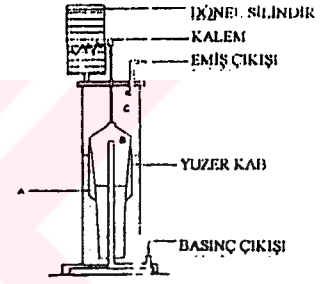
Şekil.1.30. Cup-jeneratör anemometre [7, s:24] .



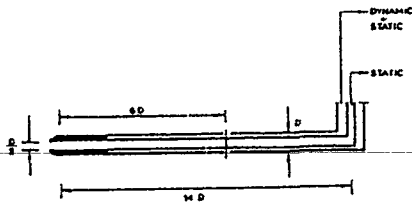
Şekil.1.31. Show-Harris anemometre [7, s:25] .



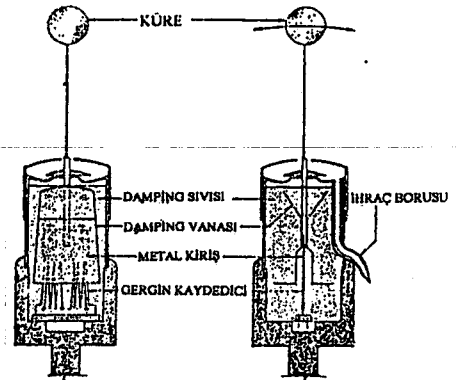
Şekil.1.32. Dines anemograph'ının başlığı ve vanası [7, s:27] .



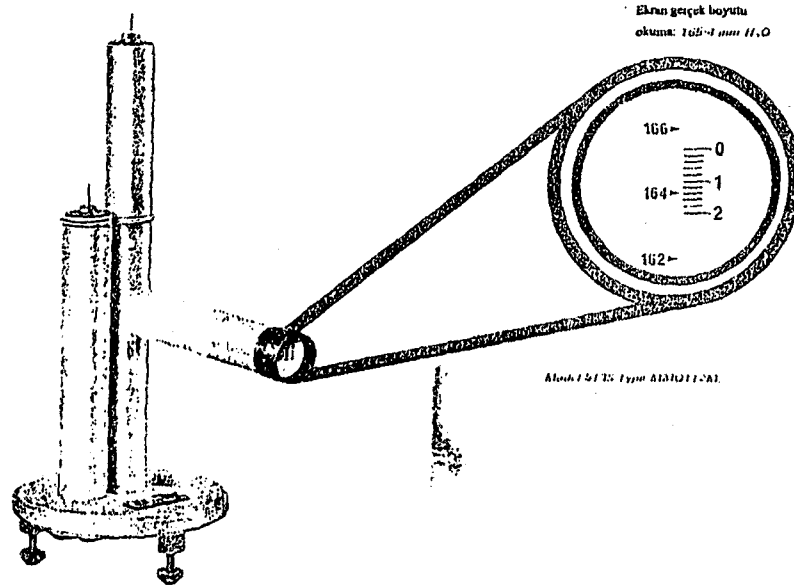
Şekil.1.33. Dines anemograph'ının kayıt aygıtları [7, s:27] .



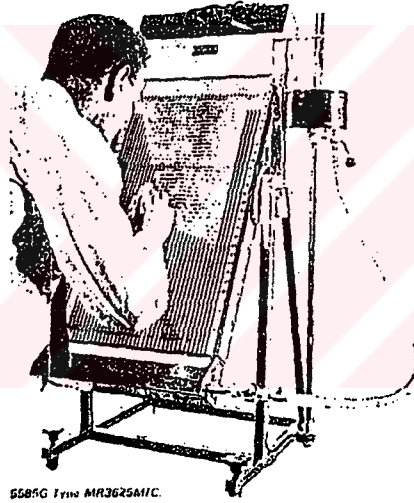
Şekil.1.34. N.P.L. tipi pitot statik tüp [7, s:29]..



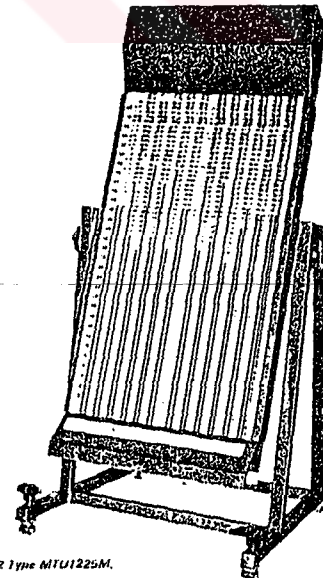
Şekil.1.35. E.R.A'nın gust anemometresi [7, s:31].



Şekil.1.36. TEM'in 513 S model, MMO 112 M tipi projeksiyon manometresi [12, s:1].



Şekil.1.37. Multi-manometre [12, s:2].



Şekil.1.38. TEM'in 1442 model, MTU 1225 M tipi U-tüp manometresi [12, s:3].

1.4.2.2.2. Pitot-Statik Tüp

Bu anemometreler temelde Dines anemographlarla aynı prensiplere dayanarak çalışırlar. Rüzgar tünellerindeki hız ölçümlerinde veya diğer ölçüm araçlarını kalibre etmekte kullanılırlar. Anemograph kaydı yapan bir düzenekleri yoktur. Bu yüzden çoğu zaman manometrelerle kombine olarak kullanılırlar[11, s: 291].

Pitot-Statik tüpler, air-craftlardaki rüzgar hızını ölçmek için çok uzun süreden beri kullanılmaktadır. BERNOULLI'nin:

$$V = \left[\frac{P_0 - P}{\rho} \right]^{1/2} \quad (1.18)$$

P_0 = Toplam basınç

P = Statik basınç

ρ = Havanın yoğunluğu (1.225 kg m^{-3} N.Ş.A.)

eşitliği yardımıyla, ölçülen basınç değerleri hız değerlerine dönüştürülür. Bunun için hazır skalalarda geliştirilmiş ve düzeneklere eklenmiştir (Şekil 1.40, 1.41)[13, s: 1-6].

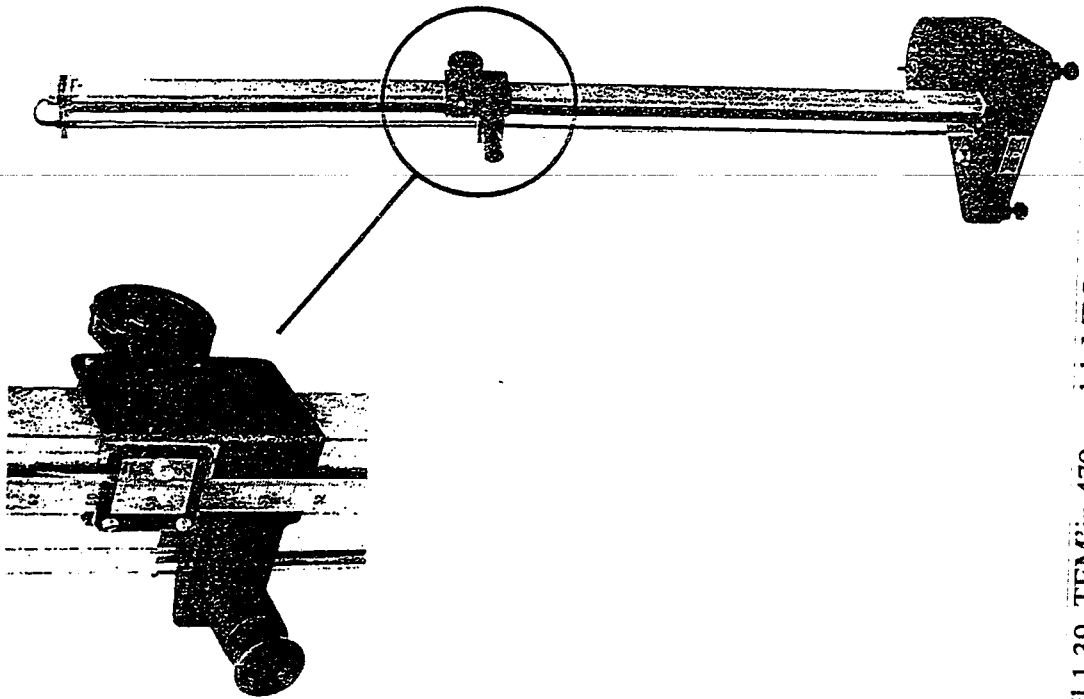
1.4.2.2.3. Basınç-Plakalı Anemometreler

Basınç plakalı anemometrelerin en ilkeli HOOK'un anemometresiydi. Bir sonraki versiyon ise OSLER'in yaptığı ve bugün artık kullanılmayan tiplerdir (Şekil 1.2, 1.23). Bu anemometrelerin modern bir adaptasyonu British Electrical Research Association tarafından türbilanslı akımlar içinde ölçüm yapmak için geliştirilmiştir (Şekil 1.35)[7, s: 23-33].

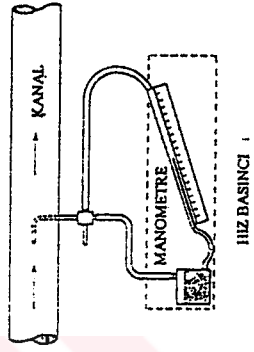
E.R.A.'nın geliştirilmiş olduğu bu alet, tenis topuna benzer bir topun, rüzgar hızından kaynaklanan salınımlarını, anemograph kağıtlarına kaydetme prensibiyle çalışıyordu. Bu anemometrenin rüzgar tünellerinde kullanılmak amacıyla, bir versiyonu da LEE tarafından geliştirildi. Gust anemometre denen bu aletlerin en büyük avantajı rüzgarın hızıyla birlikte doğrultusunu da kaydedebilmesidir[11, s: 289-290].

1.4.2.3. Sıcak-Tel Anemometreleri

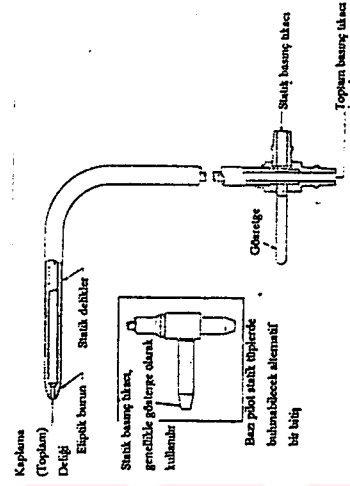
Bu anemometreler, hava akımının hızını ölçmek için hava hareketinden doğan, soğutma etkisinin kullanımı ilkesiyle çalışırlar. Günümüzde çok yaygın bir kullanım alanları vardır. Özellikle maket ölçeğindeki rüzgar tüneli çalışmaları için en kullanışlı



Şekil.1.39. TEM'in 479 model, MPO 142 M tipi tek-tüp manometresi [12, s:4] ..



Şekil.1.40. Pitot statik tüplere eklenen manometre sistemleri [13, s:5].



Şekil.1.41. Bir pitot statik tüpün konstrüksiyonu [13, s:1].

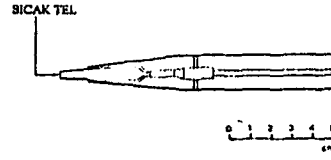
anemometre türüdür (Şekil 1.42, 1.43, 1.44)[7, s: 23-33]. Başlıca üç temel tipleri vardır;

- Sıcak-tel problemleri
- Mc. Gill probu
- Nabız-teli (Polsed-wire) anemometreler [11, s: 287-288].

1.4.2.3.1. Sıcak-Tel Problemleri

Sıcak-tel problemleri bugün kullanılmakta olan en yaygın anemometre tipidir. Ucunda taşıdığı bir parça telin elektrik rezistansı olarak çalışıp, ısınmasına ve daha sonra akım tarafından soğutma etkisi altında kalması prensibine bağlı olarak çalışır. Tel yaklaşık 300°C'a kadar ısıtılır ve akım köprüsü, rüzgarsız durum için dengelenir. Rüzgar tel üzerine etkideği zaman telin ısısı ve dolayısıyla rezistansı değişir. Sabit-sıcaklıklı prob versiyonunda, bu azalan değerler köprü operatörünün yardımıyla "fark" olarak tesbit edilir. Sonra tel köprü tarafından tekrar rüzgar akımı etkisi altında kalmadan önceki orjinal sıcaklığına ve direncine kavuşturulur. KING'in yasaları; ısıtılmış olan bir telin soğutulmasını tanımlar ve etkisinde kaldığı rüzgar hızı için tele gelen elektrik akımının ilişkisini açıklar. İşte buna dayanarak, rüzgar hızı ve ondan dolayı köprüde oluşan akım ikilisinin arasında bir ilişki kurulabilir. Ancak bu ilişki, ne yazık ki doğrusal bir ilişki değildir. Telin çelik ayaklarla birleştiği uçlardaki soğumalar, bu sistemi daha da az doğrusal ilişkili hale getirir. Bu nedenle probdan geçen akımı bir "lineariser"e göndermek gerekir. Lineariserler yukarıda anlatılan sistemde oluşan ilişkinin tersi bir ilişki fonksiyonu kurarak, rüzgar hızıyla doğru orantılı voltaj çıktıları haline gelen sonuçları üretirler, Böylece oluşan en son çıktılar, rüzgar hızı olarak okunurlar. Sabit-akım versiyonu problemlerde ise, köprüden geçerek dengeleme sonucu oluşan voltaj farkı, rüzgar hızıyla bağıntılandırılır. Bu problemlerdeki lineariser'larda rüzgar hızıyla doğru orantılı voltaj üretmek için bir başka ters ilişki fonksiyonu kullanılır[11, s: 284-287].

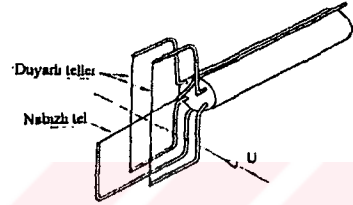
Sıcak-tel problemlerini yüksek frekans değişimlerini hassasiyetle algılayabilir şekilde yapmak için, telin termal ataletinin küçük tutulması gerekir. Bu şu anlama gelir ki; "telin çapı ve uzunluğu olabildiğince küçük olmalıdır." Bristol'de kullanılmakta olan telin çapı 5 μm , uzunluğu ise yaklaşık 1,5 mm'dir. Bu sabit-ısıtlı problemlerde, yüksek frekanslarda çalışıldığında sağlıklı yanıt almayı daha kolay hale getirir. Çünkü, teorik olarak bu tellerin ısısı, "asla değişmez" kabul edilmektedir. Böylece sonuçlar, 200 kHz kadar yüksek frekanslarda bile çarpılmaksızın ölçülebilir. Ancak problemlerin akıma



Şekil.1.42. Sıcak-tel anemometre probu [7, s:32].



Şekil.1.43. Bir Mc Gill probunun dış görünüşü [11, s.287].



Şekil.1.44. Nabız-teli anemometrenin probu [11, s:288]



Şekil.1.45. Sıcak-tel x-probunun 14mm zemin pürüzlülüğü üzerinde çalışması [69, s:6].

karşı tutuluş pozisyonlarını veya içinde bulundukları girdap akımları sonuçlar üzerinde etkili olur. Bazen ölçülmek istenen parametrelerden farklı parametrelerde sonuçlarda önemli değişiklikler yapar. Bu açıdan basit prob tipleri iki büyük sakınca taşır:

- Rüzgar yönünü ayırtedemezler ve bu yüzden sadece toplam rüzgar hızı etkisini ölçebilirler.
- Rüzgar hızı bileşenlerinden birinin doğrultusunun ters yönde olması durumunda duyarlı değildir.

Birinci sakıncayı aşmak için bu sorunun üstesinden gelmek amacıyla yapılmış X-problar kullanılabilir. Bu problemler CONRAD'ın rotadan sapmaları ölçmek için yapmış olduğu aletle benzer prensiplere dayanır. Her ikisi de 45° açıyla yerleştirilmiş iki teli vardır. Böylece rüzgarın diğer yöndeki bileşeni de ölçülebilmeye başlanır (Şekil 1.45). Ancak bu problemlerin de sadece alçak şiddetteki türbilanslı akımlarda kullanılabildiği görülmüştür. Çünkü, yüksek türbilanslı durumlarda, rüzgar akımının bileşenleri 70 'den büyük bir açı yaparlar ve 45° 'ye kadar etkin olan X-prob bu bileşenleri ölçemez[11, s:284-287].

Sıcak-tel probun halen geliştirilmekte olan çok telli ve çok ayaklı versiyonları bu ve benzeri problemlerin çözümü için sürekli yenilenme içindedir (Şekil 1.46 ve 1.47)[14, s: 3].

İkinci sakıncanın üstesinden gelmek için de bir çok prob versiyonu üretilmiştir. Bunların en tipikleri MC. GILL problemleri ve BRADSHOW tarafından tasarlanan nabız-teli (pulsed-wire) anemometrelerdir[11, s: 287-288].

1.4.2.3.2. Mc Gill Probu

Mc. Gill probunda, iki tel birbirinden bağımsız olarak bir gövde içinde uzatılmış ve aralarında kısa bir aralık bırakılmıştır. Sonra tellerin duyarlılığı artırılmış, uçları bir başlık içine hapsedilmişlerdir. Duyarlı uçlar birbirlerine paralel ancak zıt doğrultularda uzarlar. Bundan amaç, hem akım doğrultusundaki ve hem de zıt doğrultudaki akımları başlık içinden ölçmek ve ayrı ayrı değerlendirebilmektir. Böylece tek telle yapılan ölçümlerde, zıt akımların birbirini nötrlemesinden doğan ölçüm hatalarının engellenmesidir (Şekil 1.48)[11, s: 287].

1.4.2.3.3. Nabız-Teli Anemometre

Nabız-teli anemometre, diğer sıcak-tel anemometrelerinden farklı bir prensiple çalışır. Duyarlı başında üç tel vardır. Bunların ikisi birbirine paralel, üçüncüsü ise onlara dik olarak aralarına yerleştirilmiştir. Bu oluşum Şekil 1.44'de görülüyor. Ortadaki üçüncü tel, bir kaç mikro saniyelik aralıklarla elektrik akımının nabızlarıyla birlikte nabızlanır. Hava molekülleri geçerken tel ısınmıştır ve ısınma moleküllere iletilir. Dıştaki iki tel, alıcı tellerdir ve ne zaman ısıtılmış olan bir hava molekülü, bir alıcı tele gelse, onu ısıtır ve elektriksel rezistansını değiştirir. Aletin hafızası tarafından teller arasındaki mesafe bilindiğine göre, ısıtılmış hava moleküllerinin dıştaki alıcı tellere ulaşma süresine bağlı olarak rüzgar hızı hesaplanabilir. Bu anemometre 35 Hz'de çalışır ve BRADBURY tarafından tasarlanmıştır[11, s: 287-288].

1.4.2.4. Kompleks Anemometreler

Teknoloji ile birlikte, daha karmaşık gereksinimlere, daha duyarlı yeni versiyonları geliştirmekte olan anemometrelerin yapısı da karmaşılaşmaktadır. Elektrik teknolojisinden, optik teknolojisinin sınırlarına dek uzanan geniş bir uzmanlık alanında üretilen ve kullanıma sunulan bu anemometrelerin başlıcaları şunlardır:

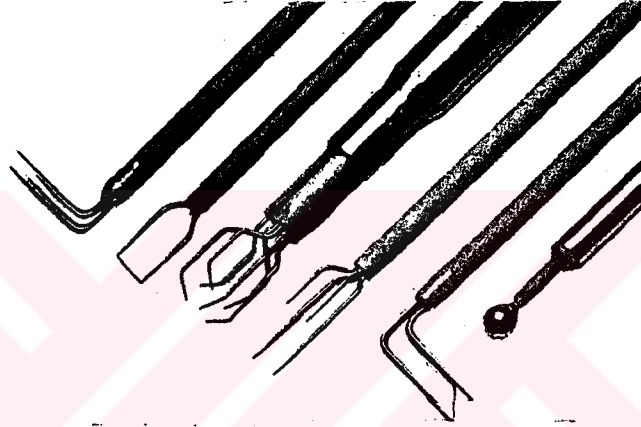
- Girdap-Siperli (vortex-shedding) anemometreler
- Laser-Doppler anemometreler (LDA) (Fiber-Flow)
- Lif-Akım anemometreler (Fiber-Flow)
- Akım-haritası sistemleri (FlowMap System)

1.4.2.4.1. Girdap-Siperli Anemometreler

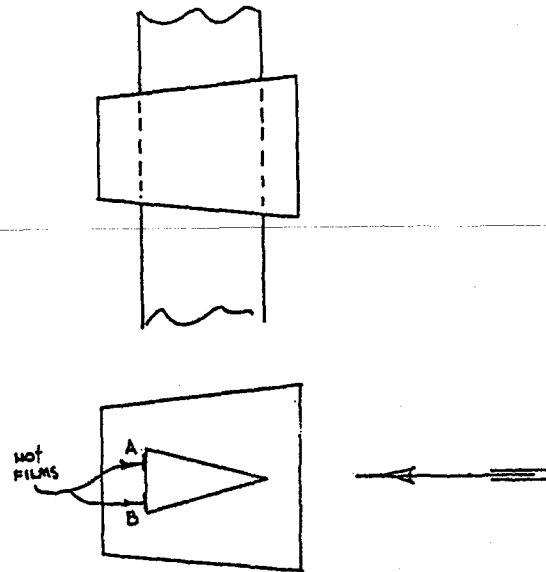
Girdap-Siperli anemometreler, sıcak film (Hot-film) yardımıyla hava akımı hızını ölçen aletlerdir. Bu anemometreler E.R.A.'da HARRIS tarafından geliştirilmiştir. ABD'de yaygın bir pazarı vardır. Yapısı en basit anlamda, Şekil 1.49'de görüldüğü gibi iki sıcak filmin bir konik başlığa monte edilmesiyle girdap-siperli hale getirilmiş anemometrelerdir[11, s: 289-291].



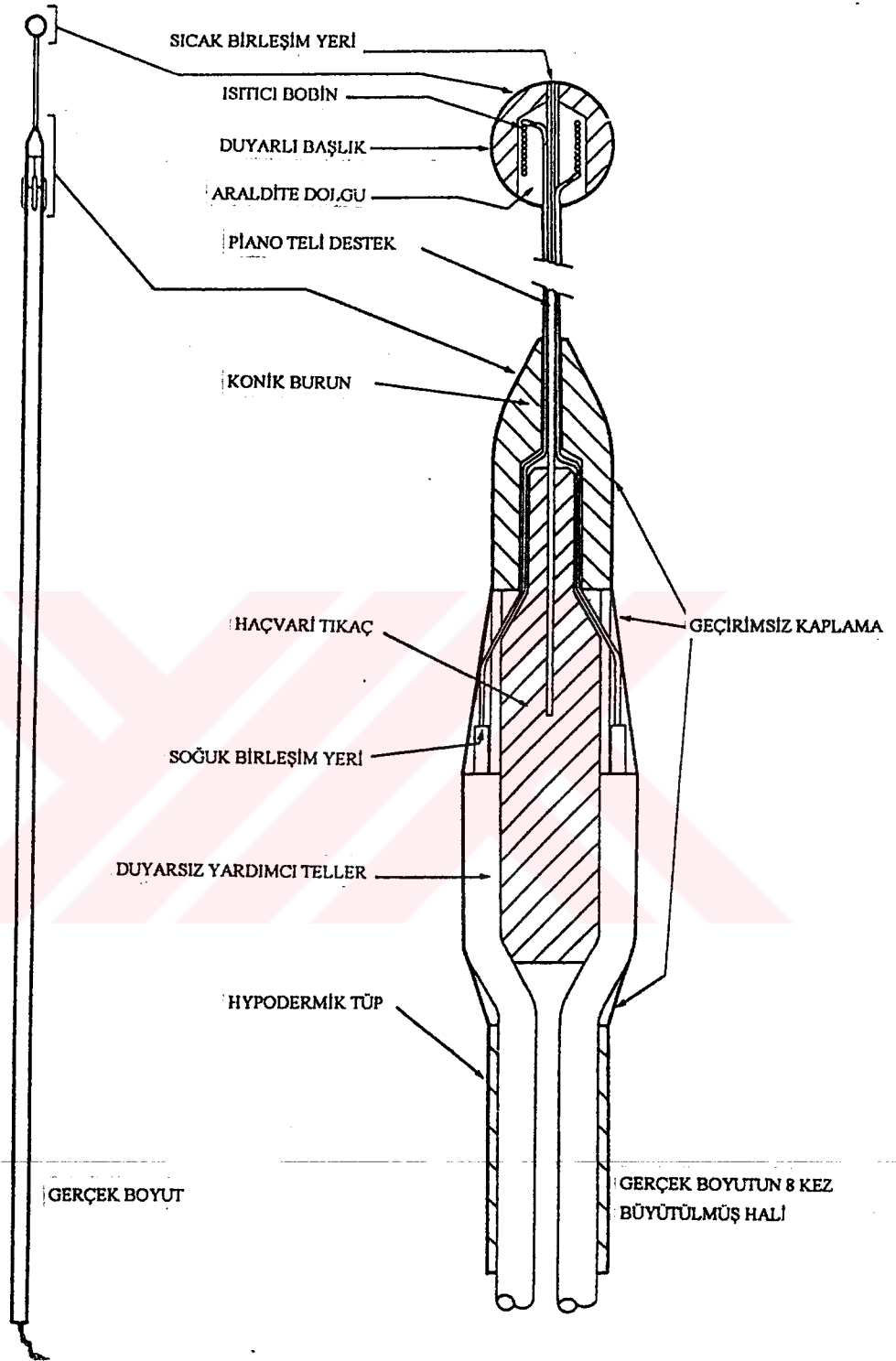
Şekil.1.46. Çok ayaklı sıcak-tel probu [14, s:3].



Şekil.1.47. Sıcak-tel probunun çeşitli versiyonları [14, s:3].



Şekil.1.49. Girdap siperli anemometre [11, s:290].



Şekil.1.48. Mc Gill probunun konstrüksiyonu [19, s:9].

1.4.2.4.2. Laser-Doppler Anemometreler (LDA)

Bütün laser-optik anemometre sistemleri, hava akımı içindeki moleküllerin hareketlerini dolaysız olarak yakalayan Particle Image Velocimetry (PIV)'lerdir (Şekil 1.50). LDA sistemler, laser ışınlarının üretildiği jeneratör bölümü ve ışınların toplanıp değerlendirildiği photomultiplier (pm) bölümlerinden oluşur. LDA'lar kullandıkları laser ışını sayısına bağlı olarak yüksek kesinlikli ve çok amaçlı olarak kullanılabilen araçlardır (Şekil 1.51, 1.52, 1.53). Ancak temelde bütün LDA'lar sıvı veya gazlar içindeki akım hızı ölçümlerinde, türbilanslı akımların incelenmesinde, hortumların ve anaforların, karışık akımların vb. akım biçimlenmelerinin araştırılmasında kullanılan son derece duyarlı araçlardır[15, s: 4].

1.4.2.4.3. Lif Akım Anemometreleri (Fiber-Flow)

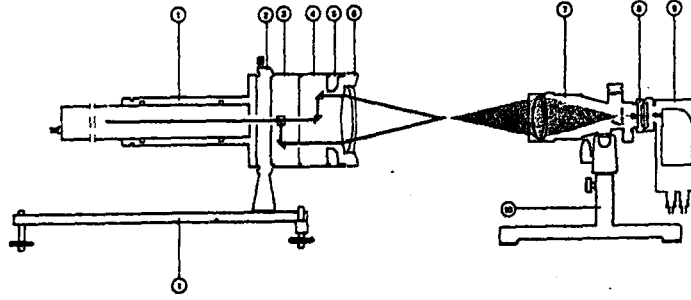
Bu anemometreler, ilk olarak 1988 yılında yapıldı. Halen yeni versiyonları üretilmekte ve özellikleri optimize edilmeye çalışılmaktadır. Bu anemometreler de yine laser optik sistemle çalışırlar. Ancak LDA'lardan farkı, laser jeneratöre prob lar bağlanarak ölçümlerin direkt olarak bu problarda alınması ve p.m. birimleri kullanılmamasıdır (Şekil 1.54). Kullandıkları prob tipine ve sayısına göre bir, iki veya üç boyutlu tipleri vardır (Şekil 1.55). Hız ölçümleri yanısıra akışkanın hareketlerini görünürleştirmek için de kullanılabilirler (Şekil 1.56)[16, s: 5].

1.4.2.4.4. Akım-Haritası Sistemleri (Flowmap System)

FlowMap'ler, PIV'ların yeni ve komplike versiyonlarıdır. Sistemin temel amacı problardan çıkan laser ışınları ile taranan alanın tümündeki akım oluşumlarını ve hızlarını yön lere de bağlı olarak bir kerede yakalamaktır (Şekil 1.57, 1.58). Bu bilgiler, sistemin bağlı olduğu bilgisayara aktarılır ve kendi özel paket programı tarafından değerlendirilir. Sonuçlar vektör haritaları, akım çizgisi veya türbilanslılık bölgeleri gibi bir çok alternatif çıktı olarak elde edilebilir (Şekil 1.59)[17, s: 3, 18, s: 1].

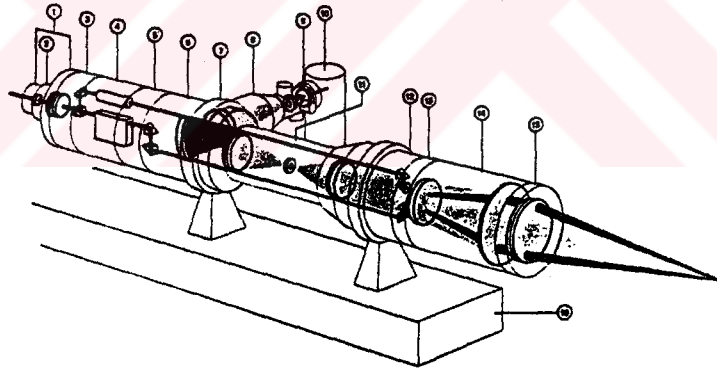
1.4.3. Akım Vizüalasyon Sistemleri

Rüzgar hızlarının çeşitli teknikler kullanılarak resimlenmesi veya deneyler sırasında oluşan akım kalıplarını görülebilir hale getirmek için yapılan işleme vizüalasyon (visualation) veya görünürleştirme işlemi denir. Bu amaçla kullanılan sistemler de vizüalasyon sistemleridir.



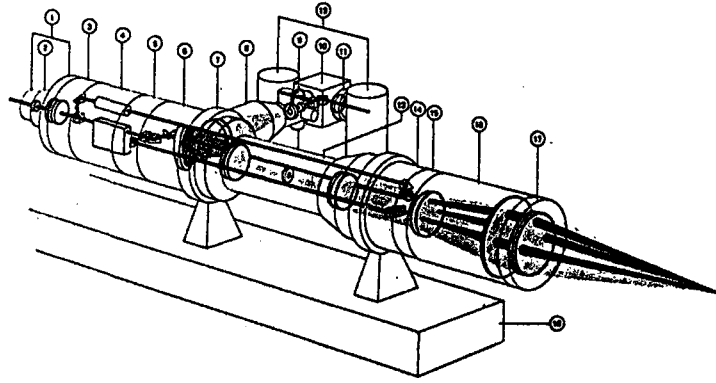
Code No.	Description	Qty.	Pos. No.
55X08	PM Section	1	9
55X19	Laser Adaptor	1	1
55X23	Support	1	2
55X25	Beamsplitter Neutral	1	3
55X28	Beam Displacer	1	4
55X33	Lens Mounting Ring	1	5
55X34	PM Optics	1	7
55X38	Interference Filter 632.8 nm	1	8
55X43	Tripod	1	10
55X51	Front Lens (300 mm)	1	6

Şekil.1.50. Çift ışımalı, temel LDA sisteminin konstrüksiyonu [15, s:1].



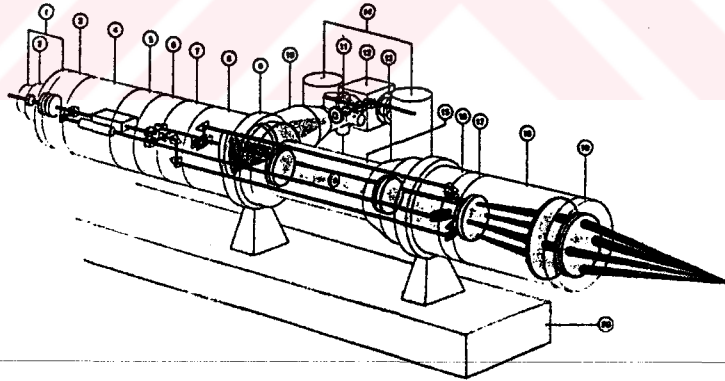
Code No.	Description	Qty.	Pos. No.
55X08	PM Section	1	10
55X12	Beam Expander	1	14
55X21	Cover and Retarder	1	1
55X22	Beam Waist Adjuster	1	2
55X23	Support	2	7
55X25	Beamsplitter Neutral	1	3
55X28	Beam Displacer	1	5
55X29	Bragg Cell Section	1	4
55X30	Backscatter Section	1	6
55X31	Pinhole Section	1	11
55X32	Beam Translator	1	12
55X33	Lens Mounting Ring	1	13
55X34	PM Optics	1	8
55X38	Interference Filter 632.8 nm	1	9
55X41	Mounting Bench	1	16
55X43	Tripod	1	-
55X57	Front Lens Achromatic (310 mm)	1	15

Şekil.1.51. Çift ışımalı LDA sisteminin çalışma prensipleri açısından iç yapısı [15, s:2].



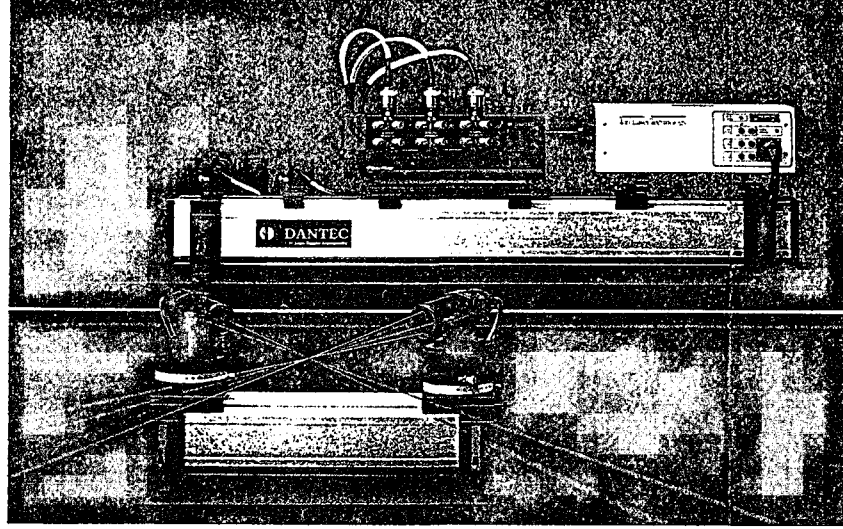
Code No.	Description	Qty.	Pos. No.
55X08	PM Section	2	12
55X12	Beam Expander	1	16
55X20	Cover and Retarder	1	1
55X22	Beam Waist Adjuster	1	2
55X23	Support	2	7
55X25	Beamsplitter Neutral	1	3
55X27	Beamsplitter Color	1	5
55X29	Bragg Cell Section	1	4
55X30	Backscatter Section	1	6
55X31	Pinhole Section	1	13
55X32	Beam Translator	1	14
55X33	Lens Mounting Ring	1	15
55X34	PM Optics	1	8
55X35	Color Separator	1	10
55X36	Interference Filter 488 nm	1	11
55X37	Interference Filter 514.5 nm	1	9
55X41	Mounting Bench	1	18
55X43	Tripod	1	-
55X58	Front Lens Achromatic (600 mm)	1	17

Şekil.1.52. Üçlü ışıklı LDA sisteminin çalışma prensipleri açısından iç yapısı [15, s:3].

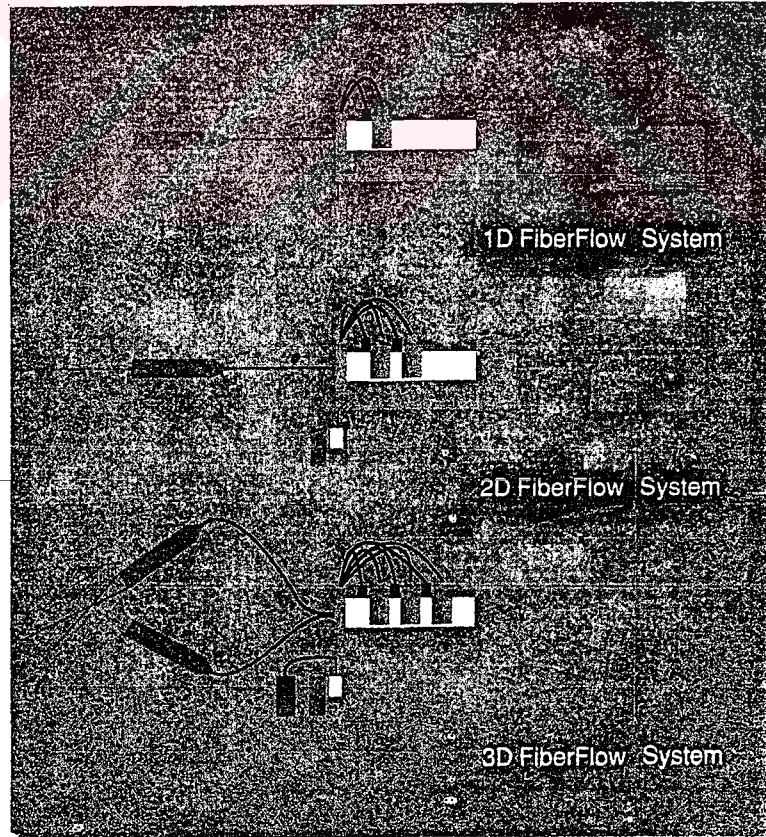


Code No.	Description	Qty.	Pos. No.
55X08	PM Section	2	14
55X12	Beam Expander	1	18
55X20	Cover and Retarder	1	1
55X22	Beam Waist Adjuster	1	2
55X23	Support	2	9
55X25	Beamsplitter Neutral Modified	1	3
55X27	Beamsplitter Color Modified	1	5
55X27	Beamsplitter Color Modified	1	7
55X28	Beam Displacer	1	6
55X29	Bragg Cell Section	1	4
55X30	Backscatter Section	1	8
55X31	Pinhole Section	1	15
55X32	Beam Translator Modified	1	16
55X33	Lens Mounting Ring	1	17
55X34	PM Optics	1	10
55X35	Color Separator	1	12
55X36	Interference Filter 488 nm	1	13
55X37	Interference Filter 514.5 nm	1	11
55X41	Mounting Bench	1	20
55X43	Tripod	1	-
55X58	Front Lens Achromatic (600 mm)	1	19

Şekil.1.53. Dörtlü ışıklı LDA sisteminin çalışma prensipleri açısından iç yapısı [15, s:3].



Şekil.1.54. P.M. birimleri kullanmayan Lif-akım anemometreleri [16, s:2] .



Şekil.1.55. Lif-akım anemometrelerinin 1,2 ve 3 boyutlu modelleri [16, s:2] .

1.4.3.1. Kum Tekniği

Vizüalasyon konusunda yeni teknikler ve sistemler geliştirmek üzere kurulmuş kurumlar vardır. Bu konuda ilk büyük adımı atan W.J. BERANEK ve H. VAN KOTEN'dir. Bu ikili kum (sand) tekniği adını verdikleri bir yöntemle akım hızlarının görünürleştirmesi üzerine çalışmalar yapmışlardır. Ancak kum tekniği çoğu laboratuarda kullanılmaz. Çünkü, bu teknikte yapılan çalışmalardan sonra kum tanecikleri aylarca rüzgar tünellerinde kalabilir. Ayrıca insan sağlığı ve laboratuarlardaki ekipmanlar üzerinde hasar verici etkiler yapabilir (Şekil 1.60) [11, s: 291].

1.4.3.2. Duman Üretme Tekniği

P.W. GRIGG ve D. E. SEXTON tarafından B.R.S.'de kullanılan bir soğuk duman üretme sistemi vardır. Bu yöntemle duman çıkışının süresi uzatılmış ve denetlenebilir hale getirilmiştir. Böylece akım çizgilerinin görünebilirliği uzun bir süre için sağlanmış olmakta ve fotoğraf makinaları yardımıyla bu görüntü fotoğraflanarak saklanabilir hale gelmektedir. Soğuk duman üretme tekniğinin en önemli avantajları sıcak-tel problemlerinin ısısını etkilememesi ve maketler içindeki kapalı mekanlarda kullanılabilir olmasıdır. Bu durumda maket içine bir fotoğraf makinası yerleştirilmesi gerekir. Şekil 1.61'de görülen bu duman üretme sistemi şöyle çalışır: Yağ rezervuar içinden CO₂ akımının itiliyle buharlaştırılıcıya gitmeye zorlanır. Rotametreden geçerek hazneye gelen akım, 150 W/m oranında bir ısıtıcı rezistansla sarılmış olan bakır borudan geçerek su soğutmali yoğunlaştırma kavanozuna girer. Burada yoğunlaşan hava bir pompa ile 1 m³/h oranında hava ile karıştırılır. Böylece duman, vizüalasyon işlemi için kullanıma hazırdır [19, s: 9]. Bu sistemle bir akım görünürleştirme işlemi Şekil 1.62'de görülmektedir.

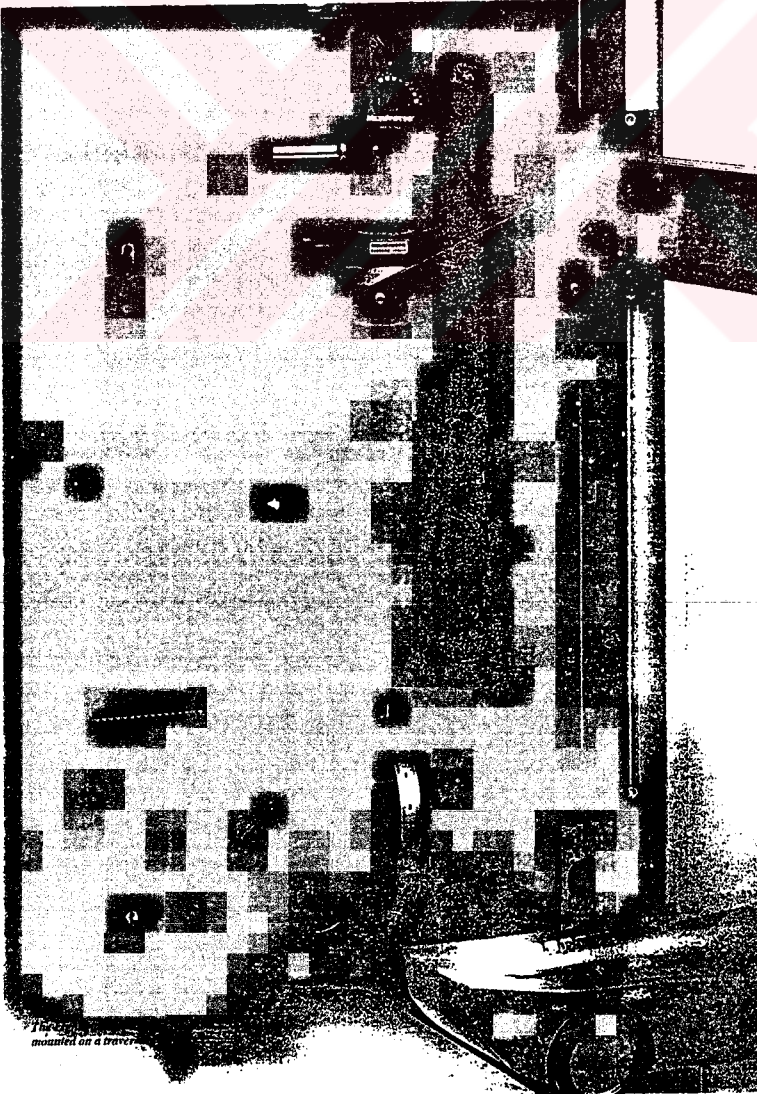
Duman üretme sistemleri genelde ses altı akım hızları için kullanılırlar. T.E.M.'in ürettiği iki duman üretme sistemi de bu sınırlama altındaki versiyonlardır:

- Sistem A
- Sistem B

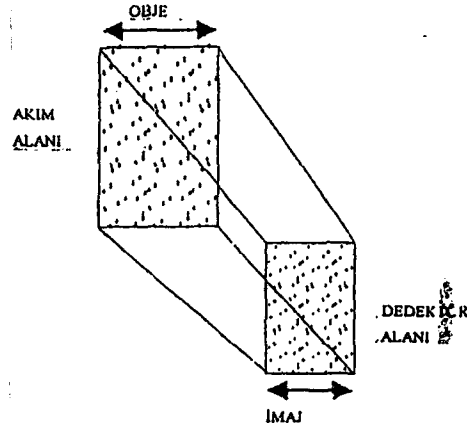
Sistem A, 15 m/sn'ye kadarki hızlarda yeter derecede performans gösterir. Emişle beslemeli yağ düzeneklerine sahip bir jeneratördür (Şekil 1.63).



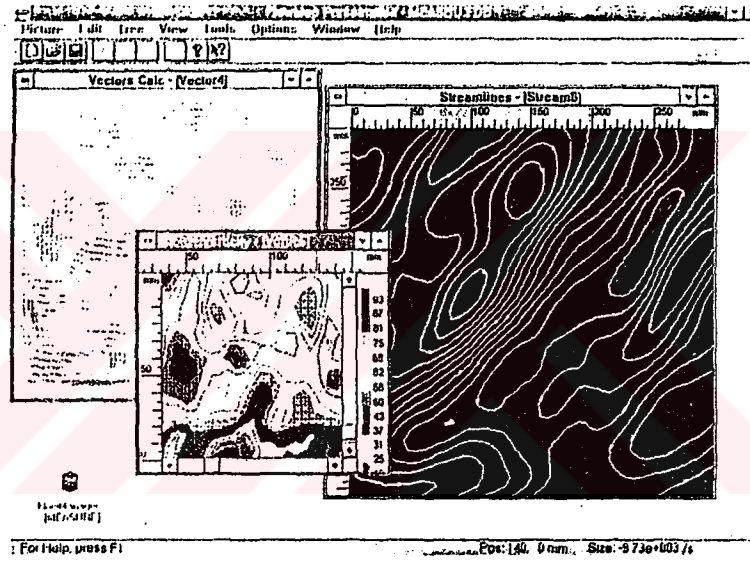
Şekil.1.56. Hava akımının yapısını vizüale eden bir lif akım anemometresi [16, s:3].



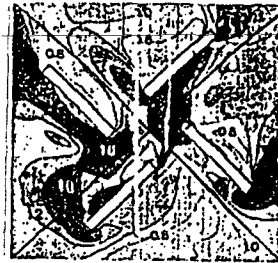
Şekil.1.57. Bir otomobil maketi üzerinde çalışmakta olan flow-map anemometre [17, s:2].



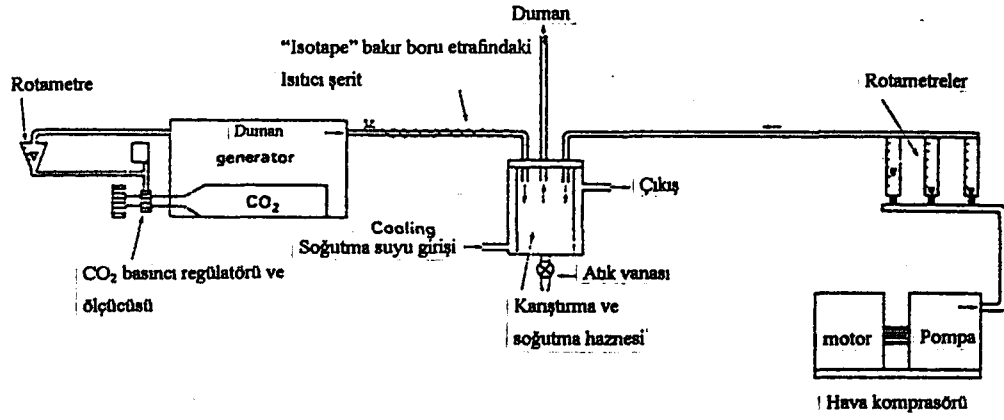
Şekil.1.58. Gerçek boyutlardaki akımın yapısının flow-map tarafından imajiner hale getirilişi [18, s:3].



Şekil.1.59. Flow-map sistemin yaptığı ölçümlerin bilgisayar ekranından elde edilmiş üç farklı sunuş şekli [17, s:5].



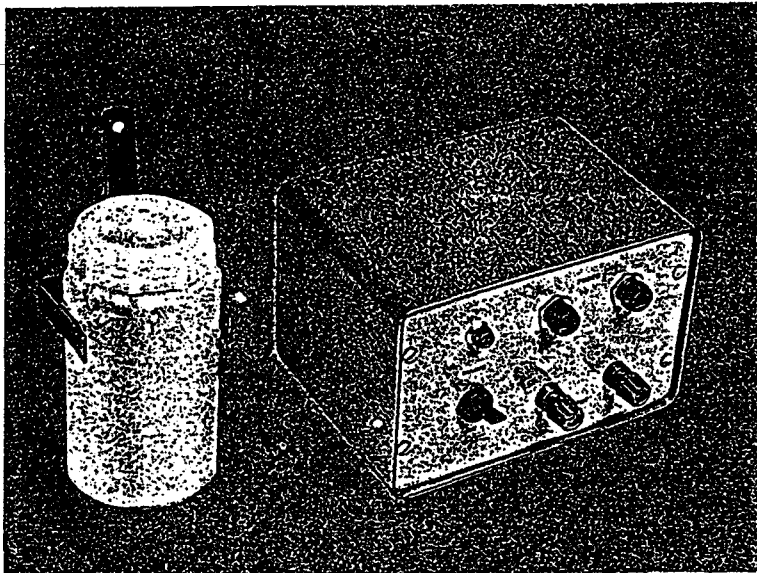
Şekil.1.60. Kum tekniği ile yapılmış bir akım vizüalasyonunun [11, s.291].



Şekil.1.61. Duman üretme sistemi [19, s:11].



Şekil.1.62. Tipik bir maket düzeneği üzerinde rüzgar tüneline dumanla akım vizüasyonu [19, s:13].



Şekil.1.63. TEM'in “sistem A” tipi duman üretme aygıtı [20, s:1]..

Sistem B ise, 90 m/sn'ye kadarki hızlarda berrak olarak görünürlüğünü koruyan duman sorguçları üretme yeteneğindeki bir sistemdir. Sistem A'daki emişle besleme ünitesi yerine bir pompalama kontrol ünitesi yerleştirilerek geliştirilmiştir (Şekil 1.64).

Her iki sistem de 110-120 V ya da 230-250 V'luk alternatif akımlar altında kullanılmaya elverişlidir. Sistem B, 0-30 V arasında, Sistem A ise 15 V'luk sabit bir ısıtıcı kapasitesine sahiptir. 0,5 lt'lik bir yağ depoları vardır ve yakıt olarak Shell Ondina 17 kullanılır. Sistemler rüzgar tünellerine veya traversing (erişim) ünitelerine monte edilebilecek şekilde üretilmiş bir de proba sahiptirler (Şekil 1.65)[20, s: 1-4]. Ayrıca T.E.M. tarafından üretilmiş birer paket sistem olan duman tünelleri de vardır. Bunlar, vizüalasyon sisteminin en gelişmiş örnekleri olma niteliğindeki düzeneklerdir. Bu serinin araştırma duman tünelleri ismi verilen örneğinin görüntüleri ve içinde yapılan çalışmalardan bazı örnekler Şekil 1.66 ve 1.67'de veriliyor[21, s: 1-8].

1.4.3.3. Sıvı Vizüalasyon Sistemleri

Hava akımlarını görünür hale getirmek için kullanılan bir diğer yöntem de paint-film yöntemidir. Bu yöntemi ilk kullanan MALTBY ve KEATING'dir. Doğadaki durgun su birikintileri üzerinde rüzgarın etkimesi sonucu oluşan akım çizgilerini hatırlayarak konuya bir yaklaşımda bulunulabilir. Paint-film sistemi genelde yatay düzlemler üzerinde kullanılır. Görüntünün oluşmasından kayboluşuna kadarki süreç, karışımın tepkime süresine ve kimyasal bozuşma süresine bağlıdır. En geniş kullanım alanı havacılıktır. Şekil 1.68'de bu sistemle yapılmış örnek bir çalışma görülüyor. Kullanılan sıvının karışımı:

1 Ölçek Daylo Saturn Sarı Pigment

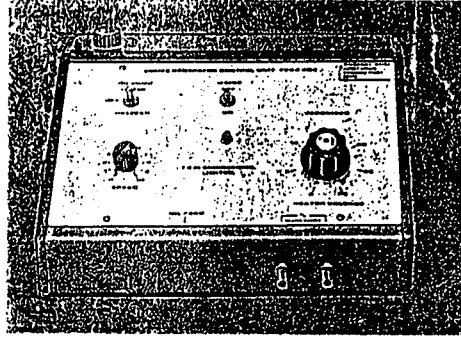
3 Ölçek Kerosene

7 Ölçek Beyaz İspirto'dur.

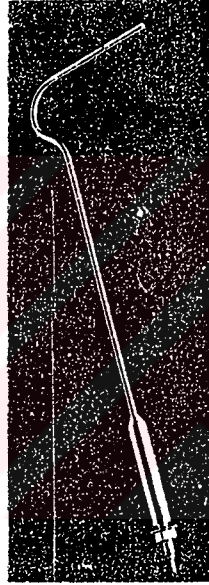
Platform bu karışımdaki sıvı ile kaplanmıştır. Akım çizgilerinin oluşması için rüzgar tüneli düzeneği yaklaşık 5 dk. çalıştırılmıştır ve sonuçta Şekil 1.68'de görülen çizgiler oluşmuştur[19, s: 10].

1.4.3.4. Bilgisayar Destekli Vizüalasyon Teknikleri

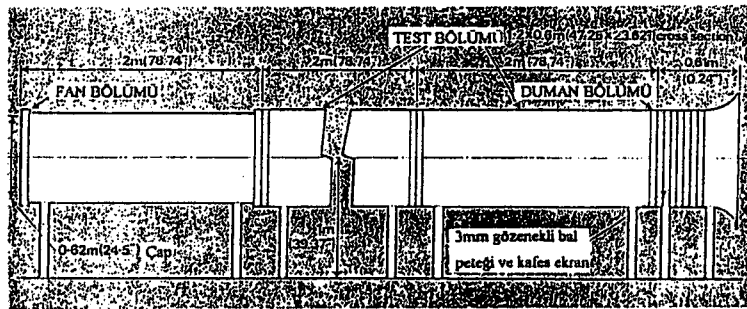
Bilgisayar teknolojisinin yüksek olduğu ülkelerde program tasarımcılarının halen üzerinde çalıştığı bir vizüalasyon sistemidir. Bu konuda görülen ilk örneklerdeki çizimler iki boyutludur. Özel bilgisayar programları yardımıyla gerçekleştirilen bu



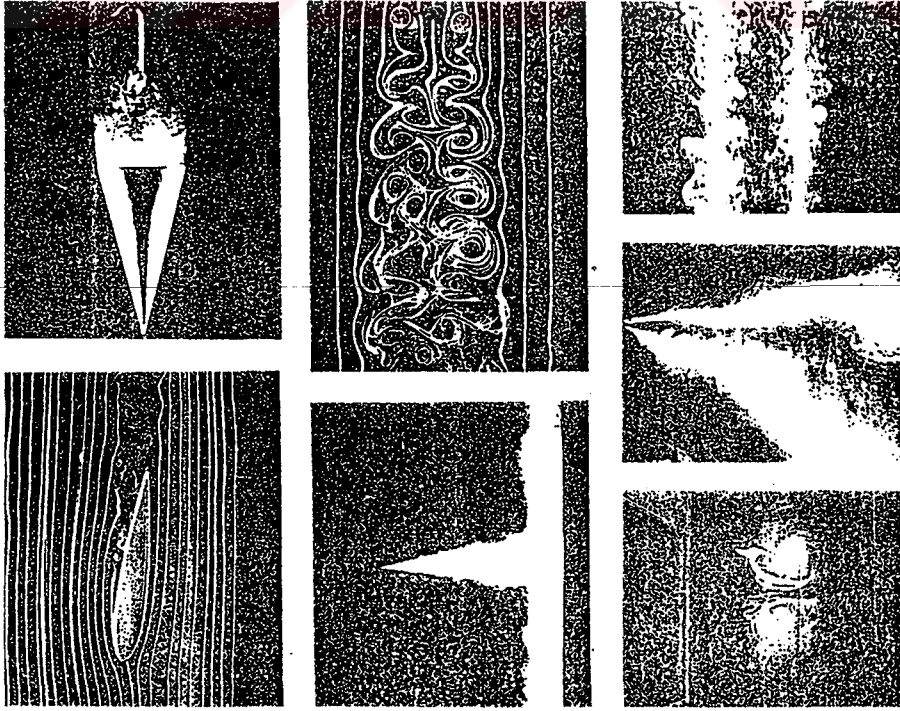
Şekil.1.64. TEM'in FVSP 20A tipi pompalı kontrol ünitesi. "Sistem B" nin duman üretici parçası [20, s:2].



Şekil.1.65. TEM'in FVSP001 /02 tipi duman probu. Bir buharlaştırıcı da içeryyor.[20, s:1].



Şekil.1.66. TEM'in FVWT /R tipi araştırma rüzgar tüneli. Fan motoru monte edilmiş ve hava akımı sağdan sola doğrudur. [22, s:6].



Şekil.1.67. Londra Üniversitesi I.C.S.T.' de P.Bradshaw tarafından fotoğraflanmış bazı vizüalasyon deneyleri [22, s:7].



Şekil.1.68. Daylo Saturn sarı pigment ile kaplanmış yüzey üzerindeki vizüalasyon deneyinin üstten görünüşü [19, s:12].

çizimler diğer vizüalasyon sistemlerindeki problemlerin çoğunu da ortadan kaldırmaktadır. İlk aşamada ölçülmüş olan hızlar bilgisayarın hafızasına girilir. Eğer ölçümler bilgisayar destekli olarak yapılıyorsa, hazır datalar vizüalasyon programına aktarılabilir. Şekil 1.69'da görüldüğü gibi ölçümlerin alındığı grid noktaları üzerinde ölçülen hızları yöne de bağlı olarak hızlarla orantılı uzunluklarda vektör çizgileri haline getiren program sonuçta Şekil 1.70'deki görüntüyü verir [22, s: 97-111] ya da eş hızların olduğu grid noktaları çizgisel olarak birleştirilerek Şekil 1.71, 1.72'deki eş hız eğrileri elde edilebilir.

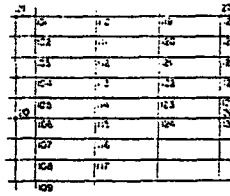
İkinci bir yöntem ise yukarıdakinin aksine grid aralıklarını sabit tutmayıp, akım hızıyla ters orantılı olarak küçültmek esasına dayanır veya yukarıdaki yöntemle oluşturulan eş hız eğrilerinin çeşitli aralıklarla seçilen değerleri için bir tonlama sıklığı seçilir ve Şekil 1.73'de örneği verilen görüntüler oluşturulur[23, s: 51-64].

İki boyutlu vizüalasyon çizimlerinden başka üç boyutlu hesaplamalar ve çizimler yapan bir program D.A. PATERSON ve C. J. APELT tarafından gerçekleştirilmiştir. Şekil 1.74'de görülen örnek çizim bir simetri ekseninin yarısını yansıtmaktadır. WOO, PETERKA ve CERMAK tarafından yapılmış olan akım hızı ölçümleri bilgisayar aracılığıyla benzeştirilmiş ve sonuçlar figür olarak sunulmuştur. 1989'da yayımlanmış olan makalede yazarlar programın güvenilirliğinin halen test edilmekte olduğu notunu düşmüşlerdir[24, s: 39-50].

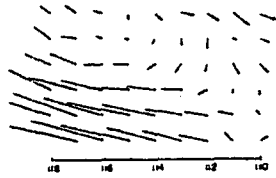
DANTEC'in geliştirmiş olduğu FLOWare isimli software ise araştırmacıya bu üç boyutlu görüntüyü stream line serisi sıcak tel problemleri yardımıyla sağlar. Gridler üzerinde elde edilen sonuçları x, y ve z eksenlerindeki grid aralıklarına bağlı olarak üçüncü boyutta birbirleriyle ilişkilendirir. Böylece isteğe bağlı olarak farklı açılardan, akımın üç boyutlu görüntüsü bilgisayar ekranından veya printer'dan elde edilebilir (Şekil 1.75, 1.76, 1.77)[25, s: 2].

Aerodinamik çalışmalarının içinde hemen hemen aynı tarihlerde kullanıma girmiş olan bilgisayar ve laser optik sistemler tek tek kullanıldıkları gibi birlikte daha etkin olan akım vizüalasyon sistemleridir. Şekil 1.78'de Laser optik sistemin tek başına kullanımı ile elde edilmiş akım çizgileri görülüyor.

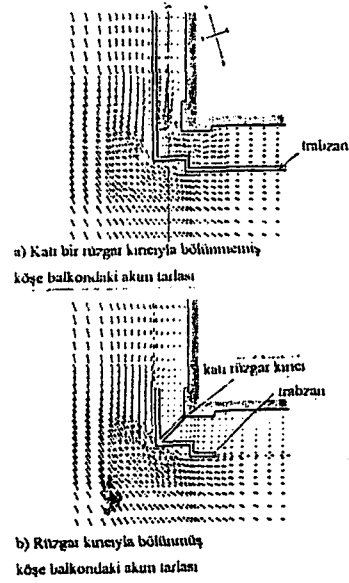
MURAKAMI, MOCHIDA ve HAYASHI çalışma grubuyla birlikte HIBI'nin, üzerinde çalışmakta olduğu bir bilgisayar programı ile ise henüz gerçekleşmemiş yapılaşmalardan dolayı gelecekte oluşabilecek büyük girdapların ve hava akımı alanlarının bilgisayar yardımıyla tahminine çalışılıyor. Bu arada akım oluşumlarının süreç içinde (günlük, haftalık, saatlik vs. değişimler) değişimi de simüle ediliyor. Elde edilen sayısal sonuçlarla oluşturulan iki boyutlu akım vizüalasyonlarının üçüncü



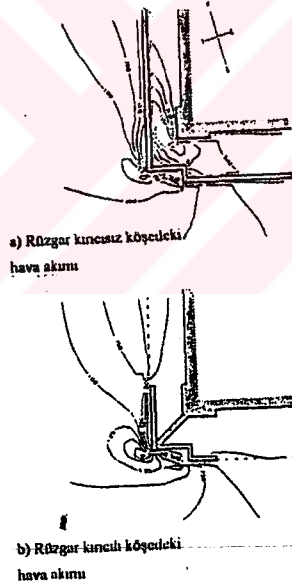
Şekil.1.69. Girdap izlerinin ölçümünün yapıldığı gridlerin planı : Hücre ölçüleri 30x10x10 mm [24, s:106].



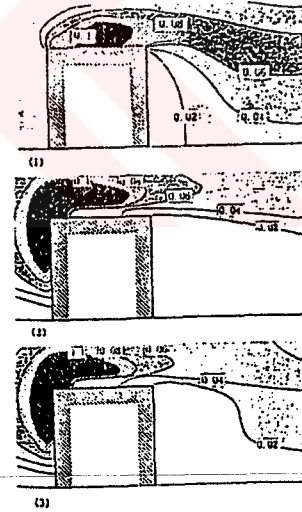
Şekil.1.70. 110-118 aralığındaki yerleşimlerin dikeydeki kesiti üzerindeki akım hareketleri, ölçümler 10x10 mm'lik gridlerle alınmış [24, s:106].



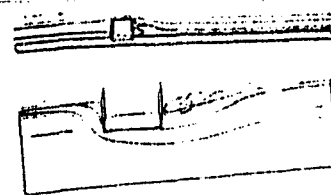
Şekil.1.71. Gridler üzerinde vektörize edilmiş akım kalıbı [23, s:62].



Şekil.1.72. Vektörlerden elde edilmiş eş hız eğrileri [23, s:62].



Şekil.1.73. Türbilans kinetik enerjisi dağılımını göstermek için kullanılmış bir vizüalizasyon yöntemi [23, s:57].



Şekil.1.74. Bir küp etrafındaki ortalama akım çizgilerinin üç boyutlu vizüalizasyonu [24, s:49].

boyutta yan yana getirilmesiyle bu görüntüler animasyon haline dönüştürülüyor. Şekil 1.79, 1.80, 1.81'de bu yöntemle elde edilen görüntülerin çeşitli aşamalarından örnekler veriliyor[26, s: 345-356].

1.4.4. Dosyalama Yöntemleri

Deneyler sonucunda elde edilen verilerin hem araştırmaların geliştirilmesi ve hem de diğer araştırmacılara sunulabilmesi için bir şekilde saklanması gerekir. Bunun en basit yolu elle tutulan ölçüm raporları veya çizimlerdir. Ancak genel anlamda kullanışlı olmadıkları da açıktır. Ölçüm aletlerinin bir çoğu sonuçları grafik çizimler olarak veren sistemler içerirler. Bu çıktıları anemograph kayıtları denir. Şekil 1.82'de de görüleceği gibi bu çıktılar; saatlik rüzgar hızlarını, esme yönlerini ve max. hızları 24 saatlik zaman süreci içinde bütünüyle içermektedirler[3, s: 6].

Bugün rüzgar tünellerinde yapılan deneylerin sonuçlarını saklamak için en kullanışlı yöntem ise, hiç şüphesiz bilgisayar destekli dosyalama yöntemleridir. Özel olarak hazırlanmış bilgisayar programları bu konuda çok pratik hizmetler vermektedir. Sayısal sonuçların oldukları gibi saklanabilmelerinin yanısıra, vizüelasyon işlemleri sonucu görüntüye dönüştürülerek de saklanabildikleri Bölüm 1.4.3.4.'de anlatılmıştı ve Şekil 1.69'dan 1.81'e kadar da örneklenmişti. Bu tür çalışmalar özel bir uzmanlık dalı haline dönüşmektedir.

Rüzgar akımlarını gözle görülebilir hale getirdikten sonra, bu görüntülerin fotoğraflanarak saklanması yöntemi de halen yaygın olarak çoğu araştırmacı tarafından kullanılır. Böylece konunun içerisine optik parametreler de girmiş oluyor. Şekil 1.68'de görülen örnek çalışma Bölüm 4.3.3.de anlatılmıştı. Bu görüntünün elde edilmesi için rüzgar tüneli düzeneği yaklaşık 5 dk. çalıştırılmış, daha sonra fotoğraflama işlemine geçilmiştir. Kamera olarak F: 22 odaklı makina ve film olarak FP4 kullanılmıştır. Deney düzeneği yaklaşık 1 m. yukarısındaki 125 W Ultra-Violet flaş ile aydınlatılmıştır. Yayılan ultra-violet ışınları süzmek ve sadece görülebilir sarı ışığa izin vermek için 2 B Wratten filtre kullanılmıştır. Kameranın objektif ayarı "B" pozisyonunda 3 dk. tutarak bu görüntü elde edilmiştir[19, s: 5]. Şekil 1.83'de görülen çalışma ise kıta ısınmasından kaynaklanan düşey hava hareketlerinin vizüelasyonunun fotoğraflanmasıdır. Araştırma K. NOTO ve H. OKAMOTO tarafından yapılmıştır. Isıtılan bir platforma dikey olarak ikinci bir yüzey yerleştirilmiş, böylece ısınarak yukarı çıkan havanın, adeta bir karagöz perdesi gibi görev yapan ikinci bir yüzey üzerindeki yansısı optik yollarla aydınlatılarak, sonuçta oluşan görüntü

fotoğraflanmıştır. Daha sonra fotoğraflar ölçeklendirilerek okunabilir değer haline getirilmiştir[27, s: 183-190].

1.4.5. Erişim Sistemi (Traversing System)

Rüzgar tünellerinde yapılan deneylerde, ölçümlerin alınacağı noktalara anemometre problemlerini ulaştırmak için kullanılan sistemlere erişim sistemleri denir (Traversing System). Bu sistemlerin çeşitli firmalarca üretilen farklı türleri olmakla birlikte, koordinat sisteminde (x, y, z) doğrultularındaki hareket yeteneklerine göre iki temel bölüme ayrılırlar:

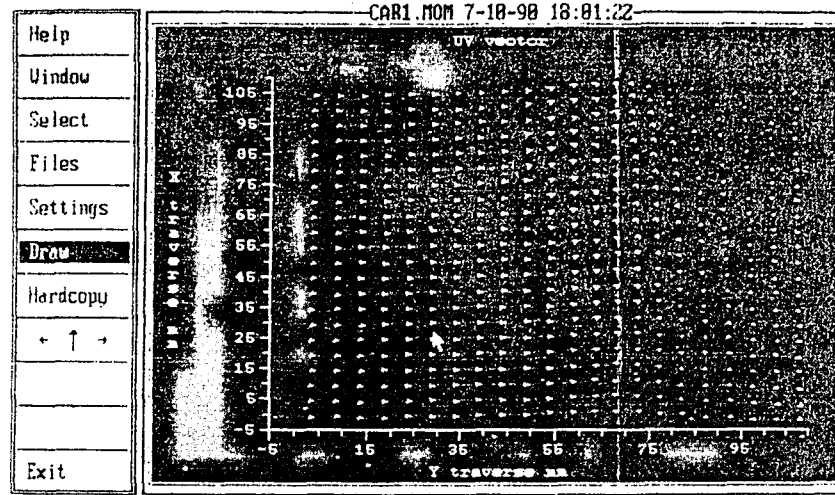
- Tek boyutlu erişim sistemleri (Şekil 1.84)
- İki boyutlu erişim sistemleri (Şekil 1.85)

Erişim sisteminde ölçüm aleti olarak; sıcak-tel problemleri, pitot tüpler, mikrofonlar veya FOLDA anemometreler kullanılabilir. Sistemin kontrolü;

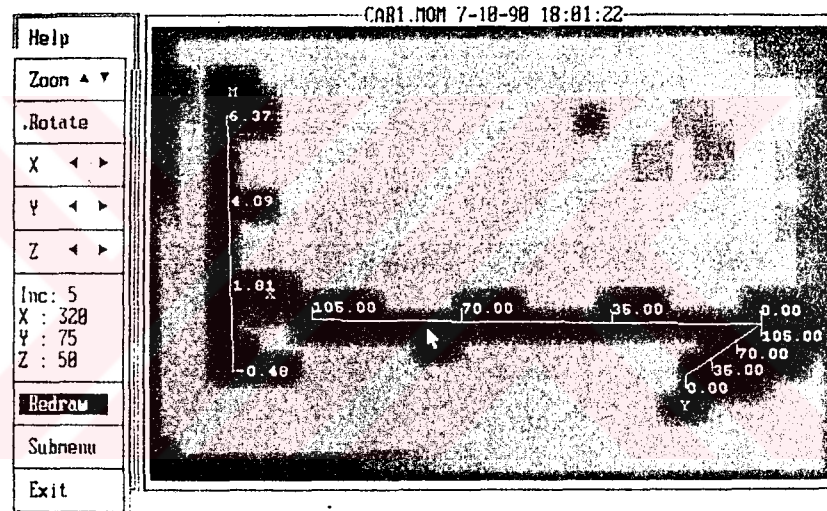
- Elle (manual)
- Bilgisayarla veya micro-işlemci ile

yapılabilir. Manual kontrol için, 57 B 120 motor-controler kullanılır veya 57 G10 Traversing-Display kontrol modu ile micro-işlemci yardımıyla ya da dışarıdan bağlanmış bir bilgisayar yoluyla kontrol edilebilir. Sistem yapılmak istenen ölçüm şekline göre çeşitli parçaların sökölüp takılma veya kollara eğim verme yeteneğine de sahiptir. Bir doğrultuda ölçüm yapılabilecek max. erişim menzili ise 600 mm.'dir. Erişim sistemi ve sistemi oluşturan parçalar Şekil 1.86'da görölüyor[28, s: 2].

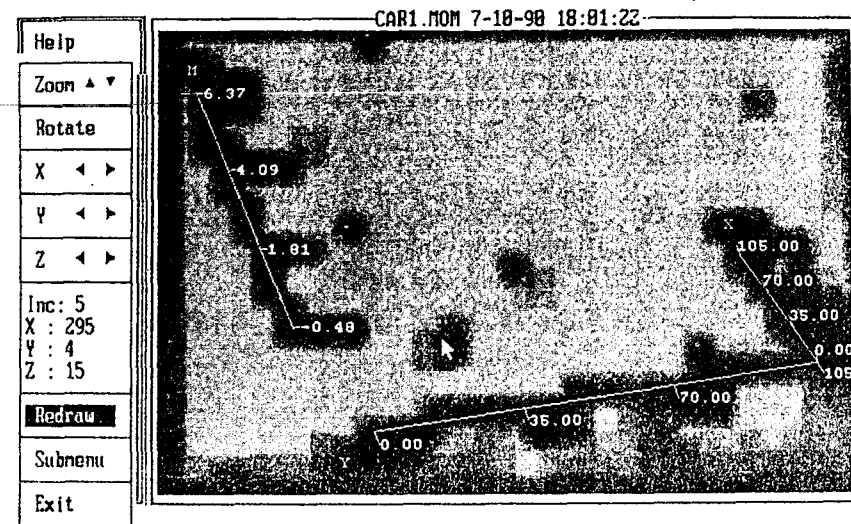
- **Manual İşletme:** Erişim sistemi, 4 kanal üzerinde çalışabilen, mekanik düğmeli, bir kontrol kutusundan kontrol edilir. Bu durumda, sadece 57B120 main-frame gereksinir. Eğer eğişim sistemi bir bilgisayara bağlanmışsa, bilgisayar manual moda geçilse bile, erişim sisteminin pozisyonuyla haberleşmeyi sürdürür. Bu açıdan, prosedürü baştan tekrarlamaksızın manual moddan, otomatik moda geçiş yapılabilir.
- **Klavye İşletmesi:** 57 G10 / Traversing / Control modölü ile birlikte tamamen bağımsız ve dijital, mikro-işlemci kontrolündeki, 4 kanallı bir erişim sistemi kontrolü de oluşturulabilir. Bütün fonksiyonlar klavyeden denetlenebilir.



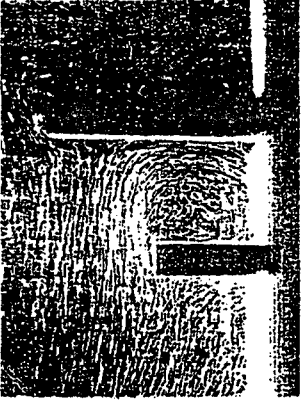
Şekil.1.75. FLOWare ile çizilmiş, gridler üzerindeki akım tarlası [25, s:2].



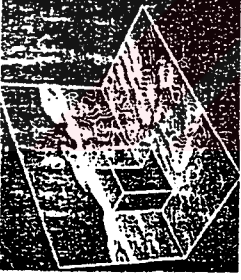
Şekil.1.76. Ölçüm sonuçlarının, FLOWare yardımı ile alt sol köşeden bakışla vizüalizasyonunun yapılması [25, s:3].



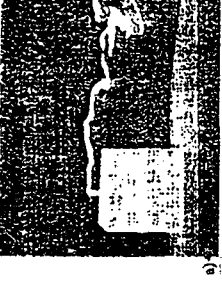
Şekil.1.77. Ölçüm sonuçlarının, FLOWare yardımı ile üst sol köşeden bakışla vizüalizasyonunun yapılması [25, s:4].



Şekil. 1.78. Laser optik sistemle bir akım vizüalasyonu [26, s:346].



Şekil. 1.79. Simülasyon enstantenelerinin zamana bağlı sıralanmasıyla elde edilmiş bir vizüalasyon animasyonu enstantresi [26, s:350].

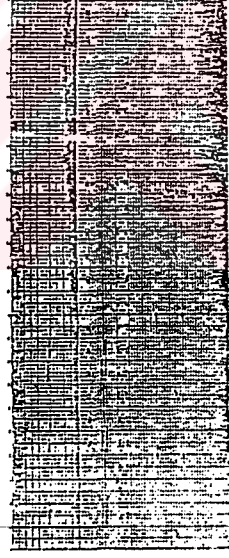


a) Dikey düzlem



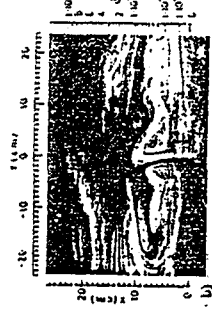
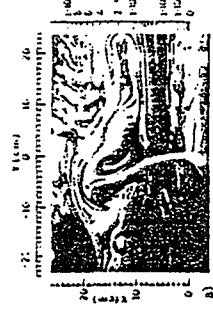
b) Yatay düzlem

Şekil. 1.80. Bina çevresindeki akımlardaki zaman çizgileri [26, s:351].



Şekil. 1.82. Bir anemograph kaydı örneği [3, s:7].

Şekil. 1.81. Bir bacadan çıkabilecek gazın dağılımının animasyonla görüntülenmesi [26, s:351].



Şekil. 1.83. Kıtta ısınmasından kaynaklanan akım çizgilerinin fotoğraf ölçeklemesi ile okunması [27, s:187].

- Bilgisayar Kontrolü: Erişim sistemi, 56 G 00 CTA-interface yoluyla da işletilebilir (ya da FOLDA prob kullanıldığında LDA interface yoluyla...). CTA'lı uygulamalarda, uzaktan kumanda sinyalleri, 57 G 185 erişim kontrol paneli yoluyla ulaştırılır. Interface-system, PDP-11'in paralel interface'i ile veya IEEE-488 interface ile birlikte kullanılmak için tasarlanmıştır. Eğer IEEE-488 interface'le işletme tercih edilmişse, herhangi bir bilgisayarın donatımına bir 56 G 157 IEEE interface donatım ilave etmek yeterli olacaktır. İ.T.Ü. MİM. FAK. TAŞKİŞLA, FÇK. laboratuvarındaki Rüzgar Tüneli Ünitesi'nin bilgisayarına bu yöntemle bir donatı ilavesi yapılmıştır[29, s: 8-11 , 30, s: 9].

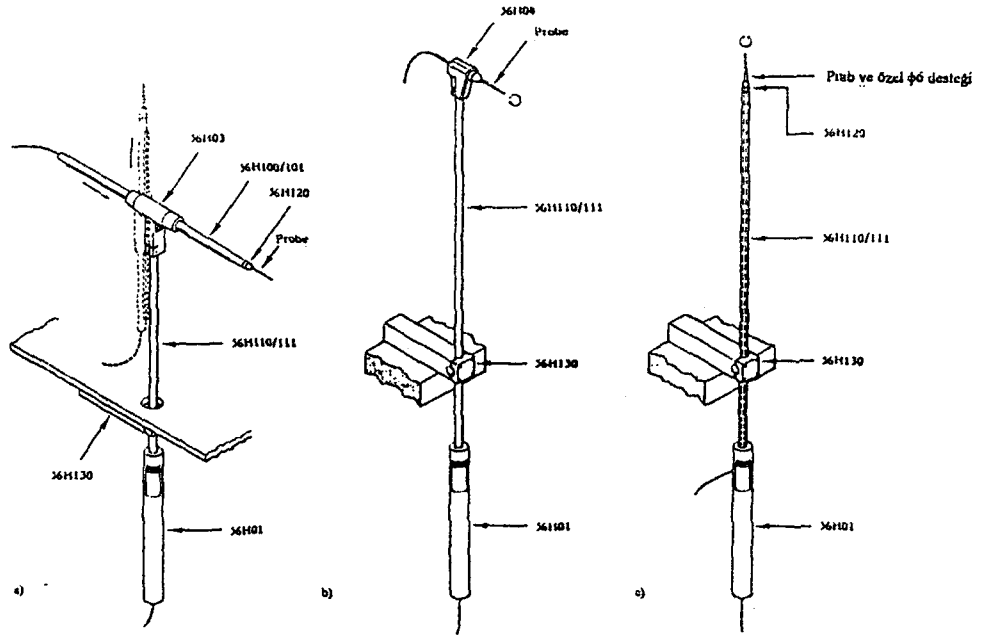
1.4.6. Ana Ünite (Main-Unit)

Bölüm 1.4.2.'de, bir sıcak-tel probunun yalnızca rezistans görevi yaptığı, sistem çalışırken üzerinden geçen akım farklarının voltaj olarak köprüler tarafından okunduğu ve bu okumaların linearizer tarafından rüzgar hızına doğru orantılı hale getirildiği anlatılmıştı. İşte main-frame tüm bu üniteleri içerir.

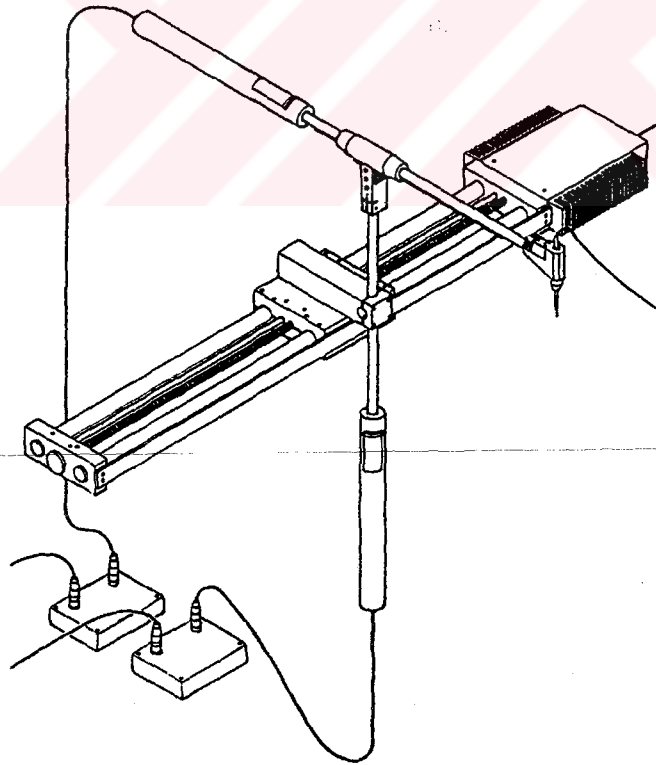
56 C sistem, genel amaçlı, yüksek hassasiyetli bir anemometre sistemidir. Gerek 56B12 gerekse 56B10 versiyonlarında sistem, kasaya monte edilmiş tekil modüllerden oluşur. Bu versiyonlardan ilki, bir half-size frame (7 modülü olan yarı boyutlu şasi), ikincisi ise bir full-size frame (14 modülü olan tam boyutlu şasi'dir (Şekil 1.87).

56 C sistemin bütün konfigürasyonları mutlaka 56 C 01 ana üniteyi içerir. 56 C 01'de, kendinden köprülü olan anemometreler dışında, bir anemometreyi kurmak için gereken tüm devreler bulunur. Dolayısıyla 56 C 01'de servo amplifikatör, filtreler, projektiv devreler ve köprülerin dinamik balanslama işlemleri için bir square-wave jeneratör vardır. 56 C 01 ana ünite iki bölümden oluşur (Şekil 1.88);

- Köprüler,
- Sinyal biçimlendirme modülleri [31s: 8-11 , 32 s: 6].



Şekil.1.84. Tek boyutlu erişim sistemleri, bir düzlemin sadece tek aksında hareket edebilirler [28, s:4].

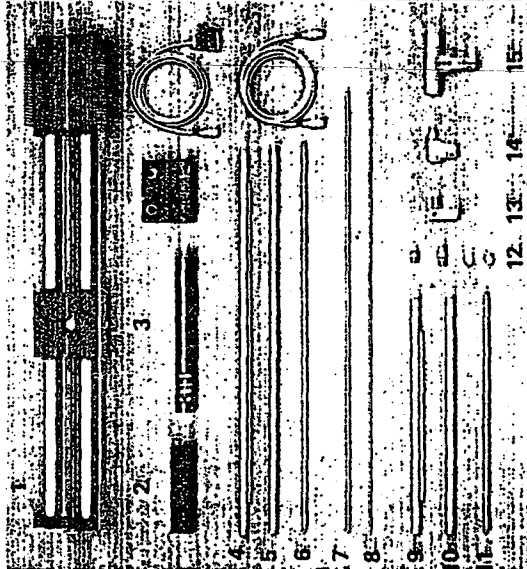


Şekil.1.85. İki boyutlu erişim sistemleri, bir düzlemin iki aksında hareket edebilirler [28, s:2].

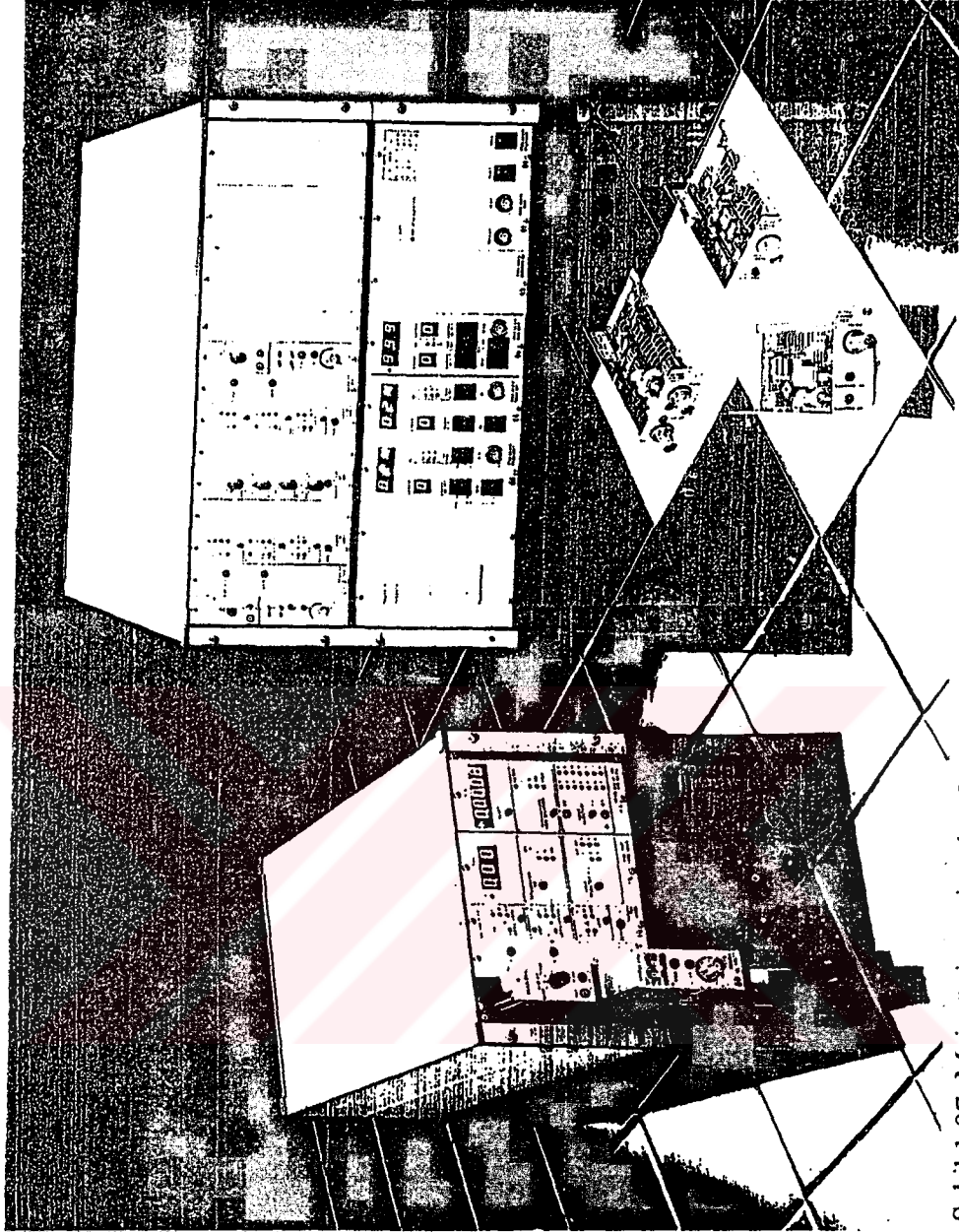
1.4.6.1. Köprüler

Köprü modülleri için, kendilerine has avantajları olan 4 köprü versiyonu vardır.

- 56 C 12 CTA köprüler
 - 56 C 14 CTA köprüler
 - 56 C 17 CTA köprüler
 - 56 C 20 CTA köprüler [29, s: 8-11]
- 56 C 12 CTA köprüsü; Gerek uzun kablolar kullanılacağı zaman gerekse 56 C 01 ünite, max. frekans limitinde çalıştırılacağı zaman kullanılan iki fonksiyonlu bir köprüdür. Ayrıca ısı karşılaştırmalı sıcak-tel problemlerin bağlantılarında da kullanılır (Sadece yavaş karşılaştırmalarda). Max. frekansı 175 kHz'dir[88].
 - 56 C 14 CTA köprüsü; Benzer yapılardaki lif ve film problemlerle veya yavaş dalgalanmalardaki türbilans ölçümünde en az hızlı dalgalanmalardaki kadar iyi yapmak için özel olarak dizayn edilmiş ısı-karşılaştırmalı problemlerle kullanılabilir. Max. frekansı 50 kHz'dir[29, s: 8-11].
 - 56 C 17 CTA köprüsü; Bütün standart CTA ölçümleri için evrensel bir köprüdür. Standart ısı karşılaştırmalı problemlerin hepsi için kullanılabilir. Max. frekansı 150 kHz'dir. Kullanılacak olan problemlerin kalibrasyonu bu köprü yardımıyla yapılır (Şekil 1.89) [33, s: 13]
 - 56 C 20 CTA köprüsü; Aslında havadaki ısı ölçümleri için kullanılır. Özellikle de, hızlı ısı değişimlerinin analizi için uygundur. Bir çok ölçüm konumunda, tatmin edici veriler verecek olan, standart bir 5 μ m tungsten tel prob, sisteme bağlanmıştır. Frekans değeri olarak en iyi çözüme ulaşılmıştır ve 1 μ m platin telle donatılmış 55 P 31 rezistans termometre ile kullanıldığında optimum sonuçlar verir. Max. frekansı 2 kHz'dir[29, s: 8-11].



Şekil 1.86. Erişim sisteminin mekanik
strüktürünü oluşturan parçalar [28, s:2].

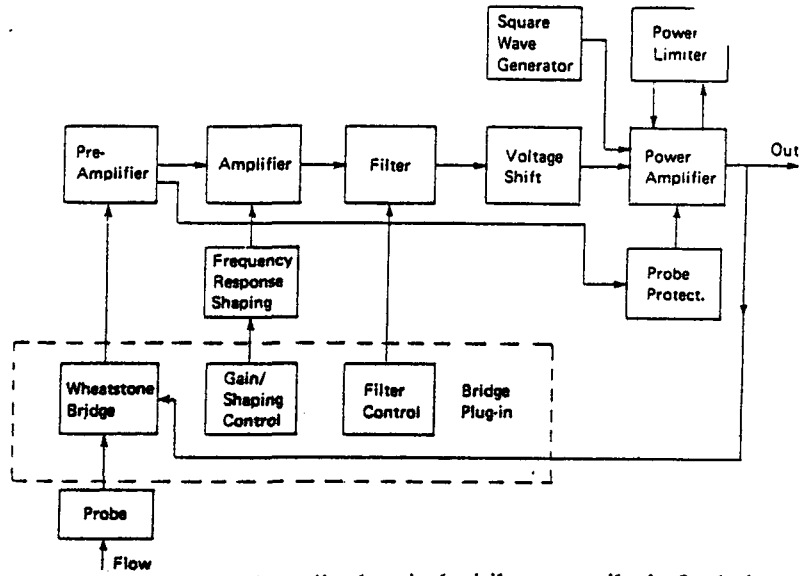


Şekil 1.87. Main-ünit versiyonları [29, s:8].

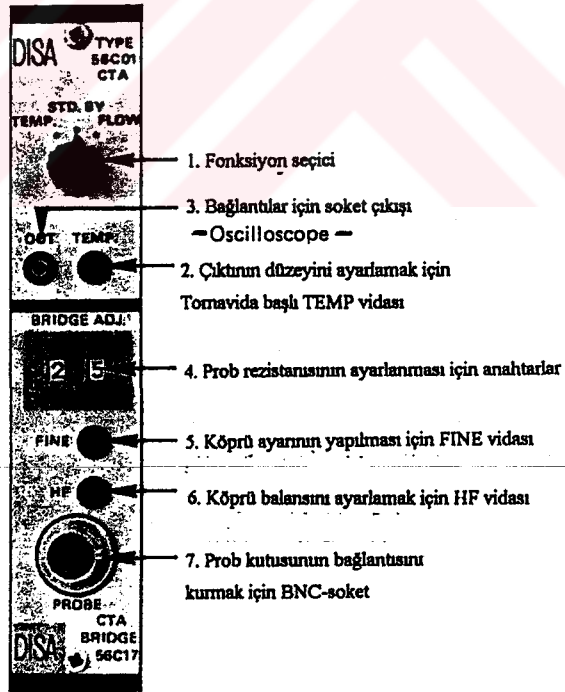
1.4.6.2. Sinyal Biçimlendirme Modülleri

Köprülerden gelen akım sinyallerini düzenleyen, istenmeyen sinyalleri süzen ve rüzgar hızına doğru orantılı hale dönüştüren modüllerdir. Farklı prob türleri için kullanılan özel sinyal biçimlendirme modülleri de vardır. Başlıca 5 modül türünden söz edilebilir;

- 56 N 20 sinyal kondüsyoner ünite
- 56 N 21 Lineariser ünitesi
- 56 N 22 Mean-value ünitesi
- 56 N 23 Analog Processing ünitesi
- 56 N 25 RMS ünitesi [29, s: 8-11]
- 56 N 20 Sinyal kondüsyoner ünite; Veri analizi düzenlemelerinde, sinyallerin biçimlendirilmesi için uygun düzeyi gerçekleştiren AC sinyallerini şiddetlendirmek için dizayn edilmiştir. Filtre devreleri, bir amplifikatör gibi yüksek geçişli ve alçak-geçişli filtreler içerir. Sinyal kondüsyonerlere, tesisleri uzaktan kumanda etmek için kullanılan aletler de denilebilir (Şekil 1.90)[34, s: 12].
- 56 N 21 Lineariser ünitesi; 56 C 01 ana ünitelerden çıkan sinyalleri lineerleştirmek için kullanılır. Ünitenin input'u içinde, 0-10 V arasında sinyalleri şiddetlendirmek için bir offset compensation ve amplifikatör vardır. Sinyal transferi fonksiyonunu kontrol etmek için üretim sırasında 10 referans voltaj noktasında çalışacak biçimde yapılmıştır[29, s: 8-11].
- 56 N 22 Mean-Value ünitesi; Sistemdeki diğer ünitelerden çıkan, çıkış voltajlarının DC bileşenlerini ölçmek için kullanılır. Özellikle 56 C 01 ana ünitelerin çıktıları üzerindeki direkt DC ölçümleri için uygundur. Fonksiyonlar ön panelden seçilebilir veya bir bilgisayarlarla da kontrol edilebilir. Ölçüm sonuçları ve fonksiyonlar bu bilgisayarın çıktılarından okunabilir[29, s: 8-11].
- 56 N 23 Analog Processing ünitesi; (APU) toplamalarının oluşturulmasına ve bir değişken zaman sabiti ile birlikte farklılaşan iki input



Şekil.1.88. 56 C 01 main-ünit'in orjinal terimleri ile gösterilmiş fonksiyon şeması [32, s:6].



Şekil.1.89. 56 C 17 CTA köprüsü [33, s:5].

sinyalinin ayrımına olanak verir. U ve V hız bileşenlerini çözümlemek için, X-og hız problemleriyle birlikte ölçüm yapmak amacıyla dizayn edilmiştir. Bu üniteler, hız vektörü kesme basıncı, two-point korelasyon vb. akım inceliklerini hesaplamakta kullanılırlar. Voltaj farklılaşmalarının ortalamalarını alarak türbilansın dağılma rotasını da ölçebilirler[29, s: 8-11].

• 56 N 25 RMS ünitesi;

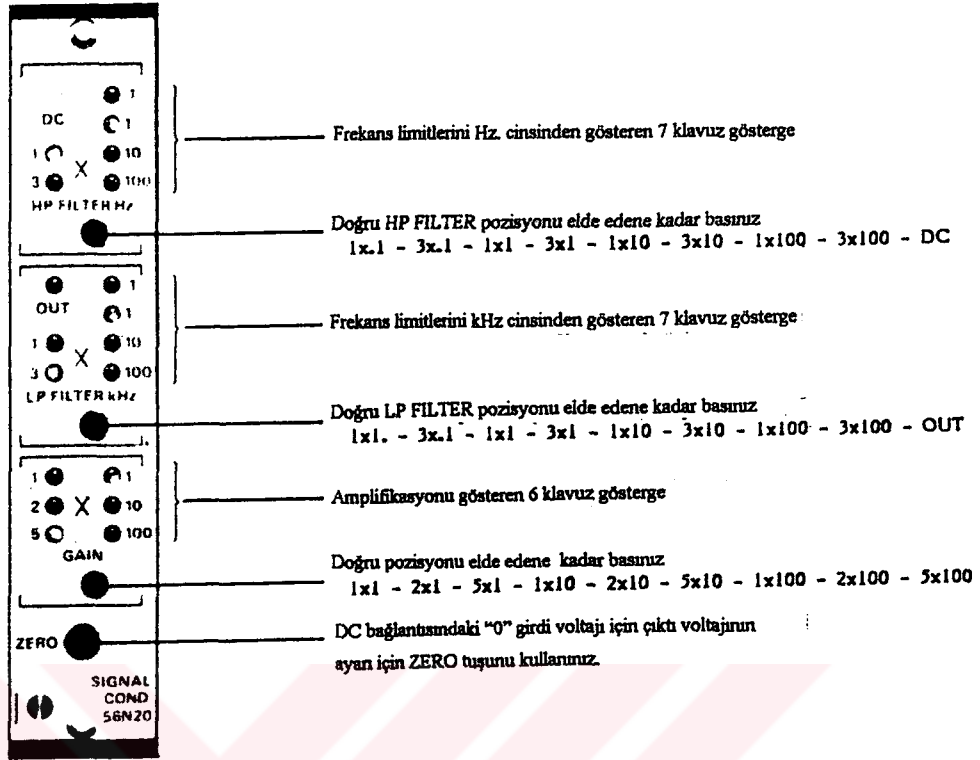
Bir AC sinyalinin doğru RMS değerini ölçer ve 6 input kanalına sahiptir. Bütün yuvalar ön panel üzerinden seçilebilir veya CTA interface yoluyla uzaktan kumanda edilebilir. Bir anemometre çıkış sinyalinin RMS değeri inceleme altındaki akımın türbilanslılığıdır[29, s: 8-11].

1.4.7. Paket Program

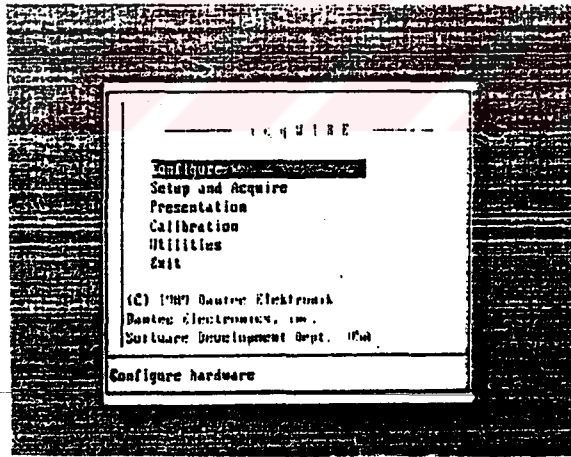
Bu araştırmanın kapsamında yapılacak ölçümler ve değerlendirmeler, sıcak-tel anemometreleri için yazılmış bir bilgisayar paket-programı olan Dantec'in acq WIRE soft-ware'i aracılığıyla yapılmıştır. Program IBM uyumlu bütün kompütürlerde kullanılabilir. Başlıca fonksiyonları şunlardır:

- Otomatik prob kalibrasyonu
- Kalibrasyon verilerinin hata analizleriyle birlikte çizimi
- Veri elde etme
- Prob voltajlarını hıza dönüştürme
- Hız vektörlerini laboratuvar koordinatlarına dönüştürme
- İstendiği anda tekrar yüklenebilen dataları dosyalayarak saklama
- Ortalama RMS ve ortalama square korelasyon yapabilme
- Türbilans yoğunluğunu ölçebilme
- Third-order cross moment hesaplayıp çizibilme
- Traversing (erişim) sistem kontrolü
- İki ve üç bileşenli hız ölçümleri için akım açısının görüntülenmesi.

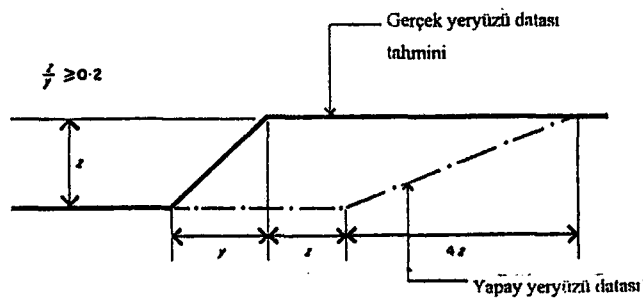
Programın ana menüsü beş alt menüye ayrılır (Şekil 1.91)[356, s: 1-8]:



Şekil.1.90. 56 N 20 sinyal kondisyoner ünite [34, s:9] ..



Şekil.1.91. acqWIRE ana menüsü [35, s:2].



Şekil.1.92. Bir yükselti yakınındaki yapay yüzey data'sının sapması [4, s:99].

- Configure
- Set-up and acquire
- Presentation
- Calibration
- Utilities

1.4.7.1. Configure

Sistem biçimlenmesinin gerçekleştirildiği menüdür. Ana-menüdeki configure seçeneği onaylandığında ekrana gelen alt-menü, bilgisayarla hard-ware'in bağlantısının tanımlamasını yapmak için kullanılır[35, s: 1-8].

1.4.7.2. Set-Up and Acquire

Gerçekleştirilecek olan ölçümlerin başlangıcından siyasal sonuçların elde edilmesine kadar ki gerçekleştirilecek işlemleri içerir. 6 alt menüsü vardır:

- Hard-ware check: A/D board ve traversing bağlantılarını kurmak için yapılan rutin işlemleri içerir.
- Set-up: CTA sistemin, problemlerin, traversing sistemin ve A/D board'ın organizasyonlarını gerçekleştirmek için kullanılır.
- Acquisition: Hava akımı altındaki probun çalışır durumda olup olmadığını veya akımdaki anlık hız değişimlerini on line monitör aracılığıyla eş zamanlı olarak gözlemlemek için kullanılır.
- Conversion: Deney sırasında elde edilecek ölçümlerin hangi türden sonuçlar olarak hesaplanması isteniyorsa, o seçeneklerin aktif hale getirilmesi için kullanılır. Bu seçenekler şunlardır;
 - Hız
 - Moment
 - Ters-moment
 - Spektrum

- Korelasyon
- Listing: Sonuçların dosyalandığı bölümdür.
- Quit: Set-up and acquire menüsünden çıkmak için kullanılır[35, s: 1-8].

1.4.7.3. Presentation

Saklanan bütün verilerin altı grafik tipinde veya listeler olarak sunulmasını gerçekleştirir. Ekranda aynı anda dört grafiği birlikte sunma özelliğine sahiptir. Kullandığı grafik tipleri şunlardır:

- Hız-zaman
- Hız-histogram
- Spektrum
- Korelasyon
- Auto-korelasyon
- Moment [35, s: 1-8].

1.4.7.4. Calibration

Bölüm 1.4.2.1.'de ve 1.4.6'da anlatıldığı gibi problemlerle ölçülen direkt hava akımının hızı değil, soğutma etkisidir. Bu sırada köprü ve lineariser tarafından üretilen voltaj ve hız değerlerinin arasındaki ilişki calibration file tarafından verilir. Oluşturulan kalibrasyon dosyaları, daha sonra tekrar kullanılmak veya yazıcıdan çıktısı alınmak üzere saklanabilir ve düzeltilebilir[35, s: 1-8].

1.4.7.5. Utilities

Paket program tarafından oluşturulan bütün dosyaların kuyruk isimlerine göre sınıflandırılmış kod isimlerini veren alt menüdür[35, s: 1-8].

1.4.7.6. Exit

Programdan çıkmak için exit seçeneği onaylanır[35, s: 1-8].

1.5.Üç Boyutlu Cisimler Üzerindeki Hava Akımlarının İncelenmesi

Bölüm 1.3.2.1.'de arazi pürüzlülüğünden doğan rüzgar hızı ve türbilans değişimleri incelenmişti. Zemin yapısı homojen ve aniden yükselen veya çukurlaşan bir arazi söz konusu değilse veya zemin pürüzlülüğünü oluşturan parçacıklar küçükse, rüzgar akımı üzerindeki etkileri de düzenli bir gradyan değişimi olarak özetlenebilir. Yani pürüzlülüğün yapı taşları homojenleştikçe hem sürtünme azalacak ve gradyan içindeki hız dağılımı düzenli olacak ve hem de oluşan girdaplar veya akım çizgileri daha basit ve kolay formüle edilebilir olacaktır. Bu bir anlamda iki boyutlu bir değerlendirme olarak da tanımlanabilir.

Bölüm 1.3.2.2.'de ise topoğrafik değişimlerin rüzgar üzerindeki etkileri gözlemlenmişti. Bu konuda yapılan çalışmaların daha çok rakım değerlendirmeleri üzerine yoğunlaştığı görülüyor. Meteorolojik ölçümlerin geliştirilmesinde kullanılan standart yüksekliğe irca formülleri de bu bağlamda değerlendirmelerdir. Şekil 1.92'de görüldüğü gibi hava akımının sıfır rakımından z rakımına çıkışı sırasında katettiği yol y kadardır. Ancak akımın düzenli hale gelişi ise $+4z$ kadar bir yolu daha katettikten sonradır[4, s: 98-101]. Kabaca $y+5z$ olarak kabul edilecek bu mesafeyi geçerken hava akımının göstermiş olduğu davranış zeminin üç boyutlu hale gelmesinin akım kompleksliği üzerindeki etkilerini gösterir. İşte bu üçüncü boyut etkisidir. Hava akımını karmaşık hale getirir.

Bugün aerodinamikçilerin araştırmalarını üzerinde yoğunlaştırdığı ve henüz yeni bir araştırma dalı olan rüzgar mühendisliğinin temel konusu bu üçüncü boyut etkileridir.

Son yıllarda tüm dünyada güncel hale gelen hava kirliliği problemi için kısa vadeli bir çözüm olarak görünen rüzgar etkilerinden yararlanmak için ya da yapılar ve yayalar üzerindeki rüzgarın istenmeyen etkilerinden korunmak için kalıcı çözümler gerekmektedir. Bu da ancak rüzgarın katı cisimlerle üçüncü boyutta hangi etki-tepki ilişkilerine girdiğini aritmetik eşitlikler haline getirerek gerçekleştirilebilir.

1.5.1. Çalışmaların Tarihçesi

Dünya bilim tarihi içinde, mimarı aerodinamik teriminin henüz yeni olmasına karşın, binalar üzerindeki ve çevresindeki rüzgar etkilerinden korunma veya yararlanma amaçlı ilk yapılaşmaların tarihi çok eskidir. Çoğu küçük yerleşmelerin konumu yerel rüzgar etkilerinin türüne göre belirmiştir. Henüz rüzgar tüneli

tekniklerinin veya aygıtlarının olmadığı zamanlarda, o günün planlamacıları kendilerinden önceki atalarının hatalarından ders alarak, bunları çoğunlukla en optimum şekilde değerlendirmişlerdir.

Tarihteki bu pasif iklimlendirme çalışmalarından bir kaç örnek verecek olursak; istenmeyen rüzgar etkilerinden korunma amaçlı bilinen ilk yerleşimlerden birisi M.Ö. 2000 yıllarında 12. hanedan yönetimindeki antik Mısır'ın Kahun kasabasıdır (Şekil 1.93). Bu kasabada, sıcak batı rüzgarlarının geldiği doğrultu boyunca, küçük hücreler şeklinde tutulmuş köle barınakları vardır. Daha yumuşak ve serinletici kuzey rüzgarlarını alan cephe boyunca ise asillerin geniş ve avlulu konutları vardır. Böylece rüzgarın istenmeyen etkileri köle barınakları tarafından göğüslenmiş ve efendilerin konutları konfor koşulları içinde tutulmuştur.

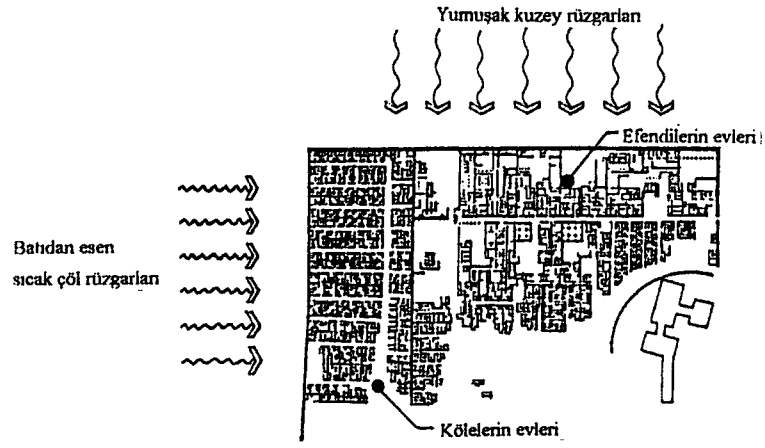
Chou hanedanından sonraki Çin hanedanları, Feng-Shui doktrinlerine bağlı olarak kasaba gelişimleri için bazı prensipler edinmişlerdir. Onun öğretilerinden mistik dogmalara dayanan yapılaşma yönetmelikleri türetmişlerdir. Binaların boyutları, şehir surlarındaki kapıların yönü, yerleşmelerin dağla akarsular arasına konumlandırılması... gibi. Bu çerçevede yapılaşmayı denetlemişlerdir. Ve yerleşmelerin etrafını rüzgardan, soğuktan ve düşmanlardan kendilerini koruyacak yapıdaki surlarla çevirmişlerdir (Şekil 1.94).

Aristo ise, M.Ö. 4. yy.'da "Meteorologica" ismiyle yazdığı eserinde bazı prensipler geliştirmiştir. Daha sonra Theophrastus'un katkılarıyla Antik Yunan'ın rüzgar gülü doğmuştur (Şekil 1.95).

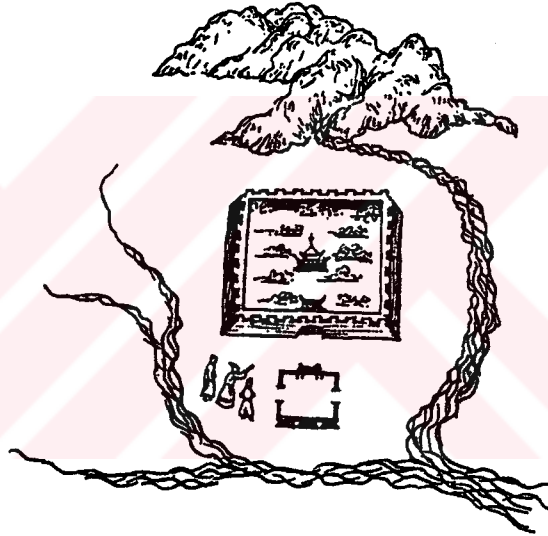
Benzer örnekler Roma yerleşimleri, İspanyol kolonileri, Japon mimarisi, Hindu ve Mısır evleri için de geçerlidir [4, s: 1-11].

Rönesans yıllarında 1667'de Leonardo da VINCI'nin rüzgarla ilgili çalışmaları ilk defa bilim olarak ele aldığı görülüyor. "Del moto e misura dell'acqua" isimli eserinde çalışmalarını topladı (Şekil 1.96). Daha sonra 18. yy.'da NEWTON hava hareketinin akımıyla ilgili kendi yasalarını ortaya koyarken, çağdaşı BERNOULLI de "Hydrodynamica" isimli eserinde kendi bulgularını açıklıyordu. 19. yy.'da VENTURI bir tüp kesitten geçerken hava akımının oluşturduğu türbilanslı akımları inceledi. Daha sonra NAVIER, EULER'in "Viskositesiz eşitliği" üzerinde çalıştı ve STOKES bu çalışmalar üzerinde son değişiklikleri yaparak, NAVIER-STOKES eşitliği olarak anılan viskosite katsayısının terimlerindeki hareket eşitliklerinin türevini aldı[4, s: 25-27].

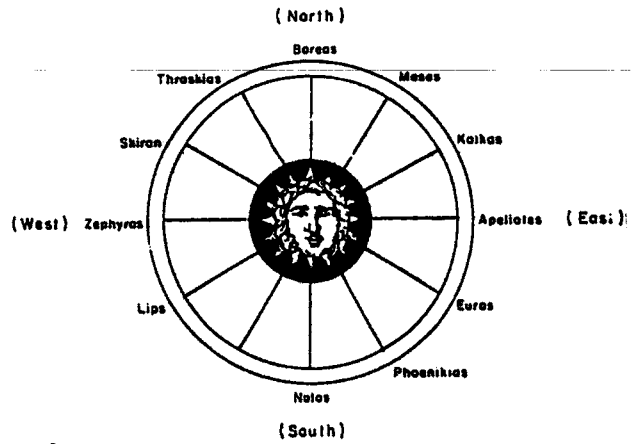
Bu konudaki en önemli buluşu belki de REYNOLDS yaptı. Reynolds, kendi ismiyle Reynolds sayısı olarak anılan boyutsuz bir parametrenin, laminar akımdan,



Şekil.1.93. M.Ö. 2000 yıllarında Kahun kasabasının yerleşim planı [4, s:2].



Şekil.1.94. Kuzeydeki dağ sıraları ile güneydeki akarsular arasına yerleşmiş bir Çin kasabası [4, s:3].



Şekil.1.95. Aristo ve Theophratus'un Yunan rüzgar gülü [4, s:4].

türbilanslı bir akıma geçiş sırasındaki etkisini ortaya koydu Reynolds sayısı, birim kütlenin bir molekülü üzerindeki atalet kuvveti olarak adlandırılabilir. Bu durumda küçük bir Reynolds sayısı büyük bir viskositeyi çağrıştırır (Şekil 1.97):

$$Re = \rho V L \mu \quad (1.19)$$

Re = Reynolds sayısı

ρ = basınç

V = Rüzgar hızı

L = Uzunluk

μ = viskosite katsayısı [11, s: 20].

Ludwing PRANDTL (1875-1953) tarafından yapılan deneyleri geliştiren öğrencisi Von KARMAN sınır tabakadaki hız dağılımları üzerine edinmiş olduğu bilgileri geliştirerek bir silindirin arkasında oluşan girdap dizilerini buldu (Şekil 1.98).

1903 yılında Cambridge College'de, Napier SHOW'un çalışmalarıyla vantilasyon konusu gündeme geldi. Onu American Society of Heating and Ventilating Engineer (A.S.H.V.E.)'in çalışmaları izledi. Bu kuruluş araştırma çalışmalarının raporlarını 1924-1933 arasında düzenli olarak yayınladı. 1950 yılından itibaren akışkan dinamikleri üzerine yapılan araştırmalarda B.R.S İngiltere'de aktif bir rol oynamaya başladı[4, s: 28].

Bu gelişmeler etrafında mimari aerodinamik ve rüzgar mühendisliğinin çalışma alanları ortaya çıktı. Rüzgar mühendisliğinin yapılara yönelik çalışmaları, köprüler, endüstri yapıları ve binalar üzerindeki, statik ve dinamik rüzgar etkilerini incelemek ve rüzgar yükünden dolayı oluşan hasarlara karşı yapıların statik dengelerinde önlemler almaktır[6, s: 92].

Mimari aerodinamik ise rüzgar yüklerinin yol açtığı etkileri referans olarak ele almakla birlikte hava akımının yapılar çevresinde veya içerisindeki biçimlenişinin kullanıcılar üzerindeki etkileri konusunu da içerecek şekilde çalışma alanını genişletmiştir[4, s: 1].

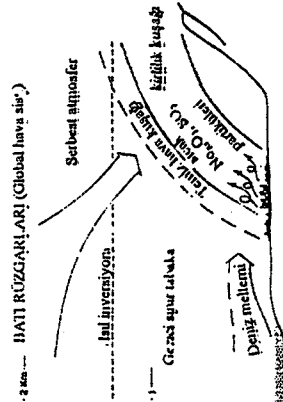
1.5.2. Yerleşmeler Üzerinde Hava Akımı Etkileri

20. yy.'da şehirleşmenin büyük alanlara yayılır olmaya başlaması ve metropollerin doğmasıyla birlikte, çevre problemleri de büyümeye başladı. Gelişen insan gereksinimleri sonucunda endüstri yapılarının, ulaşım sistemlerinin ve binaların ısıtma sistemlerinin neden olduğu hava kirliliği konusunda büyük önem kazandı. Bunun üzerine pasif iklimlendirme yöntemleriyle doğal hava akımlarının kullanımı önemli bir hale geldi. E.A. RODRIGUEZ ve F. ALLARD'ın raporları pasif iklimlendirme konularında tasarımcılara bazı tavsiyeler yaparak, hava kirleticilerine karşı alınabilecek tasarım önlemleri konusunda onları uyarmaktadır[36, s: 147-157]. Hava kirliliğinin en önemli nedeni atmosferdeki inversion tabakasıdır. Şehirlerden çıkan kirli hava sıcak olması nedeniyle dikey doğrultuda yükselir, en az kendi ısısına eşit bir ısı tabakasına rastladığı zaman ise yükselişini durdurur. Şehir kirli hava üretmeye devam ettiği sürece, eğer sınır tabaka içindeki hava akımı, zeminle inversion tabakası arasındaki kirli havayı sürükleyecek yeterli hızda değilse, şehir üzerinde kirli hava sürekli birikir. Tipik bir sahil yerleşmesi olan Atina üzerinde bu sınır tabaka oluşumunun örneği K. BOUCKER tarafından ortaya koyulmuştur. (Şekil 1.99) [37, s: 637-645]. G. ESCOURROU ise Paris'in yerleşimi üzerinde kirliliğin hava akımıyla ilişkisini ortaya koyuyor (Şekil 1.100). Bu çalışma da şehir yerleşmesi içindeki oluşumların hakim rüzgar yönüne göre ayarlanmasının önemi anlatılıyor ve hakim rüzgarın geliş yönü doğrultusunda az kirlilik üreten yapıların yerleştirilmesi, en fazla kirlilik üreten yapıların ise bu doğrultu boyunca şehirlerin akışlarına yerleştirilmesi öneriliyor. Böylece hiç olmazsa şehrin bir kısmı kirli atmosferden kurtarılacaktır[38, s: 673-676]. Kuala Lumpur, Malezya'daki bronşit vakalarıyla, hava kirliliği arasında istatistik ilişkiler kuran S. AHMAD da, G. ESCOURROU ile aynı kanıya varıyor ve şehrin çeşitli bölgelerinde kirlilik artışlarıyla, bronşit vakaları arasındaki doğru orantılı ilişkiyi bir kanıt olarak sunuyor (Şekil 1.101) [39, s: 775-790].

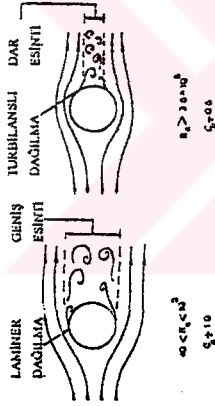
Ülkemizde de meteorolojik parametrelerin hava kirliliği ile ilişkisini inceleyen bir çok araştırma yapılmıştır. Bu konuda Kayseri'de bir araştırma yapan U. ÖZER ve Ş. KARTAL [40, s: 57-91] kış aylarında artan hava kirliliğinin, rüzgar hızıyla ilişkisini ortaya koyuyorlar (Şekil 1.102, 1.103). Aynı konuda BURSA için bir araştırma projesi yapan U. ÖZER, M. CEBE ve M. GÜNEŞ, [41, s: 33-52] elde ettikleri aylık ortalama kirlilik değerleriyle, (Şekil 1.104, 1.105) bu değerlerin meteorolojik parametrelerle ilişkili değişimlerini ortaya koydular. En kirli aylardan olan Aralık için rüzgar hızı ile, kirliliğin değişimi şekillerde görülüyor. M. GÜNEŞ bu proje kapsamındaki kendi Y. Lisans tezinde bu konuyu açmıştır[42, 36-39]. Ankara'da



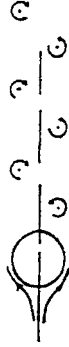
Şekil.1.96. Leonard da Vinci'nin, dağılma bölgelerindeki girdap oluşumlarını gösteren eskizleri [4, s:25]



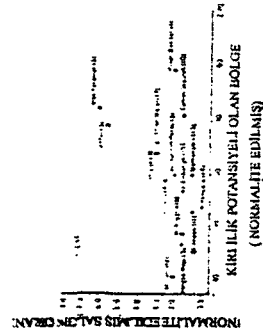
Şekil.1.99. Atina'nın kentsel sınır tabakasının şematik olarak gösterilişi [37, s.638].



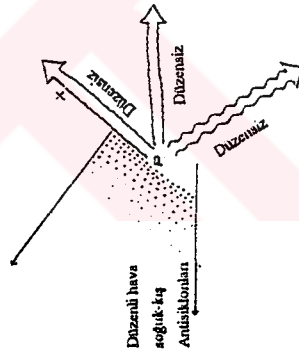
Şekil 1.97. Farklı Reynolds sayıları için bir silindirin arkasındaki akım kalıpları [7, s:74].



Şekil.1.98. Bir silindirin arkasındaki
girdap serpintileri [11, s:28].



Şekil. 1.101. 1979-1985 yılları arasında Kuala Lumpur'daki bronşit salgını oranları ile kirlilik potansiyeli olan bölgelerin karşılaştırması [39, s.788].



Şekil. I.100. Paris için kirlilik ve atmosferik sirkülasyon [38, s:674].

yaptıkları ölçümlerin sonuçlarını değerlendiren N.K. ARAS ve Y.K. TULUNAY'da [43, s: 9-23] rüzgar hızıyla hava kirliliği arasındaki güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır (Şekil 1.106).

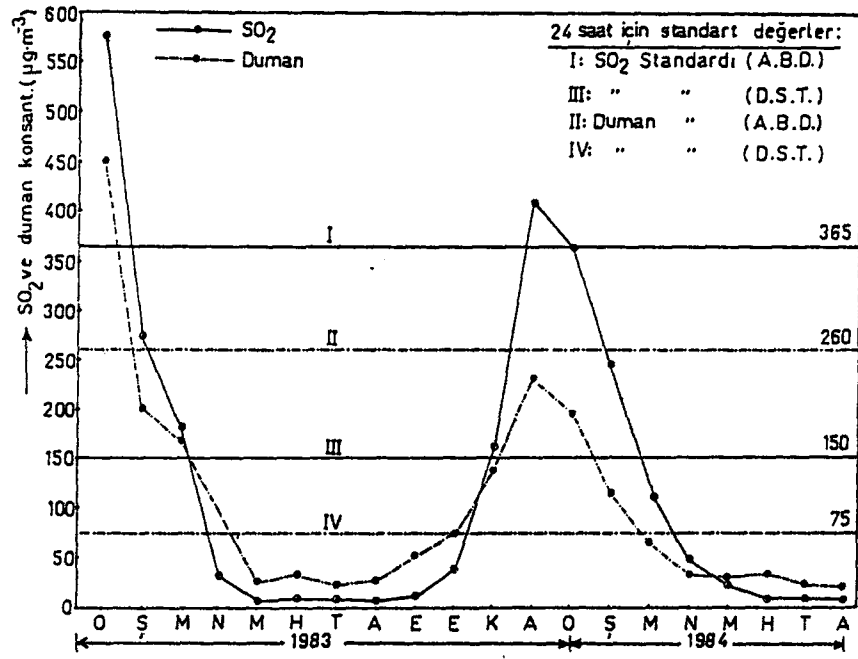
Yerleşme ölçeğinde hava akımlarını optimize etme isteğinin bir başka nedeni ise özellikle sıcak iklim bölgelerindeki vantilasyon gereksinimidir. Bitişik nizam yapılaşmaların yoğun olduğu bölgelerde binalar arasındaki sokaklar kanyon etkisi yapmaya başlayacaktır. Sokak uzunluğuyla küçük açılar yaparak, gelen hava akımları bir süre sonra sokak tarafından yönlendirilecek ve hava koridorları oluşacaktır. Sokak doğrultusuna büyük açılar yaparak (90° 'ye doğru) gelen hava akımları ise üç temel davranış gösterirler;

- Eğer binalar arasındaki mesafe çok büyükse, binalar rüzgar karşısında birbirinden bağımsız birer engel görevi yapar. Birinci yapı sırasını aşan akım tekrar zemine iner, ilerler ve ikinci yapı sırasının üzerinden aşar. Buna bağımsız pürüzlülük akımı denir.
- Bina dizileri birbirine yakıncaysa, hava akımı önce birinci engeli aşar, zemine doğru inerken yatayda da ilerlemekte olan akım zemine varamadan ikinci engele çarpar ve tekrar yükselerek ikinci engel üzerinden aşar. Bu tip akımlar, girişim akımları olarak adlandırılır.
- Bina dizileri birbirine çok yakınsa, hava akımının ancak çok küçük bir bölümü binalar arasına sızarak girdaplar oluşturur. Asıl akım ise engelleri aşarken, boşluklar üzerinde salınım yaparak esip geçer. Bu tip akımlar ise seken akımlardır (Şekil 1.107).

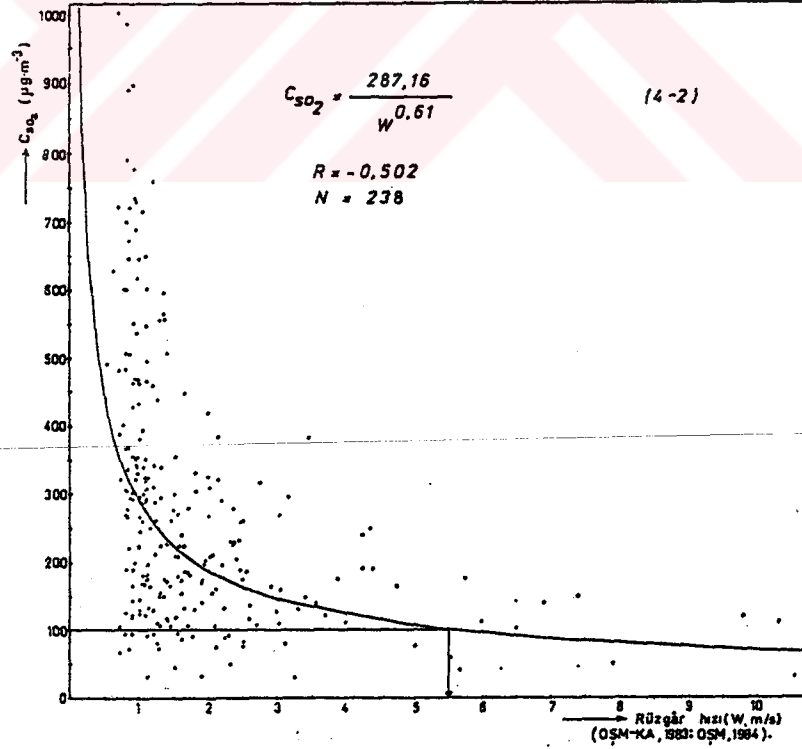
Eğer bina dizileri, birbirlerine bundan daha fazla yaklaşırlarsa, hava akımı bina kümelerini bir topoğrafya yükseltisi gibi algılayacak ve yeni bir hız gradyanı oluşturacak, üzerlerinden esip geçecektir. (Şekil 1.13, 1.14)'de olduğu gibi...

Hava akımıyla şehir kanyonlarının etkileşimi için; binalar arasındaki mesafe (W), bina yüksekliği (H) ve kanyon uzunluğuna (L) bağlı olarak orantısal bir inceleme yapan HUNTER, WATSON ve JOHNSON, OKE'nin prensiplerinden hareketle kanyon geometrisinin hava akımıyla etkileşimini ortaya koydular (Şekil 1.108, 1.109)[44, s: 315-324].

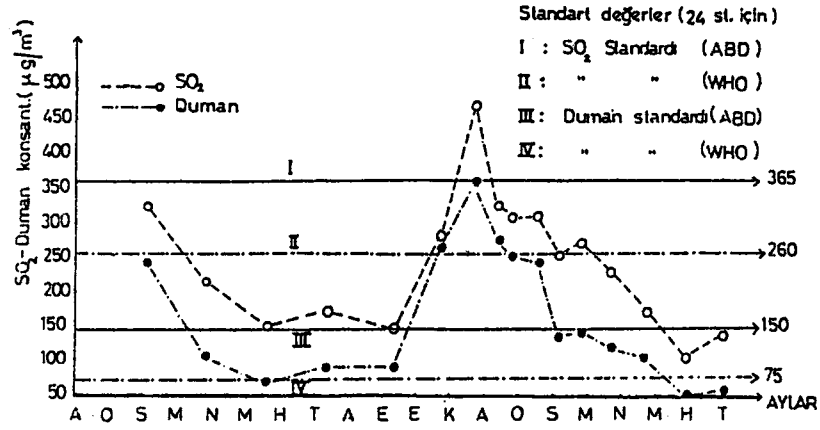
Hava akımı etkilerinden yararlanma amaçlı planlama kriterlerinin yanısıra, korunma amaçlı planlama kriterleri de geliştirilmiştir. Özellikle soğuk iklim bölgelerinde ve şiddetli rüzgar esintileri etkisi altındaki yerleşme bölgelerinde bu istek



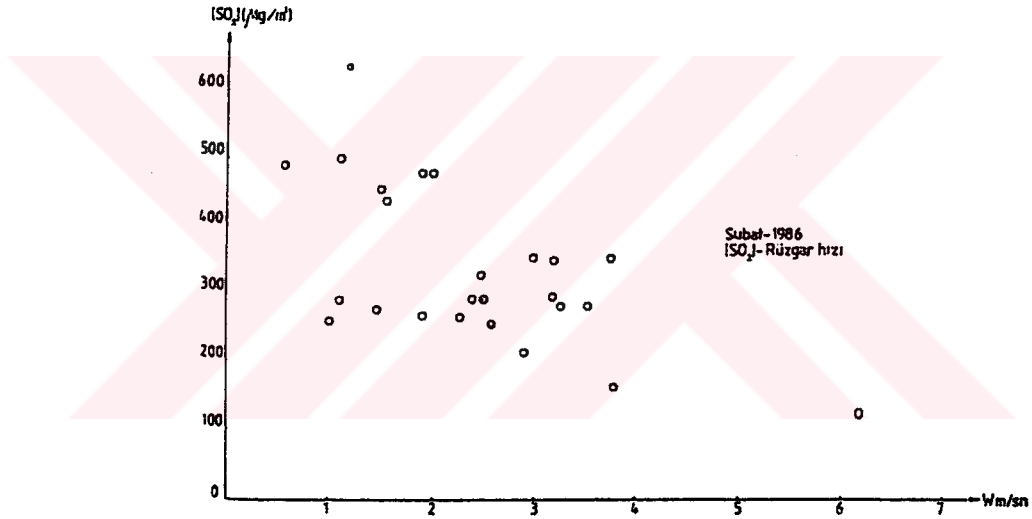
Şekil.1.102. Aylık ort. SO₂ ve duman konsantrasyonları (Kayseri) [40, s:45].



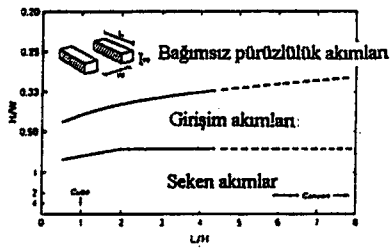
Şekil.1.103. SO₂ konsantrasyonları ile rüzgâr hızı arasındaki ilişkiler (OŞM-KA, 1983; OŞM-KA, 1984) [40, s:58].



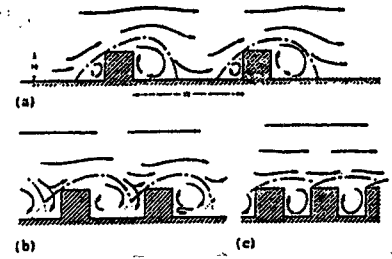
Şekil.1.104. İstasyonlara göre ort. duman konsantrasyonları ile bunlara karşılık gelen ort. SO_2 konsantrasyonları [41 s:26].



Şekil.1.105. Şubat 1986'da gözlenen SO_2 konsantrasyonlarının rüzgar hızlarına bağlı olarak değişimi [41, s:26].



Şekil.1.106. 1974-1975 kış ve 1975-1976 kış şehir dönemlerinde Ankara-ODTU'de gözlenen SO_2 konsantrasyonlarının rüzgar şiddetine bağlı olarak değişimi [43, s:44].



Şekil.1.107. (H/W) ve (L/H) H/W oranlarının fonksiyonu olarak şehir kanyonlarındaki akım rejimleri için eşikler [44, s:316].

ön plana çıkar. Bu amaçla kullanılan elemanlara rüzgar kırıcılar denir. Başlıca dört rüzgar kırıcı vardır:

- Hakim rüzgar yönünde yapılan sık ağaçlandırmalarla oluşturulan rüzgar kırıcılar
- Bahçe duvarı, çit, çatı vb. lineer engellerle oluşturulan rüzgar kırıcılar
- Ormanlar da iyi birer rüzgar kırıcılardır
- Tüm bu tiplerin kombinasyonlarıyla yapılan kompleks tipler

T. HORIKOSHI, T. TSUCHIKAWA ve Y. KOBAYASHI, rüzgar etkilerinden korunmanın çok önemli bir pasif iklimlendirme parametresi olduğu Japonya'dan bu konuda örnekler veriyor (Şekil 1.110, 1.111)[45, s: 305-315].

Rüzgarın bir diğer önemli etkisi olarak yangın yayılımı etkisinden de söz etmek gerekir. Özellikle yapıların birbirleriyle yakın ilişkide olduğu bitişik nizam yerleşmelerde bu konu büyük önem taşır. Bunun yanı sıra tek bir binanın rüzgar üstü cephesindeki pencere, balkon kapısı, havalandırma vs. boşluklardan giren rüzgar akımı, alevlerin üst katlara taşınmasını da hızlandıracaktır (Şekil 1.112)[46, s: 53].

1.5.3. Yapılar Üzerinde Hava Akımının Etkileri

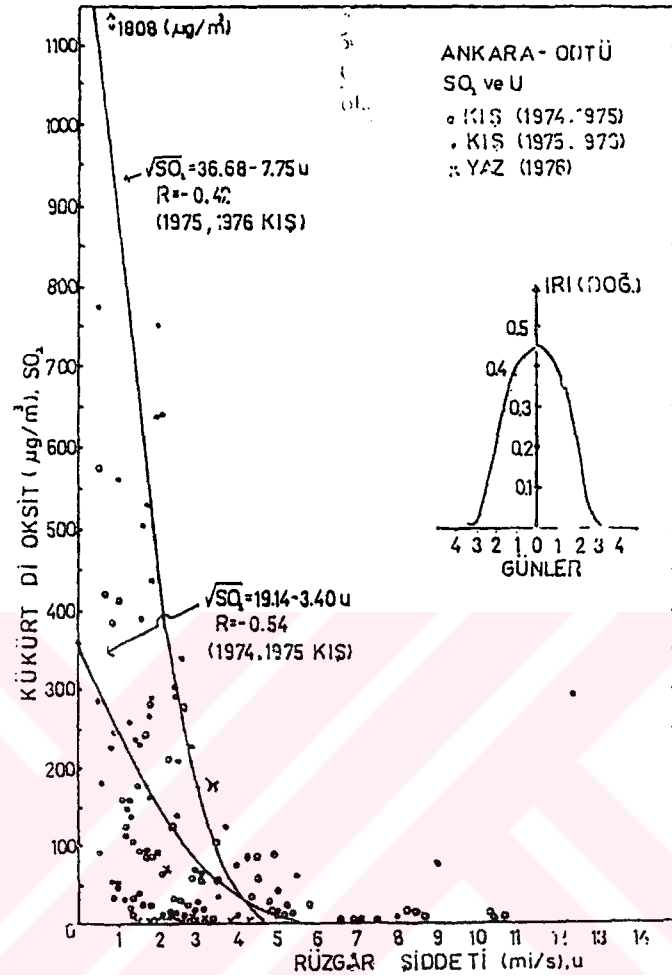
Çevre ölçeğinden, yapı ölçeğine inildiğinde, rüzgar üzerine yapılan araştırmalar bölüm 1.5.1.'de anlatıldığı gibi iki uzmanlık alanında ilerler:

- Rüzgar mühendisliği
- Mimari aerodinamik

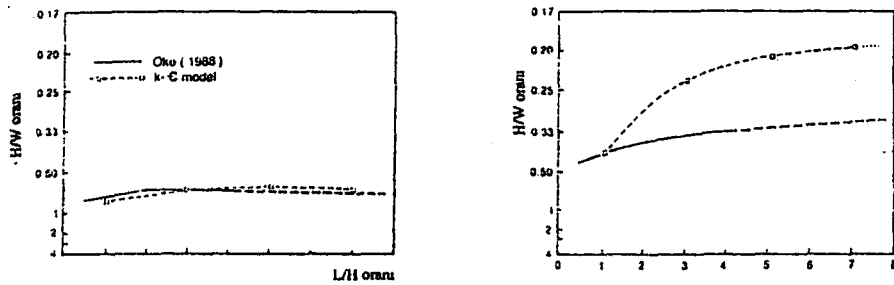
Rüzgarın, yapılar statik dengeleri üzerindeki etkilerini inceleyen rüzgar mühendisliği temelde iki parametre kullanır:

- Statik etkiler
- Dinamik etkiler

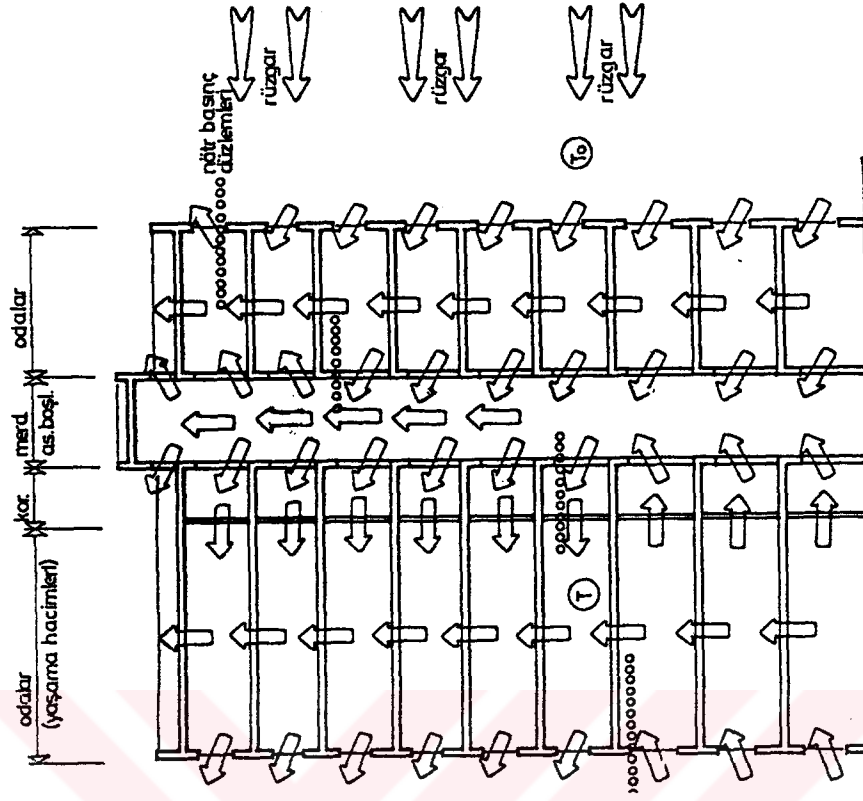
Statik etkiler, yapıların dış duvarlarında oluşan basınç, emme, sürüklenme kuvveti, kaldırma kuvveti ve momentlerdir. Bunlar konstrüksiyonu oluşturan malzemelerden, kütle yayılışından, iç mekanların biçimlenmesinden bağımsız olarak,



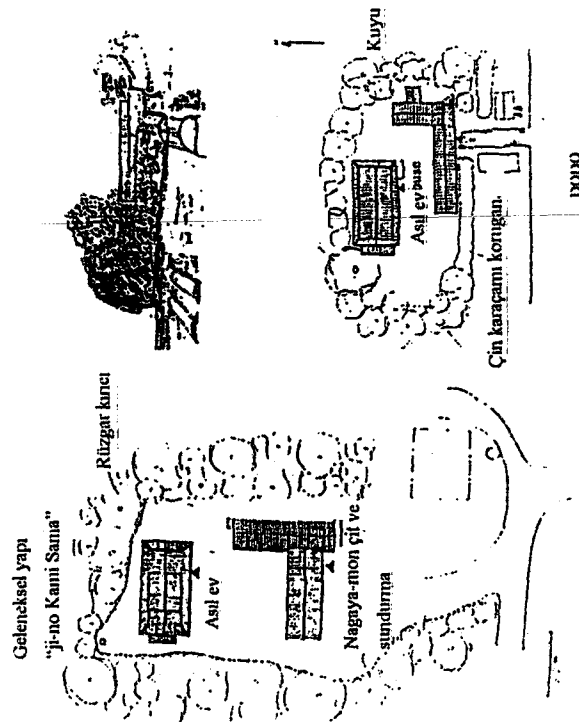
Şekil.1.108. Farklı kanyon (H/W) oranları ile ilgili olarak akım rejimlerinin değişimi [44, s:316] ..



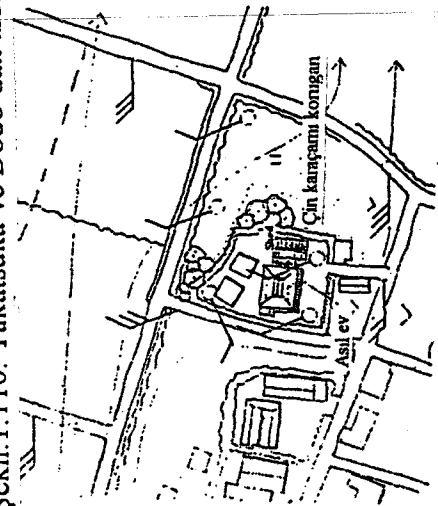
Şekil.1.109. Şehir kanyonlarındaki; a)Seken akımdan, girişim akımlarına ve b) Girişim akımlarından, bağımsız pürüzlülük akımlarına dönüşüm için H/W değeri eşikleri [44, s:323] ..



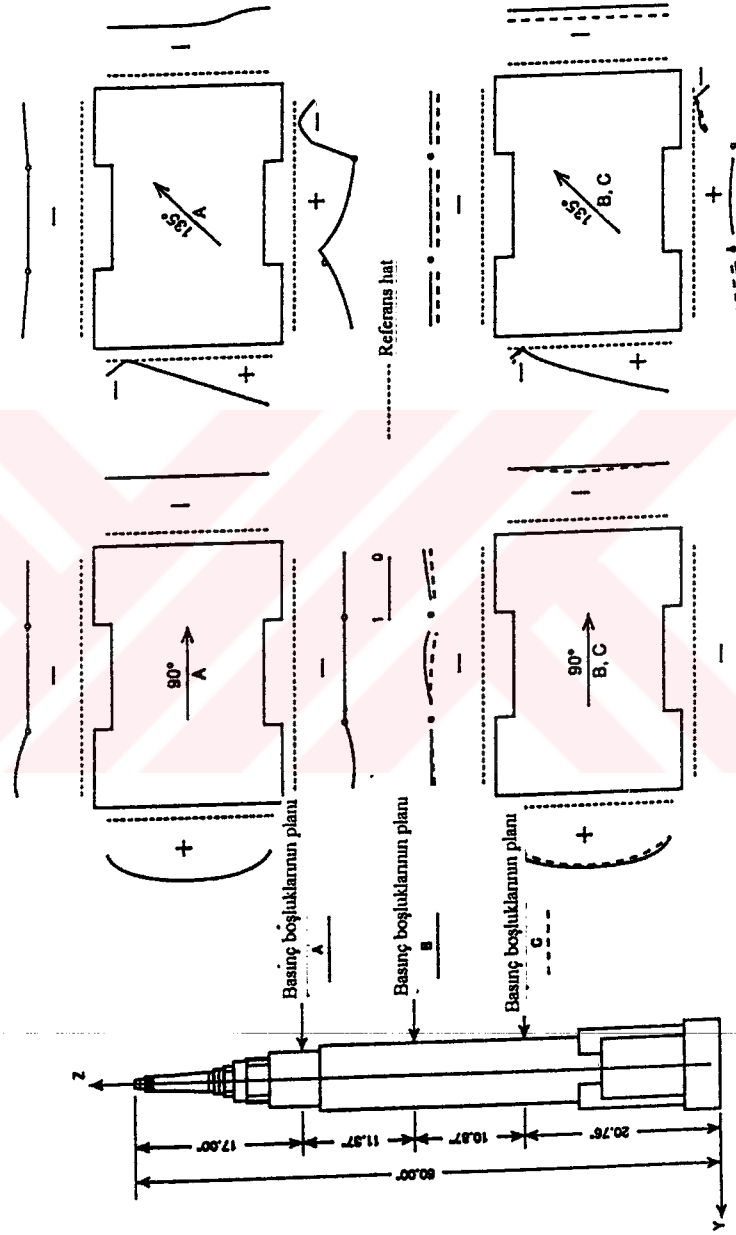
Şekil.1.112. Bina kesitinde, basınç farklarından ve rüzgar kuvvetinden doğan iç ventilasyon hareketleri [46, s:32].



Şekil.1.110. Takatsuka ve Dodo'dan izole edilmiş bina örnekleri [45, s:311].



Şekil.1.111. Rüzgarın ve kuvvetinin Yonuze'deki bir ev etrafında dağılımı [45, s:312].



Şekil.1.113. Normal aksında veya eğimli olarak gelen rüzgar akımı koşulları için basınç katsayısının dağılımı [47, s:3].

rüzgarın yapısına, hıza, binaların dış biçimlenmesine ve yakın çevre biçimlenmesine bağlıdır.

Dinamik etkiler ise, rüzgarın şiddetine ve yönündeki değişimin genliğine ve frekansına bağlıdır. Dolayısıyla rüzgar yapısının fonksiyonudur. Yapı etkisi altında olduğu rüzgarın frekansı ile rezonansa girerse yani eş zamanlı olarak titreşirse, titreşimlerin genliği giderek büyür ve yapı deforme olur. Bu bakımdan yapı strüktürünün dengesinin statik açıdan korunması için özellikle yüksek yapılarda ve uzun asma köprülerde çok ciddi önlemler alınması gerekir[7, s: 44-53].

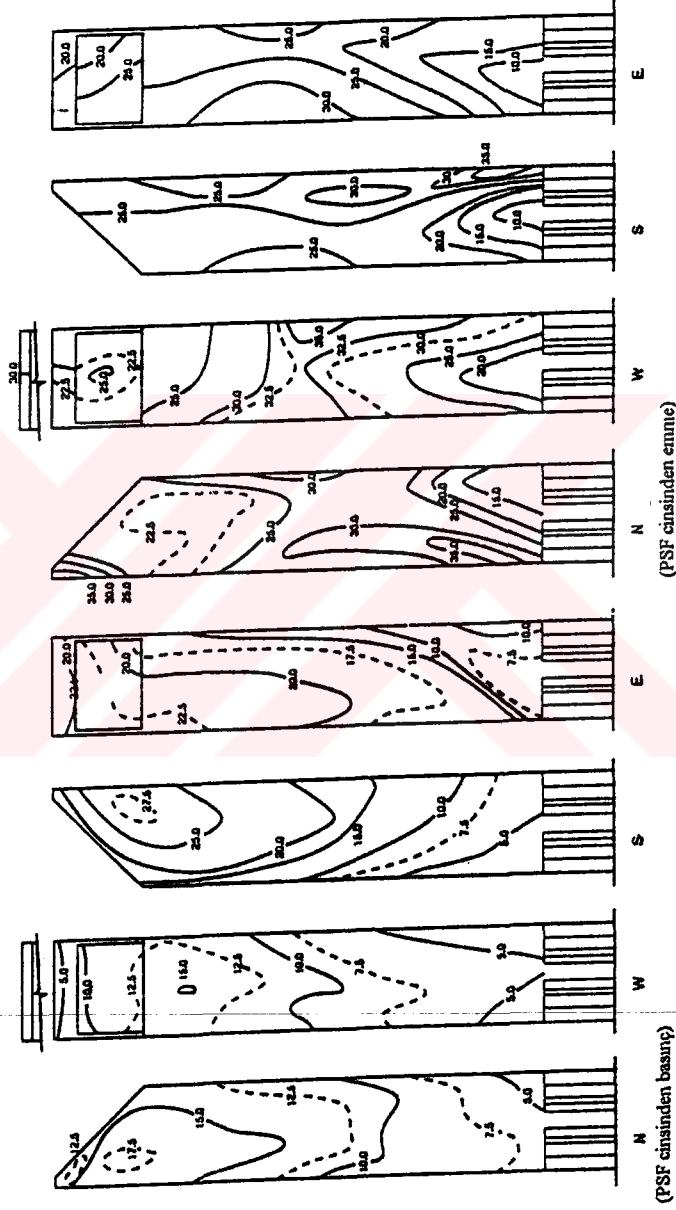
Dünyanın gelişmiş ülkelerindeki metropollerde ve özellikle ABD.'nin New York ve Chicago kentlerinde yaygın olan yüksek binalarda rüzgar yüklerinin incelenmesi amacıyla rüzgar mühendisliğinin bir alt kolu olarak, yüksek binalar üzerinde rüzgar mühendisliği doğdu. bu alanda yapılan çalışmaların bir özetini sunan A. BASKARAN'ın makalesinden dünyanın en yüksek binası olan Sears Tower (443 m), Chicago gökdeleninin 1/400 maketi üzerinde yapılan rüzgar tüneli düzeylerinin ve Empire Stage (381 m), New York üzerinde yapılan bire bir ölçümlerden iki örnek Şekil 1.113, 1.114'de sunuluyor[47, s: 1-19].

Mimari aerodinamik ise, binalarla rüzgar arasındaki ilişkileri yukarıda anlatılan strüktürel ilişkilere ek olarak çevresel ilişkiler bakımından da inceler. Bu çevresel ilişkiler; Doğal vantilasyon, binalar etrafındaki uzay parçalarındaki rüzgar etkileri ve bu etkiler altındaki yayaların konforu, rüzgar kaynaklı gürültü, bina servisleri (duman ve buhar atıkları açısından), yangın yayılımı üzerindeki etkileri ve havalandırmaların giriş ya da çıkış kanalları üzerindeki rüzgar etkileri olarak özetlenebilir[4, s: 1,150].

Bölüm. 1.5.2.'de yerleşme ölçeğinde hava akımları incelenirken, bina grupları üzerindeki rüzgar etkilerine de kanyonlarla bağlantılı olarak bir giriş yapılmıştı. Bina boyutlarıyla hava hareketlerinin etkileşimi sırasında sayısal ilişkilerin kurulabileceği mantığından hareketle bu konu açılırsa, özellikle kritik yapılaşma şekilleri olan $b/h < 1$ ve $b/h > 4$ durumları şöyle özetlenebilir:

h = bina yüksekliği $h = h_1 = h_2$

b = binalar arası mesafe



Şekil. 1.114. 50 yıllık bir periyotta istatistiği yapılan emmelerin ve dış basınçların tahmin edilen azami konturları [47, s:14].

$$b/h \leq 1$$

$b \leq h$ durumu için;

Binalar arasında yavaşça dönen girdaplar ve binalar üzerinde esen "seken akımlar" vardır. Bu durum binaların birbirlerine bakan cepheleri arasında rüzgarın istenmeyen etkilerinden korunma ama istenen etkilerinden de yararlanamama etkisi doğurur.

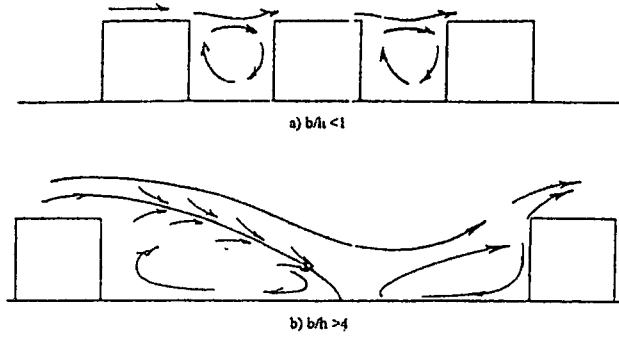
$$b/h > 4$$

$b > 4h$ durumu için ise;

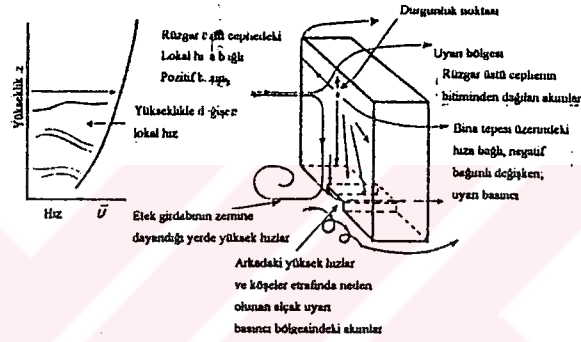
Binalar arasındaki mesafe büyüktür ve rüzgar akımının öndeki binayı geçtikten sonra tekrar zemine ulaşırken, ikinci binanın ön cephesi boyunca yükselmeye başlamasıyla girişim akımları oluşur. Bu etkileşim sırasında, öndeki binanın rüzgar gölgesi bölgesinde güçlü bir emiş ve arkadaki binanın rüzgar üstü bölgesinde daha küçük bir emiş ve dolayısıyla girdaplar oluşur (Şekil 1.115) [11, s: 210-221].

Binalar üç boyutlu cisimlerdir ve bir başka üç boyutlu cisimle ya da yeryüzüyle temas etmeyen tüm bitiş noktalarının etrafından hava akımının geçişine izin verirler. Bu geçişler sırasında oluşan etkileşimleri inceleyen MELBOURNE, zemin düzeyinde yükseltilmiş hızlara neden olan iki mekanizmanın yani basınç alanının varlığını ortaya koymuştur (Şekil 1.116)

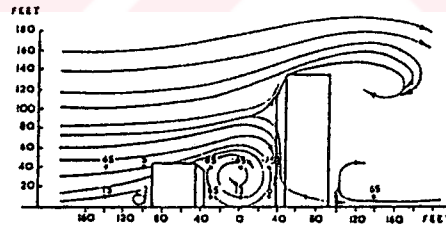
Birinci tip akım, bir binanın rüzgar üstü cephesi üzerinde yükseklikle birlikte artar ve yerel rüzgar dinamik basınca da bağlı olan basınç tipleri tarafından oluşturulur. Burada, yükseklikle birlikte artan bir basınç gradyanı vardır. Ortaya çıkan bu basınç gradyanı, yaklaşık olarak bina yüksekliğinin % 80'i kadar bir yükseklikteki durgunluk noktasından itibaren akımı dikey olarak zemine doğru bina cephesi boyunca iter. İtilen akım, bina ile zeminin birleştiği köşede tıpkı bir kartopu gibi kendi etrafında dönerek büyür ve bina eteğinde bir kararlı girdap oluşturur. Bunlara etek girdapları denir. Etek girdapları binanın ve yeryüzünün bu bölümlerinde yüksek rüzgar hızlarına neden olurlar. Silindirik binalar veya buna yakın hatlar taşıyan binalar, yanal akımları arttırırken güçlü dikey akımlar oluşturmazlar. Yani dikdörtgensel ve iç bükey binalar, bina yüksekliğiyle de doğru orantılı olarak, güçlü dikey akımlar ve dolayısıyla büyük etek girdapları oluştururlar. Rüzgar üstü binaların biçimlenmeleri bu akım için kritik olabilir. Çünkü, kötü koşullar altında, rüzgar üstü alçak bir binanın, arka tarafındaki girdaplar biraz gerideki büyük binanın ön cephesindeki girdapları büyütebilir. Böylece Şekil 1.117 ve 1.118'de görüldüğü gibi uzun binanın eteğinde



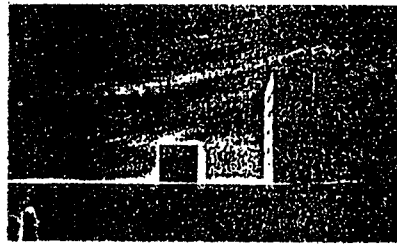
Şekil.1.115. Bina dizilerine normalden gelen akımın krokisi [11, s:219].



Şekil.1.116. Bir bina etrafındaki akım alanları [4, s:15].



Şekil.1.117. Uzun bir binanın rüzgar üstü bölgesindeki, alçak bir bina ve oluşan akım ve hız dağılımı [48, s:18].



Şekil.1.118. Üst şekildeki bina grubu için yapılmış bir akım vizüalasyonu [48, s:18].

yüksek rüzgar hızları oluşur. Şekil 1.119'da ise etkileşimlerin istatistik ve orantısal açıklaması yapılıyor[4, s: 150-179 , 48, s: 16-21].

İkinci tip akım ise, alçak basınç bölgesi (rüzgar altı cephe ve kenar cepheler) ile rüzgar üstü ön cephenin etekleri (yüksek basınç bölgesi) arasındaki basınç farklarından kaynaklanır. Akım bu iki bölge arasında arkadlardan (pasaj) direkt olarak geçerek veya köşeler etrafından dönerek geçip çok yüksek yerel rüzgar hızlarına neden olabilir. Alçak uyarı basıncı üst serbest sınır boyunca oluşan hıza bağlıdır. Serbest akımın hızı, kolayca anlaşılabileceği gibi bina yüksekliğinin üstündeki akımın hızıdır. Dolayısıyla bina yüksekliği arttıkça uyarı basıncı da azalır ve pasajların içinden veya köşelerden dolaşan hızlar yükselir. Bu yükselişler hız oranına da bağlıdır (Şekil 1.120). Bir genelleme yapılırsa uyarı basıncına bağlı problemlerin kontrolü çok zordur. Çünkü bu basınç, kolayca değiştirilemez[4, s: 150-179].

Bina-rüzgar etkileşimi sonucunda, oluşan akım çizgilerinin orantısal ilişkileri, ölçekleme uzunluğu olan (R)'ye bağlı olarak WILSON tarafından şöyle ifade edilmiştir (Şekil 1.121);

$$R = B_s^{0.67} B_L^{0.33} \quad (1.20)$$

$R =$ Çatı akımları için ölçekleme uzunluğu

$B_L =$ Rüzgar üstü bina cephesinin iki boyutu olan H (yükseklik) ve W (genişlik) değerlerinden en büyük olanı

$B_s =$ Rüzgar üstü bina cephesinin iki boyutu olan H ve W değerlerinin en küçük olanı

$$B_L > 8 B_s \text{ ise } B_L = 8 B_s \text{ kabul edilir.} \quad (1.21)$$

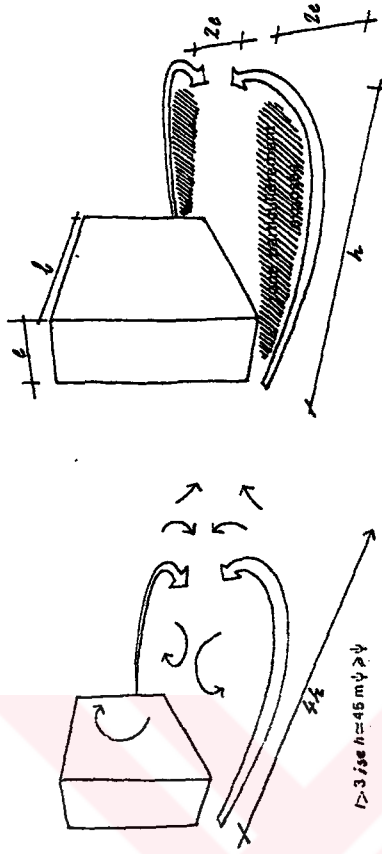
Böylece kabul edilmiş olan;

$H_c = 0.22 R =$ Çatı girdabının bina yüksekliğinden sonraki max. yüksekliği

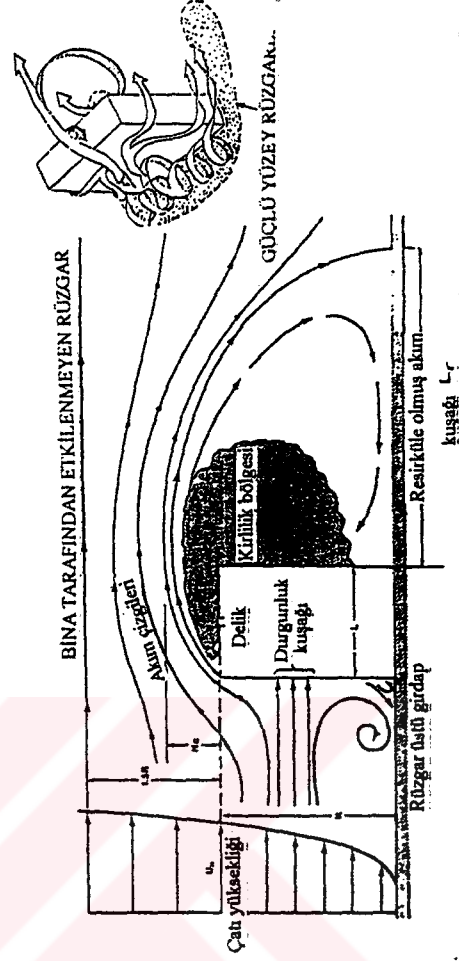
$L_r = 1.0 R =$ Resirküle akımın bina arka cephesinden sonraki max uzunluğu
değerler yerine koyularak,

$$H_c = 0.22 (B_s^{0.67} B_L^{0.33}) \quad (1.22)$$

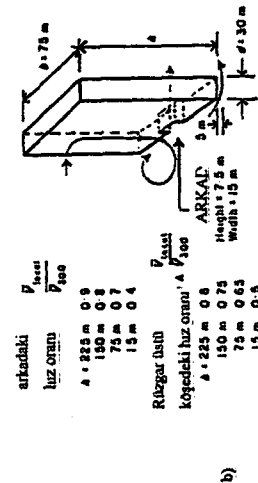
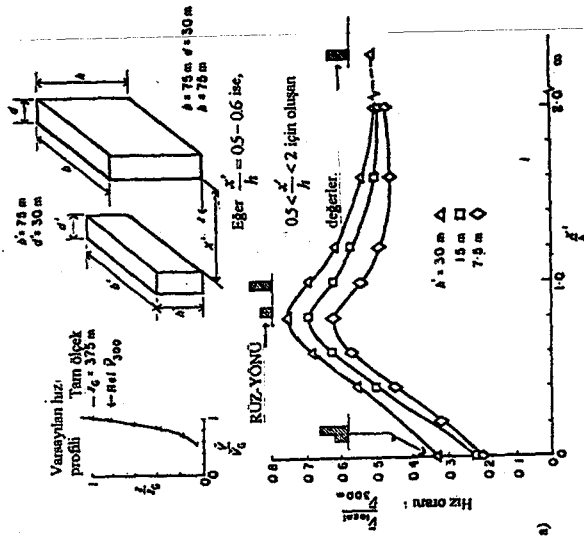
$$L_r = 1.0 (B_s^{0.67} B_L^{0.33}) \quad (1.23)$$



Şekil.1.120. Binaların rüzgaraltı cephelerindeki yeryüzü seviyesindeki girdapların bina boyutlarıyla orantısal ilişkisi [53, s:63].



Şekil.1.121. Dikdörtgen prizması bir bina etrafındaki akım kalıpları [9, s:2]



Şekil.1.119.,

- a) Rüzgar üstü bölgesindeki alçak bir bina tarafından etkilenen geniş bir binanın ön cephesindeki yeryüzü seviyesi rüzgar hızı akımları
b) Bina yüksekliğinin bir fonksiyonu olarak, bir arkada ve binanın köşeleri yakınında neden olunan tipik yeryüzü seviyesi rüzgar hızları [4, s:153].

girdap boyutları (U_H) ortalama hızından bağımsız hesaplanarak;

$$H_c / L_r = 0.22 \quad (1.24)$$

olarak sabit kabul edilir[9, s: 1-17].

Aynı konuda daha geniş bir araştırma yapan TEXAS Engineering Experiment Station'a bağlı mühendisler, deneysel yöntemler kullanarak, bina-rüzgar etkileşimini açıklamaya çalışmışlardır. Bu amaçla yirmi yedi bölümden oluşan bir seri deney gerçekleştirilmiştir.

Binaların rüzgar-üstü cephelerinde oluşan yüksek basınca bağlı akım şekillenmeleri sonucu oluşan girdaplara ve onların da neden olduğu zemin seviyesindeki yüksek rüzgar hızlarına engel olmanın ve bunları kontrol etmenin çok zor olduğu yukarıda anlatılmıştı. Ancak çok büyük bir zorunluluk haline geldiği durumlarda rüzgar kırıcılardan yararlanıldığı ve bu konuda Japonya'da yapılan çalışmalardan örnekler Şekil 1.110 ve 1.111'de sunulmuştur.

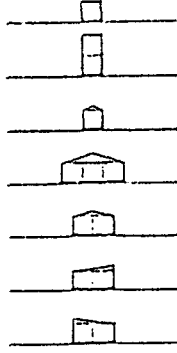
TEXAS mühendisleri, kontrolü zor olan rüzgar üstü cephedeki hava hareketlerini dışlayarak hava akımının bina ön cephesini geçtikten sonra oluşturduğu girdaplar üzerinde durmuşlardır. Değerlendirmelerde kullanılan semboller Şekil 1.122'de, deneylerde kullanılan maketlerin boyutları ise Şekil 1.123'de veriliyor. Araştırma sırasında girdap boyutları duman vizüalasyonu, basınç değerleri ise ölçüm aletleriyle ölçülmüştür. Deneyin yürütülüşü şöyledir:

Temel Biçimler: 1'den 7'ye kadar ki ilk deney serisi Şekil 1.124'de görülen temel bina maketleri üzerinde yapılmıştır. Bu binalar düz çatılı, kırma çatılı veya şet çatılıdır.

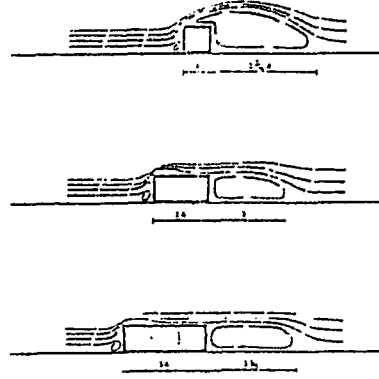
Deney 1'de, düz çatılı maket kullanılmış ve bina yüksekliği sabit tutulup derinliği arttırılarak girdap boyutları ölçülmüştür. Üçüncü durumdan sonra girdap boyutu bina derinliğinden etkilenmeye başlamıştır (Şekil 1.125).

Deney 2'de, aynı bina tipi için derinlik sabit tutularak, yükseklik arttırılmış ve buna bağlı değişimler ölçülmüştür. Girdap boyutları, bina yüksekliğiyle doğru orantılı olarak artarken, girdabın temel biçimlenmesinin değişmediği görülmüştür (Şekil 1.126).

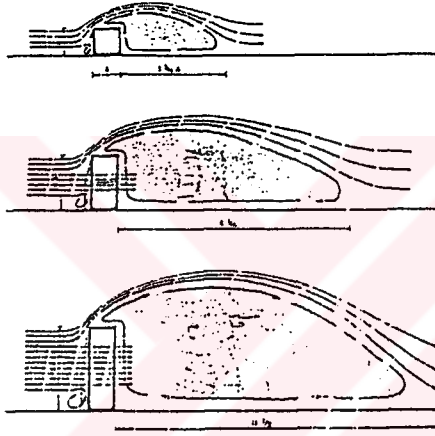
Deney 3, 4 ve 5'de, kırma çatıların yüksekliğiyle girdap biçimlenmesi arasındaki ilişki araştırılmış ve çatı yükseldikçe, girdaplarında büyüdüğü gözlenmiştir (Şekil 1.127, 1.128, 1.129).



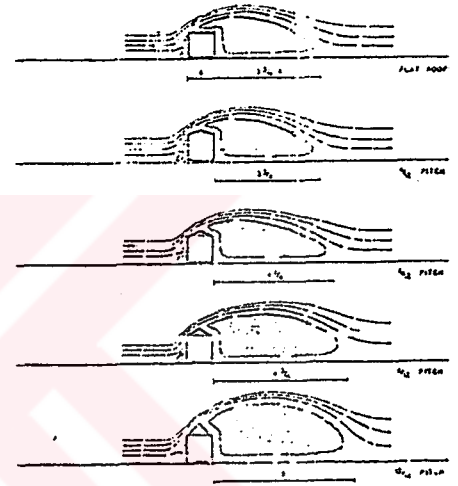
Şekil.1.124. Deney 1-7' de kullanılan bina tipleri [49, s:5].



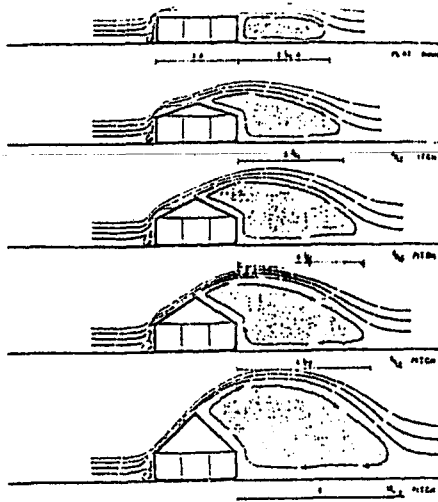
Şekil.1.125. Deney 1. [49, s:5].



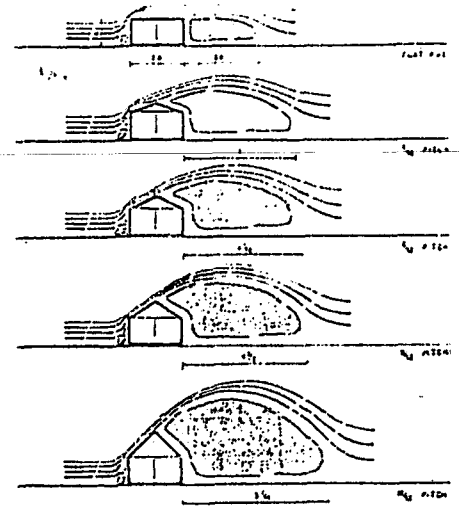
Şekil.1.126. Deney 2. [49, s:6].



Şekil.1.127. Deney 3. [49, s:6].



Şekil.1.128. Deney 4. [49, s:6].



Şekil.1.129. Deney 5. [49, s:6].

Deney 6 ve 7'de, şet çatı yüksekliklerine ilişkin girdap biçimlenmeleri incelendi (Şekil 1.130, 1.131).

Biçimsel farklılaşmalar: Deney 8'den 12'ye kadar temel bina biçimlemelerindeki değişimlerin hava akımlarını nasıl etkilediği incelenmiştir (Şekil 1.132).

Deney 8'de, 4 A'lık bir kalınlıktan levha kalınlığına kadar inceltilen bina derinliği test edilmiştir (Şekil 1.133)

Deney 9'da, bina yüksekliği ve derinliği sabit tutularak uzunlukları değiştirilmiş ve girdap boyutları ölçülmüştür (Şekil 1.134). Bu deneyin sonuçları Şekil 1.123'deki tablonun ilk kolonunda veriliyor.

Deney 10,11,12'de ise, temel dikdörtgensel şekillerin boyutları içinde çatı biçimlenmesi incelenmiştir. Deney 10, kırma çatı için, deney 11 rüzgar altı yöne doğru eğimlenen, deney 12 ise rüzgar üstü yöne doğru eğimlenen şet çatı için yapılmıştır (Şekil 1.135, 1.136, 1.137)

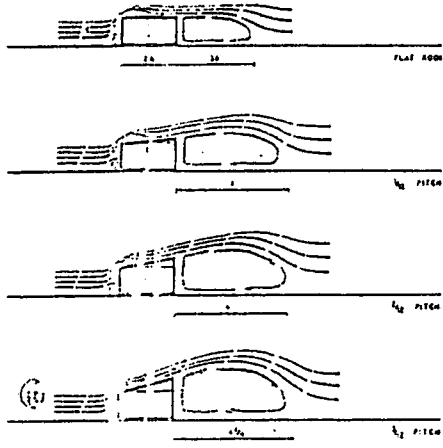
Saçaklar: Deney 13'den 18'e kadarki incelemeler temel bina biçimleri üzerindeki saçak çıkıntılarının hava akımlarına etkilerini incelemek için yapıldı. Şekil 1.138'de bu temel biçimler görülüyor.

Deney 13 ve 14'ün sonuçları, rüzgar üstü veya rüzgar altı doğrultudaki çatı saçaklarının, rüzgar altı bölgedeki girdapın uzunluğunu çok fazla değiştirmede göstermiştir. Ancak rüzgar üstü yönde uzanan saçaklar ön cephedeki etek girdaplarını büyötmektedir. Deney 15 ise, 13 ve 14'ün süper pozisyonu niteliğindedir (Şekil 1.139, 1.140, 1.141).

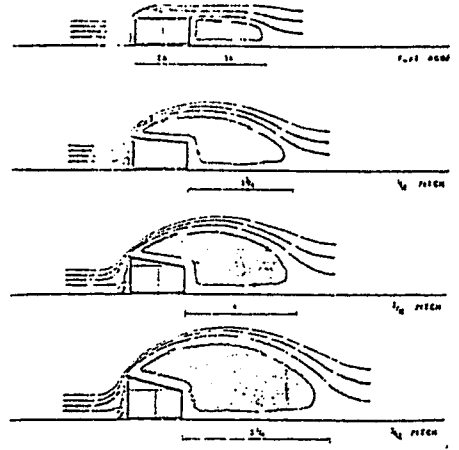
Deney 16 ve 17'nin sonuçları ise, şet çatılı binalara ilişkindir. Rüzgar altı yönde uzanan saçakların akım biçimlenmesinde dikkate değer değişimler yaptığı görölmüş ancak rüzgar üstü yönde uzanan saçakların etkileri hem rüzgar üstü bölgedeki hem de rüzgar altı bölgedeki girdaplar üzerinde çok daha belirgin olarak saptanmıştır (Şekil 1.142, 1.143).

Deney 18'de, kırma çatıların saçakları incelenmiştir. Ölçümlerde kırma çatının girdap boyutlarını pek kayda değer şekilde etkilemediği saptanmıştır (Şekil 1.144).

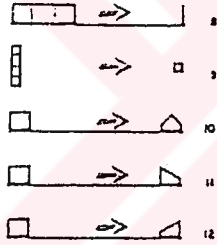
Boşluklar: Deney 19'dan 23'e kadarki araştırmalar Şekil 1.145'de görölen bina tiplerindeki boşlukların rüzgar altı bölgedeki akım üzerideki etkilerini incelemek için yapılmıştır.



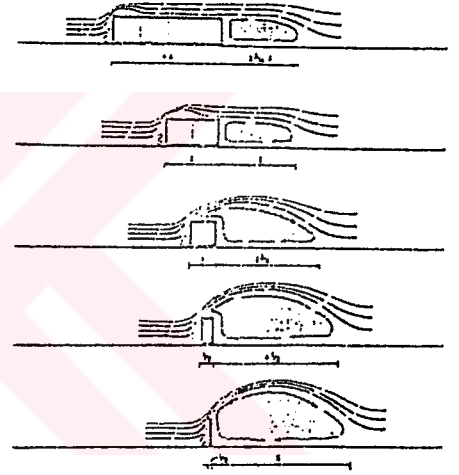
Şekil.1.130. Deney 6. [49, s:7].



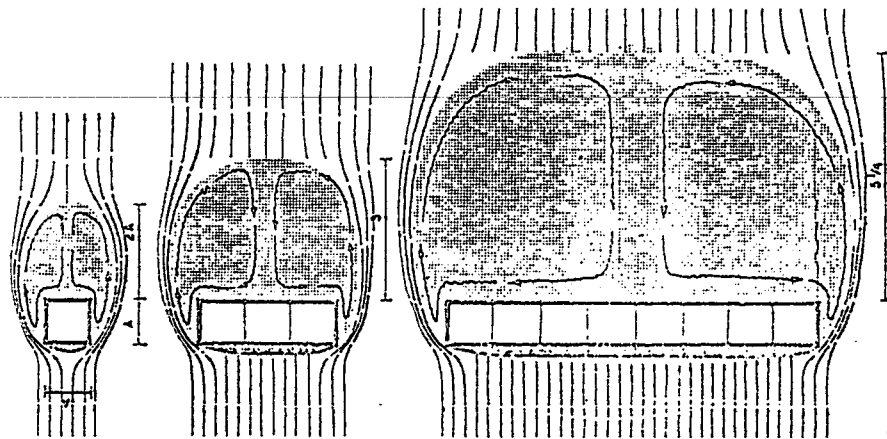
Şekil.1.131. Deney 7. [49, s:7].



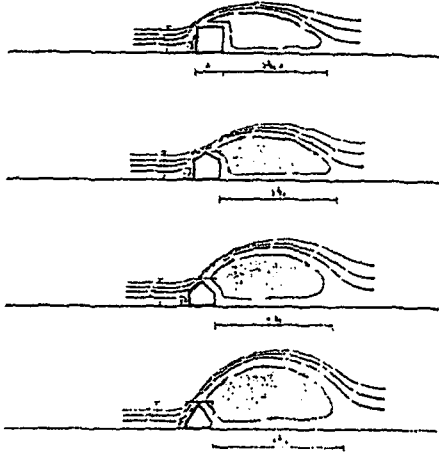
Şekil.1.132. Deney 8-12'de kullanılan bina tipleri [49, s:7].



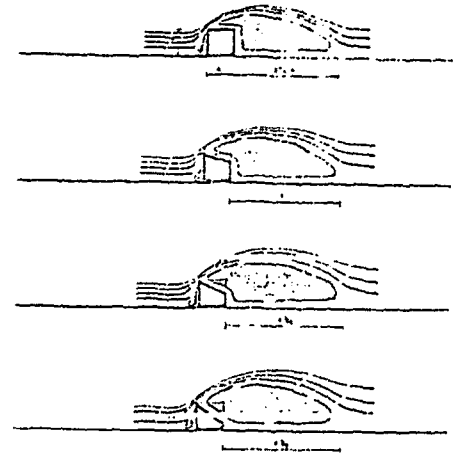
Şekil.1.133. Deney 8 [49, s:7].



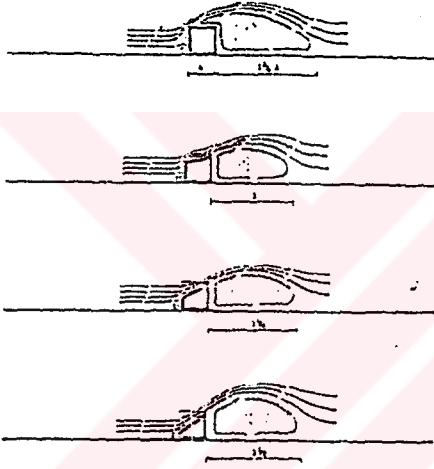
Şekil.1.134. Deney 9 [49, s:8].



Şekil.1.135. Deney 10 [49, s:8].



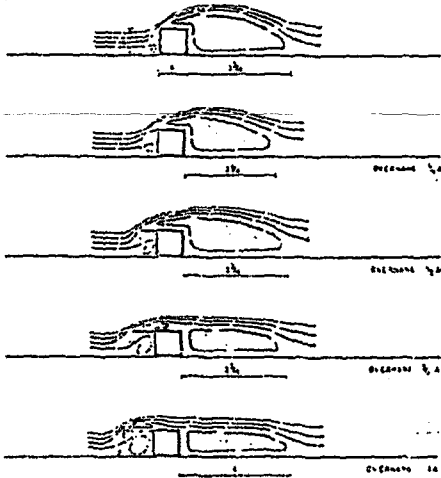
Şekil.1.136. Deney 11 [49, s:8].



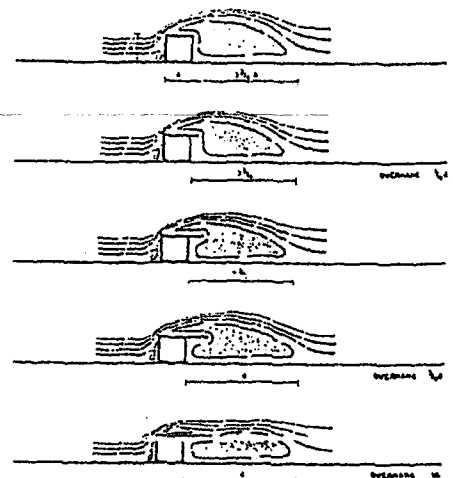
Şekil.1.137. Deney 12 [49, s:9].



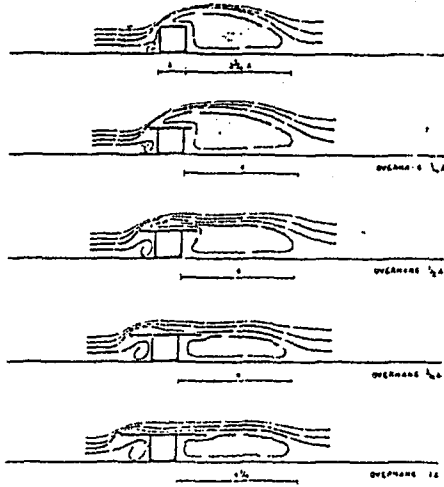
Şekil.1.138. Deney 13-18'de kullanılan bina tipleri [49, s:9].



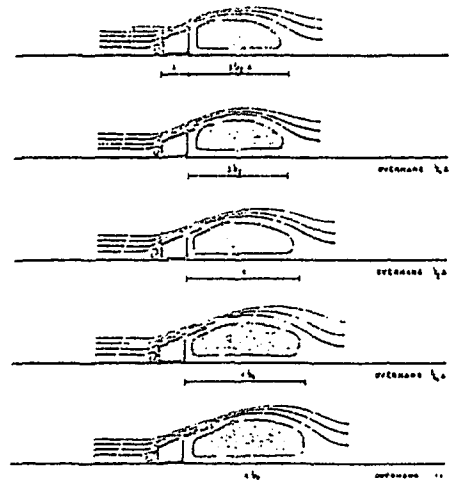
Şekil.1.139. Deney 13 [49, s:9].



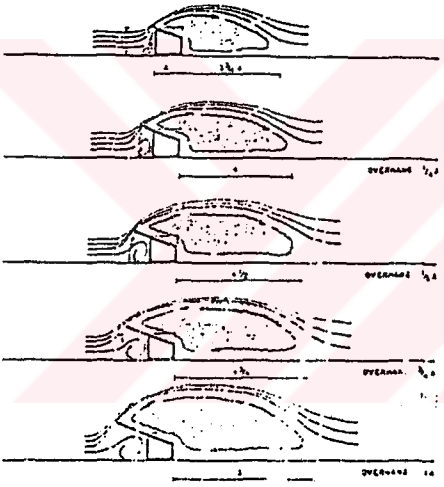
Şekil.1.140. Deney 14 [49, s:9].



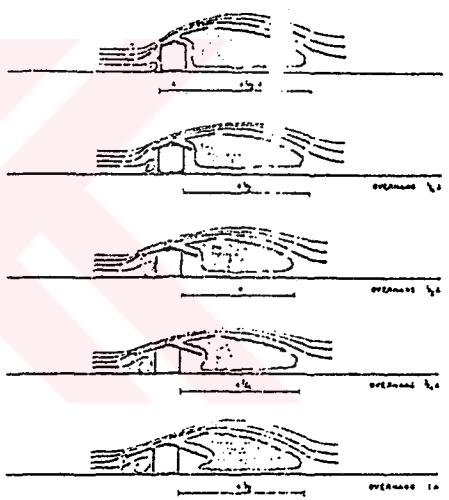
Şekil.1.141. Deney 15 [49, s:10].



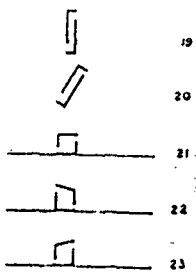
Şekil.1.142. Deney 16 [49, s:10].



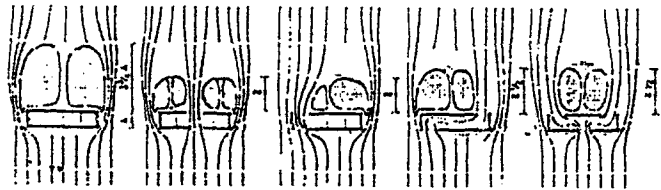
Şekil.1.143. Deney 17 [49, s:10].



Şekil.1.144. Deney 18 [49, s:10].



Şekil.1.145. Deney 19-23'de kullanılan bina tipleri [49, s:11].



Şekil.1.146. Deney 19 [49, s:11].

Deney 19 ve 20, plan düzleminde 4A uzunluğundaki bina tiplerindeki çeşitli boşluklar için yapılmış ve deney 20'de blok, rüzgar doğrultusuna 30°'lik açıyla yerleştirilmiştir (Şekil 1.146, 1.147).

Deney 21,22 ve 23 ise, binalardaki boşlukların dikey düzlemdeki etkilerinin, şet çatı kombinasyonları da kullanılarak incelenmesidir. Boşluklar hemen hemen her pozisyonda farklı girdaplanmalar doğmasına yol açmıştır (Şekil 1.148, 1.149, 1.150).

Yönlendirme: Deney 24, 25, 26 ve 27 ise, Şekil 1.134'de görülen farklı biçimlenmelerdeki blokların, farklı yönlendirmelerde plan düzleminde yol açtıkları akım sistemlerini incelemeye ayrılmıştır (Şekil 1.151).

Deney 24'den 27'ye kadarki araştırmalar göstermiştir ki; akıma dik olarak yerleştirilen bloklar, 60°, 45°, 30° ve son olarak 0°'lik açı ile yerleştirilen bloklara göre sistemli bir azalma içinde en büyük girdap oluşumlarına yol açmaktadır (Şekil 1.152, 1.153, 1.154, 1.155)[49, s: 1-13].

Deneysel yöntemlerle saptanan hava oluşumu biçimlenmeleri ve ölçeklendirme yardımıyla yapılan skaler ölçümler tümüyle sağlıklı değildir. Bu konu üzerinde uğraşan bir çok araştırmacı k, girdap kinetik enerjisini ve ϵ , girdap kinetik enerjisinin dağılımı değerlerine bağlı olarak k - ϵ girdap modelleme yöntemini geliştirmişlerdir. Bu terimler genel kabul görmüş LAUNDER ve SPALDING'in:

$$V_t = C_\mu \frac{k^2}{\epsilon} \quad (1.25)$$

V_t = Girdap viskozitesi

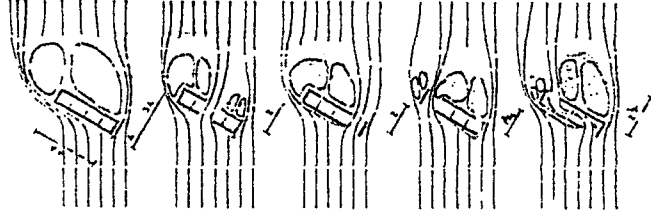
$C_\mu = 0.09$ (Kabul edilmiş genel sabit)

eşitliğinden çekilerek elde edilir.

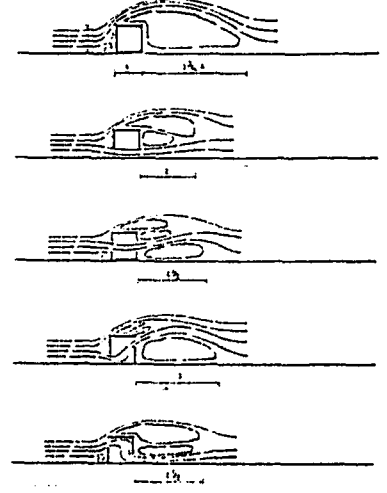
NAVIER-STOKES'in zamana bağlı sabiti;

$$\partial_u / \partial_t = 0 \quad (1.26)$$

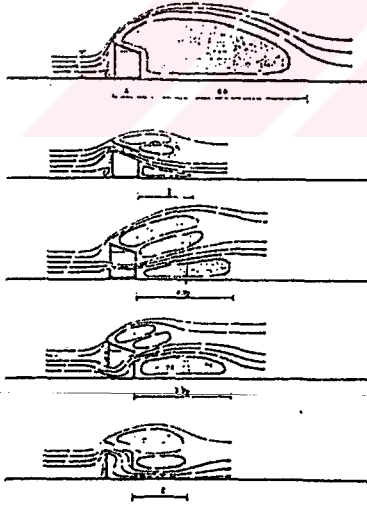
eşitliğinden (i, j) koordinatları için (s, n)'e bağlı ∂_{u_s} ve ∂_n çekilerek, A. BASKARAN ve T. STATHOPOULOS kendi modelleme eşitliklerini geliştirmiştir:



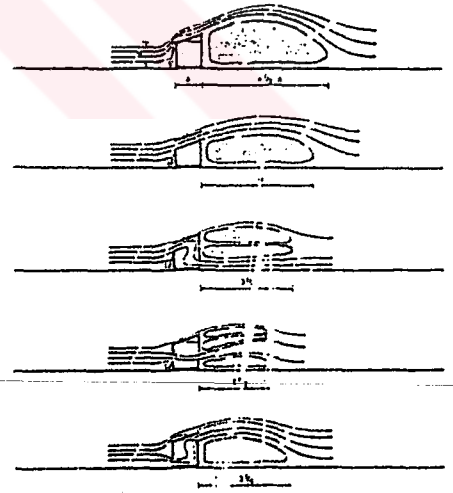
Şekil.1.147. Deney 20 [49, s:11].



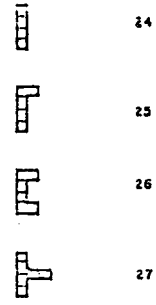
Şekil.1.148. Deney 21 [49, s:11].



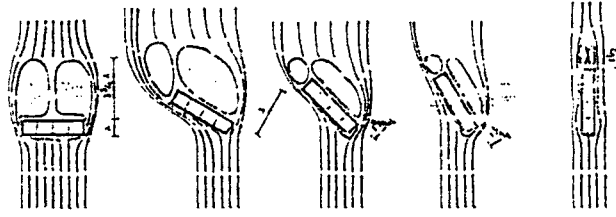
Şekil.1.149. Deney 22 [49, s:11].



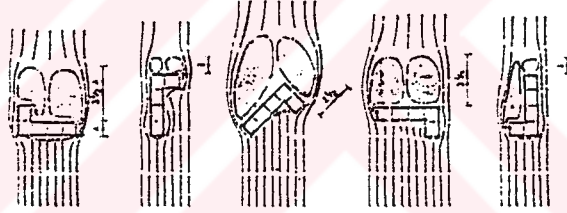
Şekil.1.150. Deney 23 [49, s:12].



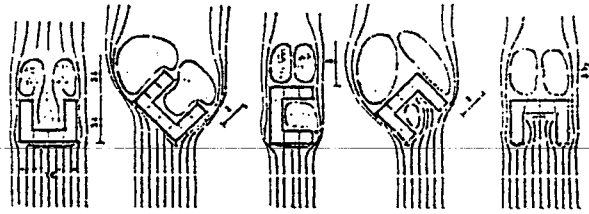
Şekil.1.151. Deney 24-27’de kullanılan bina tipleri [49, s:12].



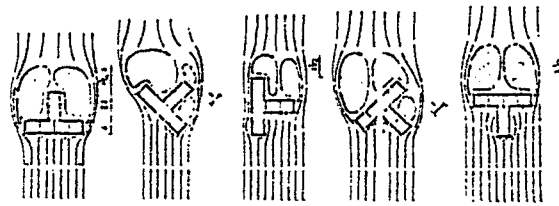
Şekil.1.152. Deney 24 [49, s:12].



Şekil.1.153. Deney 25 [49, s:12].



Şekil.1.154. Deney 26 [49, s:12].



Şekil.1.155. Deney 27 [49, s:12].

$$V_t = \left\{ \frac{-K_1 - K_2}{1 + 0.57 \frac{k^2}{\varepsilon^2} \left(\frac{\partial u_s}{\partial n} + \frac{U_s}{R_c} \right) \frac{U_s}{R_c}} \right\} \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (1.27)$$

$K_1 = 0.27$ (kabul edilmiş sabit)

$K_2 = -0.49$ (kabul edilmiş sabit)

U_s = Hızların toplamı

R_c = Akım çizgisi eğilmelerinin açısı

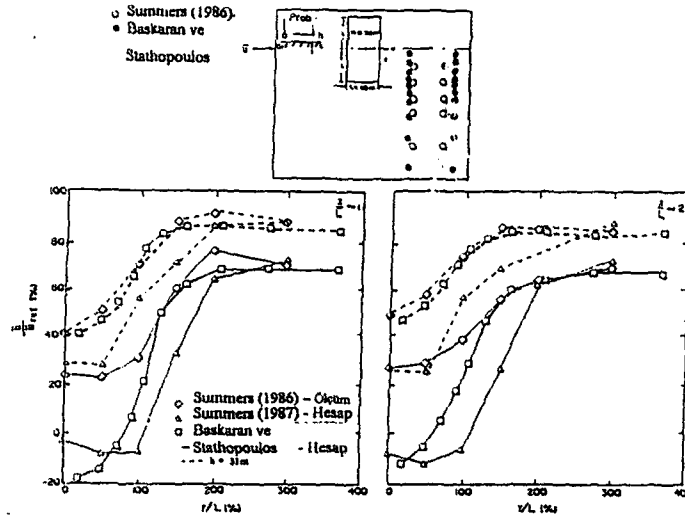
Standart k-ε modelini kullanarak birebir ölçüm değerlerinin, geliştirilmiş k-ε modeli ile BASKARAN ve STATHOPOULOS'un elde ettiği değerlerle karşılaştırması Şekil 1.156'da verilmiştir.

Yine standart k-ε modeli ile JANSSON'un 1987'de yaptığı hesaplamalar ve birebir ölçüm değerlerinin BASKARAN ve STATHOPOULOS'un k-ε modelinin sonuçlarıyla karşılaştırılması Şekil 1.157'de sunuluyor. Standart k-ε modeli ile yapılan hesapların, bire bir ölçümlerden sapması da Şekil 1.158'de çizim olarak gösteriliyor[50, s: 325-333].

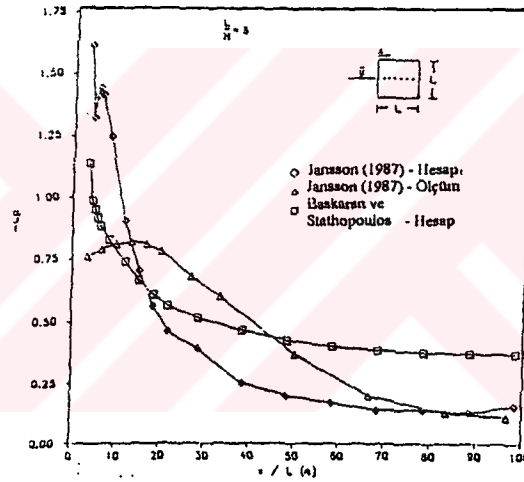
Engel hava akımı etkileşimi sonucu oluşan akım çizgilerini iki boyutlu olarak simüle (taklit) etmek ve yüksek kesinlikli sonuçlar almak isteyen bir çok araştırmacı bilgisayar teknolojisine dayanan araştırmalarını çeşitli bilgisayar yazılımlarını üreterek sürdürmektedir. Bu araştırmacılardan D. M. SUMMERS, T. HANSON ve C.B. WILSON, Navier-Stokes eşitliğinin çözülmesi üzerine çalışmışlardır ve kendi k-ε modellerini geliştirmişlerdir[22, s: 97-111]. S. MURAKAMI ve A. MOCHIDA ikilisi ve D.A. PATERSON, C.J. APELT ikilisi de üç boyutlu simülasyon konusunda k-ε modelinden yararlanarak çalışmalar yapmışlar ve kendi bilgisayar programlarını geliştirmişlerdir[23, s:51-64, 24, s: 39-50]. S. MURAKAMI, A. MOCHIDA ve Y. HAYASHI ile K. HIBI ise k-ε modelinden yararlanarak akım oluşumlarının animasyonlarını geliştirmeyi başardılar[26, s: 345-356].

k-ε Simülasyon modeli kullanılarak yapılan akım vizüalizasyonları, Şekil, 1.67'den 1.73'e kadar ki örnek çalışmalarda görülebilir.

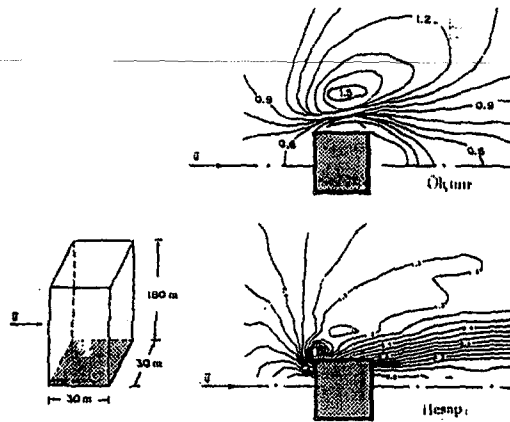
A. BASKARAN ve T.I STATHOPOULOS bu araştırmacıların ve kendi çalışmalarının kritiğini yaparak, bilgisayar destekli çalışmalarda önemli bir problem olan, CPU-time (erişim süresi)'in, kompütasyonel düğümlerin ve bilinmeyen basınç



Şekil.1.156. Yeryüzü seviyesindeki rüzgar hızlarının türbilans modelleri anılarak ve anılmayarak yapılmış karşılaştırmaları [50, s:329].



Şekil.1.157. Bir teras çatı üzerindeki ort. basınç katsayıları [50, s:330].



Şekil.1.158. Standart k-ε türbilans modeli kullanılarak hesaplanmış ve uzun bir binanın etrafında ölçülmüş “arttırılmış rüzgar hızı faktörlerinin” karşılaştırılması [50, s:329].

alanlarının incelenmesini yaptı ve bu tür programlarda istenen performansı almak için 32 Bit'lik bilgisayarları önerdi[51, s: 39-49].

1.5.4 Yayalar Üzerinde Hava Akımının Etkileri

Yaya düzeyindeki akım sistemlerinin bilimsel olarak incelenmesi 1960'ların başlarında başladı. Arkadlarda ve uzun binaların kaidelerinin etrafında oluşan ve yayalar için konforsuzluk yaratıcı olan rüzgar koşullarını araştıran B.R.S., İngiltere'den TRIMBLE ve DAVENPORT, ABD'den CERMAK, BRISKE, O'HARE ve diğerleri oldu. Konuyla ilgili ilk bilimsel raporu uluslararası arenaya sunan TRIMBLE'dir (Şekil 1.159)[4, s:35-39].

Bina komplekslerinin yüksek rüzgar hızları oluşturarak yayaları rahatsız edici başlıca sekiz parçası vardır:

- Binaların önündeki girdaplar
- Binalardaki boşluklar
- Sıra evlerin aralıkları
- Binalar üzerindeki uyarı akımları
- Uzun ince sokaklar veya koridorlar
- Daralan sokaklar (venturi etkisi)
- Köşeler
- Avlular [11, s: 2110-216].

Bu bölgelerde oluşan rüzgar koşullarından korunma veya düzenleme amaçlı tahmin teknikleri tartışılmadan önce, var olan rüzgar hızlarının kabul edilebilirliği veya edilemezliği açısından bazı kriterler ortaya koymak zorunludur. Bu kriterler binalar arasındaki yaya yollarını kullanan, dinlenme ve eğlence alanlarında bulunan veya vitrinleri dolaşan insanlar üzerindeki rüzgar etkilerinden bazılarını tahmin edip, değerlendirmek için gereklidir.

MELBOURNE, Monash Üniversitesindeki, Menzies binasının önünde, yayaları rahatsız eden rüzgar koşulları için bir araştırma yaptı. Bu araştırmadan çıkan sonuç, 23 m/s'ye kadar ki hızlarda dengelerini koruyabilen yayalar, bu sınırdan sonra yürüme momentleri aşılmış olduğundan, savruluyorlardı. Böylece yayalar için kabul olunabilir rüzgar koşulları kavramı ortaya çıkmıştır.

Kabul olunabilir rüzgar koşullarını saptamak ve bunlar üzerinde yorum yapmak oldukça zordur. Çünkü bu türden değerlendirmeler çok subjektif olacaktır ve yapılmakta olan aktiviteye, çevre ısısına, nemine bağlı farklı gereksinimler ortaya çıkacaktır. Bu gereksinimleri standardize etmek isteyen MELBOURNE, önemli yaya merkezlerindeki kabul olunabilir rüzgar koşullarını ve Avustralya şehirlerinin, eski kent merkezlerindeki max. rüzgar hızlarını tartışarak kendi kabullerini düzenledi. Böylece konfor şartları açısından kabul olunabilir max. hız olarak 16 m/s'yi belirledi. Bu, insanın savrulmasına yol açacak basınç değerinin yaklaşık yarısıdır:

$$16^2 \approx \frac{1}{2} 23^2$$

MELBOURNE ve WISE'in çalışmaları üzerine DAVENPORT ek araştırmalar yapmıştır. Çeşitli aktiviteleri ve alanları göz önünde bulundurarak BEAUFORT'un skalasına dayanan bir tablo önerdi. Bu tablo 1.2'de veriliyor. PENWARDEN de Beaufort skalası boyunca, insan üzerindeki rüzgar etkilerinin bir özetini çizgisel olarak sundu. Bu çalışma tablo 1.3 ve şekil 1.160'da görülüyor[4, s: 154-162].

Toplam konforsuzluk kriterinin genel kabulü ise;

$$U_{crit} = \bar{U}_{crit} + \sigma_{crit} \quad (1.28)$$

$\bar{U}$ = 10 dakikalık rüzgar hızı ortalaması

σ = Rüzgar hızındaki dalgalanmaların standart sapması

eşitliğidir. Burada;

$$\bar{U}_{crit} = 5 \text{ m/s}$$

$$\sigma_{crit} = 1 \text{ m/s}$$

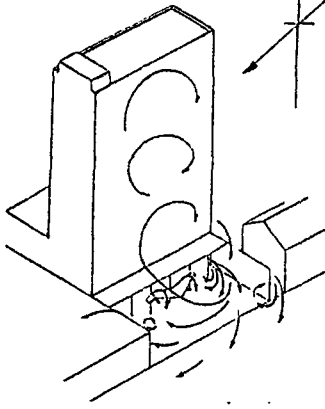
Kabulleri yapılırsa, toplam konforsuzluk kriteri (U_{crit}):

$$U_{crit} = 5 \text{ m/s} + 1 \text{ m/s} = 6 \text{ m/s} \quad (1.29)$$

olur.

Yukarıdaki eşitlikten hareketle GANDEMER ve GUYOT, yaya konforsuzluğu çalışmalarının değerlendirilmesi işlemini basitleştirmek için bir konforsuzluk parametresi geliştirdiler:

$$\Psi_{\infty} = \frac{\bar{U} + \gamma \cdot \sigma}{\bar{U}_{\infty} + \gamma \cdot \sigma_{\infty}} \quad (1.30)$$



Şekil.1.159. Uzun binaların çevresinde oluşan akımların yol açtığı konforsuzluk koşulları [4, s:38].

Tablo.1.2. Davenport'un rüzgarlı havalar için konfor kriteri denemesi [4, s:156].

(Birimler: Beaufort sayısı; Sıcaklık >10°C)

Aktivite	Uygulama Alanları	GÖRÜLEBİLİR KONFOR			
		Hissedilir	Tolere edilebilir	Rahatsız edici	Tetlikeli
1. Hızlı Yürüme	Kaldırımlar	5	6	7	8
2. Dolanma, kaykay kullanma	Parklar, girişler, kaykay alanları	4	5	6	8
3. Aynakta durma, oturma (kısa süreli)	Parklar, plazalar	3	4	5	8
4. Aynakta durma, oturma (uzun süreli)	Açık restoranlar, tiyatrolar	2	3	4	8
Kabul olunsunluk tekrarlama kriteri		<1 tekrarı/dakika	<1 tekrarı/say	<1 tekrarı/yıl	

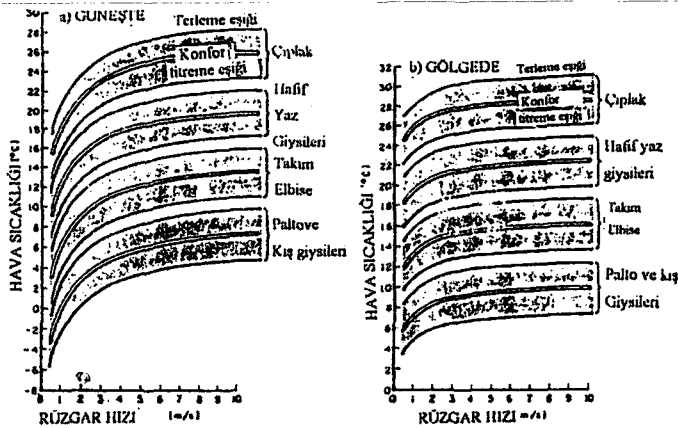
* Daha alçak sıcaklıklarda görülen konfor düzeyi, sıcaklıklarda her 20°C'lik azalmaya için bir Beaufort sayısını beşleyletilmektedir.

Beaufort sayısı ile rüzgar hızı (m/s) arasındaki ilişki

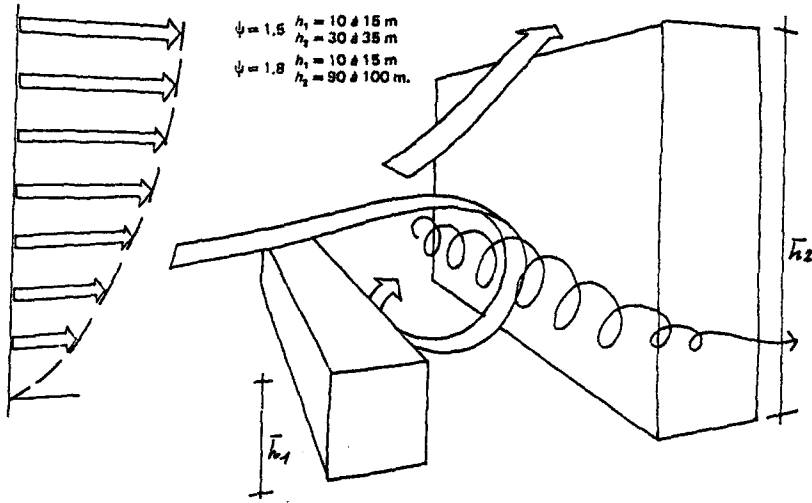
Beaufort sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8
Açık yerleşimlerde, 10m'lik yükseklikteki ortalama rüzgar hızları	0.9	2.4	4.4	6.7	9.3	12.4	15.5	18.9
2m yükseklikte bora hızı $V = V_{10} \cdot 1.508$	1	3	5	8	11	15	19	23
Şehir içinde 2m'lik yükseklikteki ortalama rüzgar hızları	0.5	1.5	2.5	4	5.5	7.5	9.5	11.5

Tablo.1.3. Beaufort skalasına dayanarak Penwarden'in geliştirdiği "insanlar üzerinde rüzgar etkileri" [4, s:157].

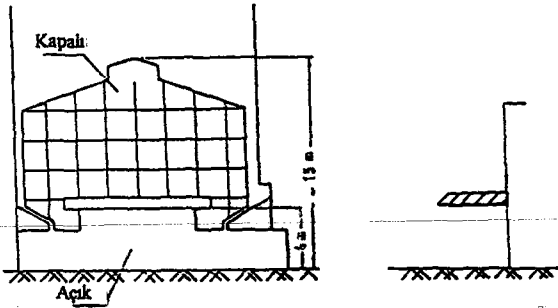
HAVA KÜŞLÜLÜKLERİ	BEAUFORT SAYISI	100m/s	ETKİLERİ
Durgun hava	0.1	0-1.3	Durgunluk, kayışlar, rüzgar yok
Hafif esilim	1	1.4-3.3	Rüzgar yüzünde hissedilebilir
Yumuşak esilim	2	3.4-5.4	Rüzgar, hafif ağaçları, çimlere etki eder
Yatay esilim	3	5.5-7.9	Rüzgarın hareketi bedende hissedilir
Tatlı-sert esilim	4	8.0-10.7	Sarılmaya başlar, çimlere etki eder
Çok sert esilim	5	10.8-13.8	Rüzgarın hareketi bedende hissedilir
Bora esilim	6	13.9-17.1	Çimlere etki eder, çimlere etki eder
Bora esilim	7	17.2-20.7	Çimlere etki eder, çimlere etki eder
Bora esilim	8	20.8-24.4	Çimlere etki eder, çimlere etki eder
Çok sert bora	9	24.5-28.4	Çimlere etki eder, çimlere etki eder



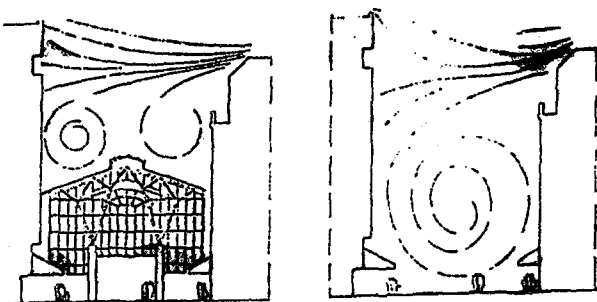
Şekil.1.160. Gezinti konforu koşulları için Penwarden'den iki örnek [4, s:158].



Şekil.1.161. Klasik, alçak-yüksek bina ikilisi için saptanmış iki konforsuzluk parametresinin bina boyutlarıyla ilişkisi [53, s:170].



Şekil.1.162. Kanyonun batı girişi için önerilen çözüm ve louver-tipi çatı saçağı [52, s:494].



Şekil.1.163. Önerilen çözüm öncesi ve sonrası sokaktaki akımların şematik çizimi [52, s:495].

Ψ_{∞} = Konforsuzluk parametresi

$\bar{U}_{\infty}$ = Ortalama rüzgar hızı

σ_{∞} = Bozulmamış hava akımı içinde, referans yükseklikteki (1,5 m) rüzgar hızının standart sapması

γ = Etki etme fonksiyonu, literatürde, araştırılan problemin türüne göre 0-4 arası verilir. Yaya konforunun değerlendirilmesi için genelde $\gamma = 1$ alınır.

Böylece eşitlik yeniden düzenlenirse şöyle olur[52, s: 489-498]:

$$\Psi_{\infty} = \frac{(\bar{U} + \sigma)}{(\bar{U}_{\infty} + \sigma_{\infty})} \quad (1.31)$$

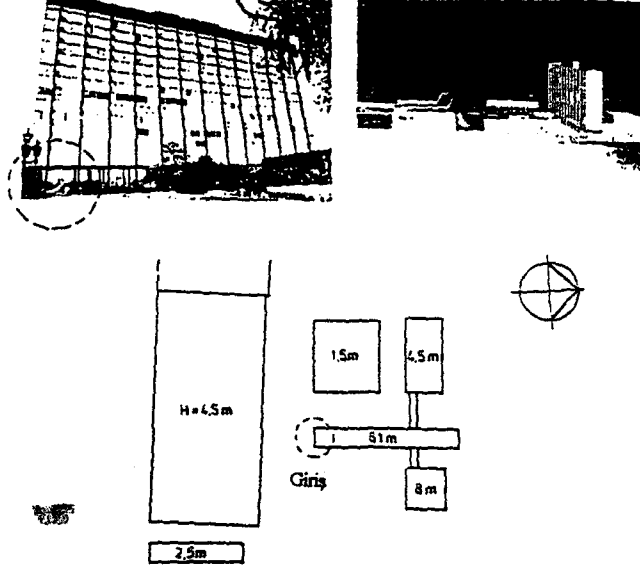
WISE'in yaptığı çalışmalara dayanarak GANDEMER ve GUYOT, kısa binanın rüzgar altı bölgesindeki uzun bina için Şekil 1.161'deki konforsuzluk kriterlerini bina boyutlarına orantılı olarak saptadılar[53, s: 165-170].

Bu bilgilere dayanarak H.J. GERHARDT ve C. KRAMER, Bremen'de kanyon şeklinde bir cade maketi (Ö: 1/250) üzerinde (Gro Be Hundestra Be) deneyler yaptı. Üretilen çözümler Şekil 1.162'de veriliyor. Şekil 1.163'de ise, çözüm öncesi ve sonrası akımlar şematize ediliyor[52, s: 489-498].

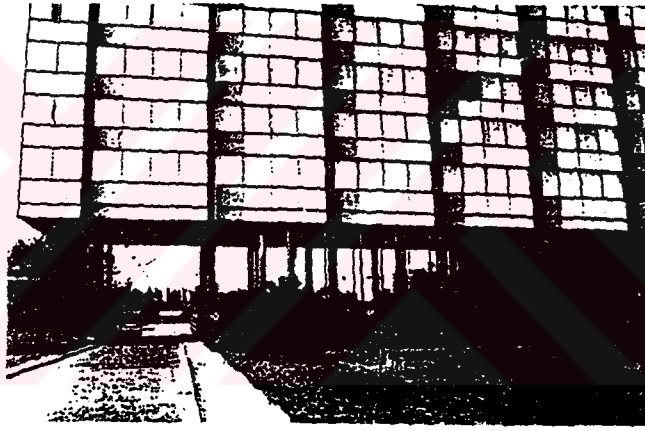
H.J. GERHARDT ve C. KRAMER'in aynı konfor kriterlerini esas olarak yaptıkları bir diğer çalışma ise büyük binaların girişlerindeki rüzgar koruyanlarını inceleyerek, yayaların konforsuzluğu açısından değerlendirmek için yapılmıştır.

Araştırmalar, Aachen'deki Fluid Mechanics Laboratory of Fachhochschule'deki sınır tabaka rüzgar tüneline yapılmıştır. Rüzgar tüneli, 1.75×0.9 m kesitinde ve 7.5 m uzunluğundadır. Kullanılan yüzey pürüzlülüğü değerine bağlı olarak, rüzgar tünelinin hız profili 1/300 maketler için uygundur. Tüneldaki akım ölçümleri Hot-film anemometrelerle yapılmıştır. Bina boyutları $B = 14.4$ m, $H = 6$ m, $L = 100$ m'dir. Binanın alt tarafında, otoparka bakan güney ucundaki zemin katta bir pasaj vardır. Bina girişi bu pasajdandır (Şekil 1.164, 1.165). Yapılan deneyler sırasında pasajın önüne ilk önce batı yönünde 9 m uzunluğunda ve pasaj yüksekliğinde bir örtü elemanı eklendi. Böylece rüzgar etkileri bir miktar azaltıldı. Daha sonra bu örtü elemanı doğu yönünde de 9 m uzatıldı. (Pasaj yüksekliği 3 m) böylece elde edilen konfor koşulları Şekil 1.166'da görülüyor.

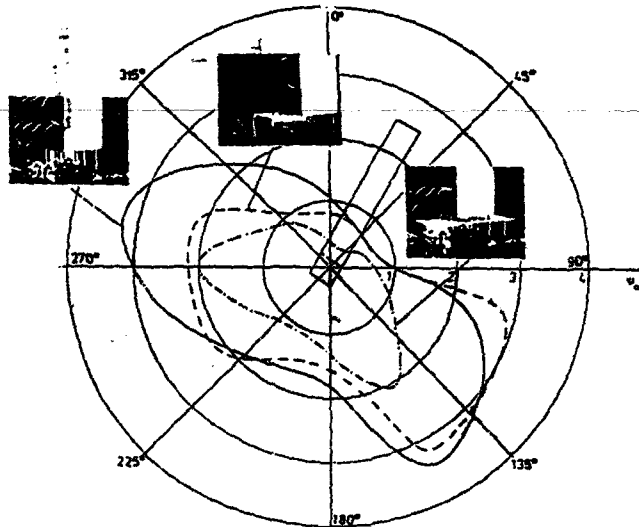
Bir konfor parametresi ölçülmüş rüzgar hızları ve kendi değerleri üzerindeki rüzgar hızı dalgalanmalarına ilişkin olarak açıklandığı zaman, konfordaki iyileşme daha iyi görülecektir (Şekil 1.167):



Şekil.1.164. Ofis binası [54, s:298].



Şekil.1.165. Ofis binasının girişi [54, s:299].



Şekil.1.166. Ofis binası için rüzgar doğrultusunun bir fonksiyonu olarak konfor kriterleri [54, s:301].

$$\Psi_{ist} = \frac{\bar{U} + \sigma}{\bar{U}_{ist} + \sigma_{ist}} \quad [54, s: 2978-307] \quad (1.32)$$

Yaya konforuna ilişkin değerlendirmelerin önemli bir probleminin insan gereksinimlerinin subjektifliği olduğu söylenmişti. Ancak Boston'da yapılan 12 araştırmanın sonuçlarını değerlendiren F.H. DURGIN bir diğer önemli problem olarak laboratuvar koşullarına değiniyor ve aynı iklimik koşullarda yapılmayan deneyleri birbiriyle karşılaştırmanın zorluğunu belirtiyor. Bir diğer önemli nokta ise ölçümlerin aynı yükseklikte alınması şartıdır. Ayrıca bina çevresi modellenirken, ilgili noktası merkez olmak üzere en az 500 m'lik bir çapta ki tüm yapılaşmalar da dikkate alınmalıdır[55, s: 305-314].

Yaya konforuna ilişkin yönetmeliklerin ve politikaların henüz standartlığa ulaşmış olduğu söylenemez. San Francisco için üretilen rüzgar yönetmeliklerini tartışan, E. ARENS, D. BALLANTI, C. BENNET, S. GULDMANN ve B. WHITE yönetmelikler, yürütücüler, danışma organları ve şehir arasındaki uyumun max. ortak yararlar da buluşmak için zorunlu olduğunu dikkat çekiyorlar[56, s: 297-303]. Aynı konuda görüşler ortaya koyan R.M. AYNLEY ise ABD'de yaya düzeyinde rüzgar kontrolü amacıyla yapılan ölçümleri özetliyor ve bu çalışmaların, uzun binalara karşı katılmış itirazları olan bazı etki çevrelerinin kamuoyu oluşturmaları sonucunda yapıldığını anlatıyor. Bu etki çevrelerinin uzun binalara karşı çıkışının temelde rüzgar etkilerine ilişkin olmadığı ve başka nedenlere dayandığını söylüyor[57, s: 291-295].

Bu ve benzeri nedenlerle rüzgar kontrollerinin, ülke politikası haline gelmesi, sağlıklı araştırmalara dayanması ve ekolojiye insan katkısının artması, ancak konuyla ilgili tüm çevrelerin, ortak kabuller ve kamu yararı etrafında toplanmasıyla ve konsensüs üzerine kurulu yasaların çıkarılmasıyla mümkün olacaktır.

1.6. Rüzgar Tünelleri

Rüzgar tünelleri, deneysel mimari aerodinamiğin araçlarıdır. Ne zaman, mimarın görevi bir veya birden fazla bina tasarlamak olsa, özellikle iklimsel parametrelerin yıl içinde mevsimlere göre büyük değişimler gösterdiği ılımlı iklim bölgelerinde, bina veya bina kümelerinin ya da bütün bir yerleşimin düzenine karar vermekte, hava hareketi için önlem almak göz önüne alınacak parametrelerin en önemlilerinden biri olmalıdır. Yerleşim bölgesindeki iklimsel bulguların dikkatli bir analizinden sonra, gözlemsel bulgulardan çıkarılan genel bilgilerin temelleri üzerine bir dizayn hipotezi üretilebilir. Bu hipotezlerin sağlıklı bir pozitif ispatı veya reddi yalnızca deneysel çalışmalarla

sağlanabilir. Reel sonuçlardan ise ancak bina üretimi tamamlandıktan sonra gözlemlenen performansa bağlı olarak kesinlikle emin olunabilir. İşte rüzgar tünelleri sözü edilen deneysel çalışmaların günümüzdeki ispatı yapılmış en güvenilir ortamıdır. Eğer incelenecek objelerin çeşitli boyutlarda ve biçimlerde ayarlanabilir maketlerinin yapımı olanaklıysa, alternatif düzenlemeler test edilip optimum form seçilebilecektir.

Bu bakış açısından rüzgar tünelleri, iklimik bina ve çevre tasarımının en kullanışlı araçlarından birisidir.

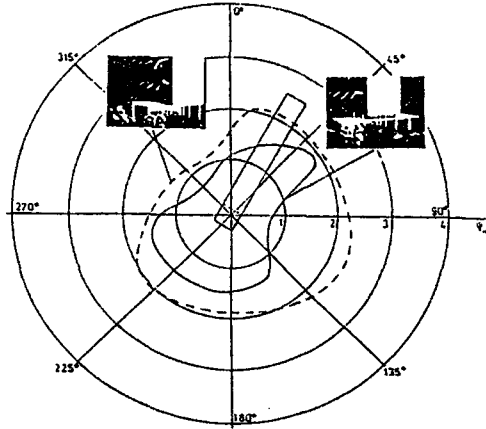
1.6.1. Rüzgar Tünellerinin Tarihsel Gelişimi

Üç boyutlu cisimlerin, hava hareketiyle etkileşimini incelemek için ilk mekanik düzeneği 1746 yılında kraliyet çevrelerine "havanın direnci" ve "hava direnci ile ilgili deneyler" başlıklı iki makale sunan ROBINS yaptı (Şekil 1.168). Bu iki makalede geometrik cisimler ve düzlem yüzeyler üzerindeki rüzgar yükü konusunda araştırmalarını sunuyordu. Araştırmaların amacı askeri kazançlardı.

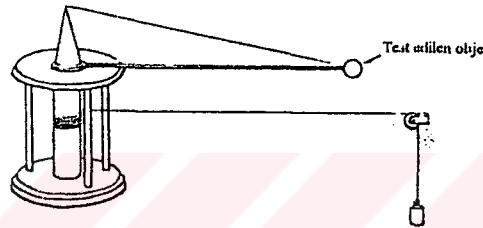
Ardından bir inşaat mühendisi olan John SMEATON (1742-1702) ve arkasından ROUSE rüzgar hızını ve basıncını incelediler. Ölçülebilen veriler; inşaatçılar, köprü tasarımcıları, mimarlar ve gemi tasarımcıları için sistemli olarak sunuluyordu. Ayrıca SMEATON, ROBINS'in fırıldak kolunu geliştirdi ve yel değirmeni testleri için kullandı (Şekil 1.169).

Takip eden dönemde Tay BRIDGE, Francis WENHAM gibi araştırmacılar çalışmaları sürdürdü. İlk rüzgar tüneli de WENHAM tarafından gerçekleştirildi ve yapılan deneylerin sonuçları Aeoronotical Society of Great Britain'in 1871 yılındaki yıllık raporunda yayınlandı[4, s: 30-33]. WENHAM'ın tüneli 46 x 46 cm'lik kesitte bir gözlem odasına sahip, önden üflemlili bir tüneldi. Tünel fanı buharlı makineyle çalışıyordu ve 18 m/s'lik hız üretmekteydi. WENHAM bu tünelde düz levhaların taşıma ve sürüklenme kuvvetlerini ölçtü[58, s: 26-31].

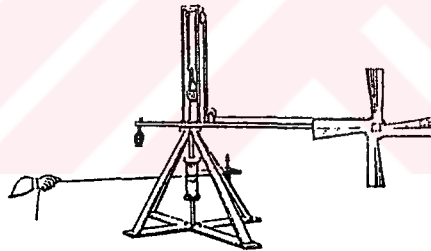
Rüzgar tünellerinde ilk defa bina maketleri üzerindeki rüzgar basıncı araştırmaları ise, Prof. W.C. KERNOT, Avustralya ve J.O.V. IRMINGER, Danimarka tarafından yapıldı. Prof. KERNOT 1890'ların başında Melbourne Üniversitesi'nde küçük bir açık jet rüzgar tüneli oluşturdu ve geometrik formdaki yapı modelleri üzerinde rüzgar yükü ölçümleri yaptı (Şekil 1.170). Bu çalışmaların sonuçları 1894'de yayınlandı. Bu arada 1893 yılında IRMINGER rüzgar tünellerinde akışkan olarak gaz kullanarak yeni bir çığır açmış oldu. Düzlem plaklar, silindirler ve basit bina biçimleri üzerindeki basınç etkilerini inceleyerek çalışmalarını 1894 de yayınlattı[4, s: 30-33].



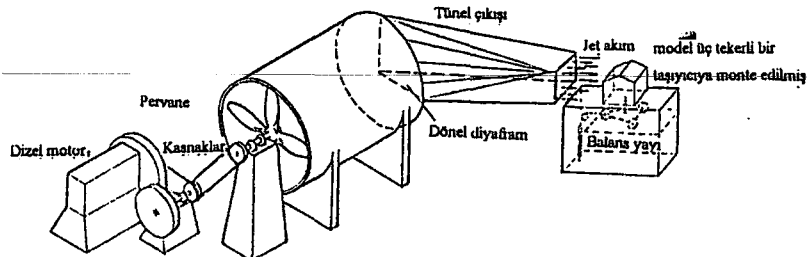
Şekil.1.167. Önerilen eklemelerle birlikte ofis binasının konfor kriterleri [54, s:302].



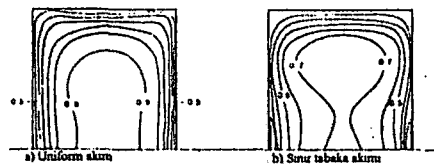
Şekil.1.168. Robins tarafından kullanılan döner kolun taslağı [4, s:31].



Şekil.1.169. Yel değirmeni deneyleri için Robins'in döner kolun üzerine Smeaton'un uyarlaması [4, s:31].



Şekil.1.170. Kendi makalelerinden hareketle çizilen Kernot'un rüzgar tüneline şematik yapısı [4, s:33].



Şekil.1.171. Tipik sınır tabaka akımı ve üniform akım içindeki bir kübün rüzgaraltı cephesi üzerinde Hamilton'un saptadığı basınç dağılımları [4, s:38].

1903 yılında İngiltere'deki ilk rüzgar tüneli, National Physical Laboratory'de STANTON tarafından inşa edildi ve WRIGHT kardeşler bu rüzgar tüneline elde edilen sonuçları sürekli olarak kullandılar[4, s: 30-33]. Bu tünel de 40 x 40 cm kesitinde, önden üflemlili bir tüneldi ve 12 m/s hız ürettiyordu[4, s: 30-33]. İzleyen yıllarda rüzgar tüneli geliştirildi ve daha sofistike hale geldi. Kullanımı da havacılığa ait problemler üzerine yoğunlaştırıldığı için içerisindeki hava akımı da daha kontrollü bir dolaşıma ulaştırıldı.

Binalar üzerindeki rüzgar yükleri ilk olarak göz önüne alındığı zaman, rüzgar tünellerinde de bir takım çalışmalar başlamıştı. Ancak, sonuçlar birebir ölçümlerle çok az bir ilişki içinde görüldü. Dolayısıyla rüzgar tünelleri prestij kaybına uğradı. 1950'ler boyunca rüzgar tünelleri, o günlerde güncel hale gelen "aircraft" çalışmalarıyla doldu. Bunun istisnalarından birisi FRANKS'ın Danimarka'da yaptığı bir çalışmaydı. Alçak-hızlı rüzgar tünellerinde yapılan aeronotical çalışmaların hızı, 1950'lerin sonuna doğru azaldı[11, s: 268-270]. Bu dönemde çalışmalarını sürdüren BAILEY ve VINCENT birebir gözlemlerle, maket üzerindeki basınçları çok uzun bir rüzgar tüneline karşılaştırdılar. Deneyler sırasında kalın bir sınır tabaka simüle edilmişti. Benzer teknikler 1954'de JENSEN tarafından geliştirildi. Daha sonra rüzgar tüneli çalışmalarında büyük bir patlama oldu. Rüzgar yükleri ve rüzgar koruganları, ağaçlar, çitler, bahçe duvarları vb. açılardan, Danimarka'da JENSEN, Japonya'da ŞATO ve Texas Engineering Experiment Station'da WHITE tarafından bir dizi çalışmalar yapıldı. Ardından Van STRAATEN de Güney Amerika'da iç ventilasyon konularında çalıştı. 1958'de JENSEN, kendi "model" modelleme yasasını formüle etti; "Rüzgar içindeki konu için, doğru modelleme deneyi türbilanslı bir sınır tabaka içinden dışarı taşınmış olmalıdır" ve "model yasası şunu gerektirir ki; bu sınır tabaka hız profiline göre ölçeklidir." Daha sonra ilk olarak BAILEY ve onun ardından HAMILTON, binaların rüzgar altı cephelerinde oluşan yüksek basınç bölgesini belirlediler (Şekil 1.171).

1960'ların başlarında rüzgar tüneli araştırmacıları, aircraftların popüleritesinin azalmasıyla bütün dikkatlerini eski araştırmalarına döndürdüler. Böylece yaya konforu da gündeme gelmeye başladı. Bu konuda TRIMBLE ve DAVENPORT'un İngiltere'deki BRS bünyesinde ve CERMAK, BRISKER ve O'HARE'nin Birleşik Devletler'de çalışmaları oldu. Ve ilk araştırma raporunu TRIMBLE yayınladı [4, s: 33-39].

Kanada'daki Batı Ontorio Üniversitesi'ndeki ilk sınır tabaka rüzgar tüneli laboratuvarı'nda DAVENPORT tarafından kuruldu. DAVENPORT türbilansın önemini tartışırken, BAINES, dikey bir cismin ön yüzüne etki eden akım üstündeki rüzgarın

içinde makaslama (shear effect) tarafından oluşturulan kesme etkisini açıklayan bir rapor sundu. Her iki rapor da 1963 yılında İngiltere, Farnbrough'daki Binalar ve Strüktürler Üstündeki Rüzgar Etkileri konulu ilk uluslararası konferansta sunuldu. Bu tarihten sonra aynı seriden uluslararası konferanslar her dört yılda bir yapıldı. Bu süreçte atmosferik sınır tabaka simülasyonu önem taşıyan bütün yönlerinden, (makaslama, türbilans şiddeti varyasyonları ve yükseklikle oranı, tayf: "spectra" vb.) incelendi ve tartışmalar izlenmesi gereken yol üzerinde odaklaştı.

Böylece rüzgar tüneli araştırmacıları en önemli problemleri olan sınır tabaka oluşumu için ortak bir eşitlik belirlediler. Pürüzsüz bir düzlem yüzey üzerindeki türbilanslı sınır tabaka için bu eşitlik şöyle ifade edilir:

$$\delta = 0.316 L R_e^{-1/5} \quad (1.33)$$

δ = Sınır tabaka kalınlığı

R_e = Sınır tabakanın başladığı noktadan itibaren, uzunluğa (L) dayanan Reynolds sayısıdır ve;

$$R_e = VL/\nu \quad (1.34)$$

dir. Burada;

ν = kinematik viskozitedir ve hava için

$$\mu/p = 1.46 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \quad (1.35)$$

olarak kabul edilir. Böylece;

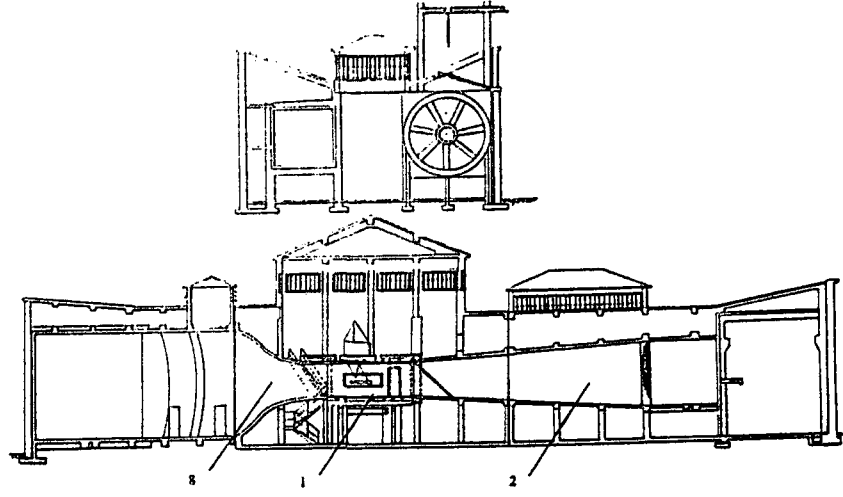
$$R_e = p VL\mu \quad (1.36)$$

olduğu hatırlanırsa, Reynolds Sayısı yerine koyularak;

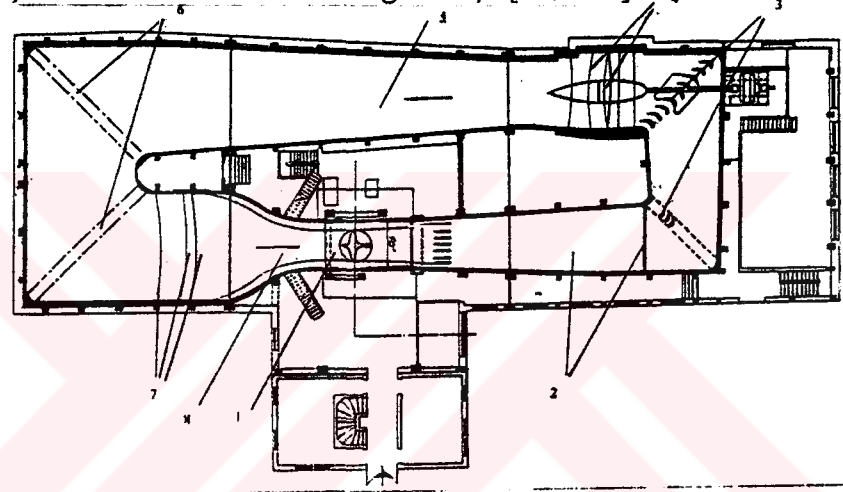
$$\delta = 0.0341 L^{4/5} V^{-1/5} \quad (1.37)$$

eşitliğine ulaşılmış olur[11, s: 268-270].

Rüzgar tünellerindeki araştırma kriterlerinin standartlaştırılmasından sonra, PRANDTL, Göttingen'de, Prof. W.C. KERNOT'un "açık-jet" rüzgar tüneline geliştirerek, "açık-jet test bölümlü, kapalı devre dönüşlü" rüzgar tüneline yaptı. EIFFEL ise, Paris'te "kapalı-test bölümlü, açık devre dönüşlü" rüzgar tüneline geliştirdi. Bu iki temel dizayna dayanılarak "kapalı test bölümlü, kapalı devre dönüşlü" rüzgar tünelleri İngiltere'de ve Kuzey Amerika'da dizayn edildi[59, s: 225-264].

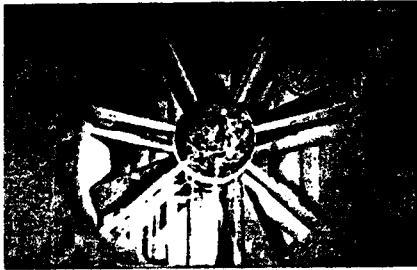


Şekil.1.172. A.R.T.'nin kesit görünüşü [58, s:28].

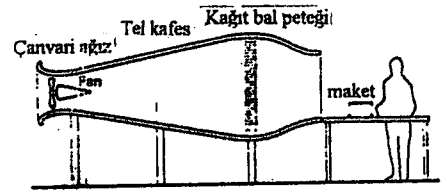


Ankara Rüzgar Tüneli bölümleri: 1. Deney odası, 2. Çıkış dağıtıcısı ve metal elek, 3. Birinci iki sıra dönme kanatçıkları, 4. Pervane ve doğrultucu kanatçıklar, 5. İkinci dağıtıcı ya da arka deney odası, 6. İkinci iki sıra dönme kanatçıkları, 7. Perdeler, 8. Toplayıcı (Daralma Konisi)

Şekil.1.173. A.R.T.'nin plan görünüşü [58, s:28].



Şekil.1.174. A.R.T.'nin kullanmakta olduğu fan [58, s:29].



Şekil.1.175. Açık-jet, açık-dönüşlü rüzgar tüneli [8, s:122].

Ülkemizdeki ilk rüzgar tüneli ise, halen TÜBİTAK-SAGE çatısı altında çalışmalarını sürdüren Ankara rüzgar tünelidir. Bu tünelin yapımı için 1944 yılında İngiliz HOLST Firması'yla anlaşıldı ve inşaatın kontrolü de MİLES AIRCRAFT tarafından yapıldı. Ankara Rüzgar Tüneli'nin inşaatına 1947 yılında başlandı. 1949 yılında pervane ve motor montajı yapıldı. Kesin kabulün yapıldığı tarih 1950'dir. Bu rüzgar tüneli, yapıldığı yıl ülkemizin bütçesine eşit bir maliyette gerçekleştirilmiştir. Şekil 1.172 ve 1.173'de plan ve kesiti görülen rüzgar tünelini deney odası 3.05 m × 2.44 m x 6.10m boyutlarındadır. Fan çapı ise 5 m'dir ve 220 mm çapındaki mil yardımıyla 750 KW gücünde bir motor tarafından döndürülür (Şekil 1.174) [58, s: 26-31].

İzleyen yıllarda, dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizdeki akademik kurumlarda kendi bünyeleri içinde rüzgar tüneli laboratuvarları kurmuşlardır. Bugün İ.T.Ü.'nün Uçak-Uzay, Makina ve son olarak Mimarlık fakültelerinde çeşitli amaçlarla kullanılan bir çok rüzgar tünelleri vardır.

1.6.2. Rüzgar Tünellerinin Türleri ve Yapıları

Rüzgar tünelleri farklı kriterlere göre bir çok sınıflandırmaya sokulabilirler. Örneğin, kullanım açısından;

- Düşük hızlı ses altı (Subsonik) Rüzgar Tünelleri
- Ses geçişi (Transonik) Rüzgar Tünelleri
- Ses üstü (Süpersonik) Rüzgar Tünelleri
- Yüksek ses üstü (Hipersonik) Rüzgar Tünelleri

gibi beş sınıfa ayrılabilirler. Bunun dışında ikinci bir gruplama şekli de fanın çalışma şekline göre;

- Üfleli Rüzgar Tünelleri
- Emişli Rüzgar Tünelleri

olarak belirlenebilir. Tüm bu sınıflandırmanın dışında atmosfer basıncında çalışan, basıncı azaltılmış veya özel olarak basınçlandırılmış rüzgar tünelleri de vardır. Gelişen bilim ve teknolojinin yardımıyla özellikle son zamanlarda içinde havadan başka bir gaz bulunan ve hatta bu gazın 150°C veya daha düşük ısılara kadar soğutulduğu özel araştırmalar için kullanılan "Cryogenic" adı verilen tünellerde bulunmaktadır[58, s:26-31].

Tünelde kullanılan hava akışkanının düzenek içinde dolaşıma göre de rüzgar tünelleri iki gruba ayrılırlar. Ayrıca özel problemlerin çözümü için oluşturulan özel sistemlerle birlikte rüzgar tünelleri akım dolaşımı sistemine göre üç grupta incelenirler[11, s: 268-271]:

- Açık dönüşlü rüzgar tünelleri
- Kapalı dönüşlü rüzgar tünelleri
- Özel amaçlı rüzgar tünelleri

1.6.2.1. Açık Dönüşlü Rüzgar Tünelleri

Açık dönüşlü rüzgar tünelleri, genelde binalara ilişkin deneylerde kullanılan rüzgar tünelleridir. Sınır tabaka simülasyonu için yapılmış düzeneklerdir. Türbilanslı sınır tabakayı olabildiğince doğal olarak oluşturmak amacıyla düzenlenirler. Açık dönüşlü rüzgar tünellerinde oluşan akım hızı 30 ms^{-1} 'in altındadır. Bu yüzden "alçak-hızlı" rüzgar tünelleri olarak da bilinirler. İki alt tipleri vardır [11, s: 268-271]:

- Açık-jet, açık dönüşlü rüzgar tünelleri
- Kapalı-jet, açık dönüşlü rüzgar tünelleri

1.6.2.1.1. Açık-Jet, Açık Dönüşlü Rüzgar Tünelleri

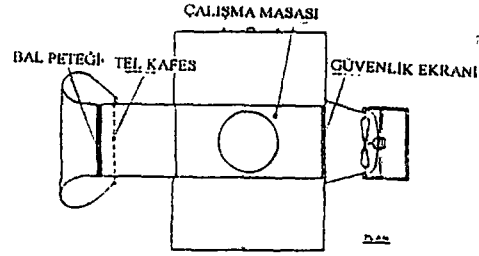
Açık jet-açık dönüşlü rüzgar tünellerinin çok kısıtlı bir kullanım alanı vardır. Çünkü gözlem odaları laboratuvar koşullarına açıktır. Ve düşük hızlarda çalışmaları için bu tünellerde sağlıklı bir sınır tabaka simülasyonu yapmak çok zordur. Bugün aktif olarak kullanılmakta olan en gelişmiş tiplerinden birisi İngiltere'deki Architectural Association School of Architecture'da kullanılmakta olan ve Department of Fluid Mechanics University of Liverpool'un katkılarıyla geliştirilmiş rüzgar tünelidir (Şekil 1.175) [7, s: 122-123]. Rüzgar tüneli başlıca üç bölümden oluşur:

- Birinci bölüm; Tamamen laboratuvar koşullarına açık olan bir sehpanın, maketleri yerleştirmek için kullanıldığı gözlem bölümüdür.
- İkinci bölüm; Tünel içindeki bal peteği (honeycomb) ve tel kafeslerin bulunduğu emiş bölümüdür.
- Üçüncü bölüm; Hava sirkülasyonunu sağlayan fan bölümüdür.

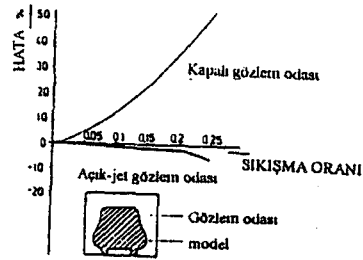
1.6.2.1.2. Kapalı-Jet, Açık Dönüştürme Rüzgar Tünelleri

Bu rüzgar tünelleri, gözlem bölümündeki akım biçimlerini laboratuvar koşulları içindeki hava hareketlerinden soyutlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Böylece kontrollü ve gereksinim duyulan yapıdaki sınır tabaka hız gradyanlarının oluşumu sağlanmıştır. Mimari aerodinamik otoriteleri tarafından daha ekonomik ve güvenilir bir tip olarak kabul edilirler. Bu rüzgar tünellerinin yapısı beş bölümde incelenebilir (Şekil 1.176):

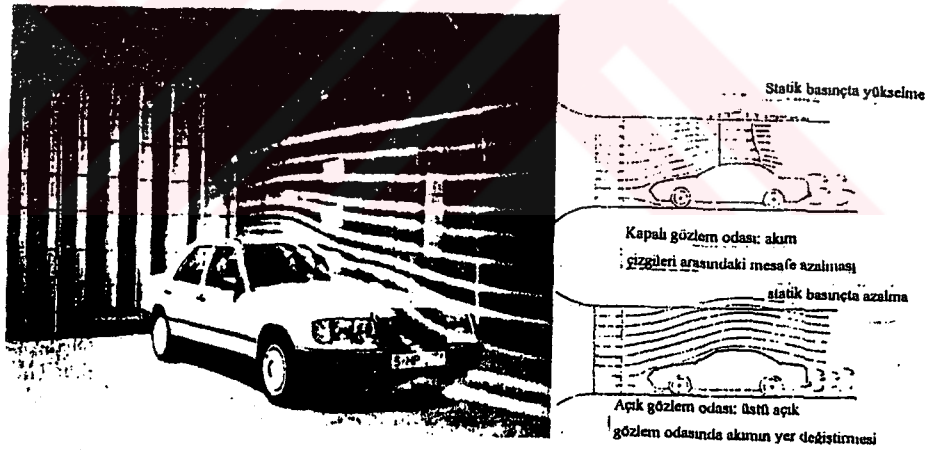
- Giriş bölümü; Çan ağzı biçimindeki bir giriş elemanı ile başlar. Çan ağzını geçen hava akımı, bal peteği (honeycomb) ile karşılaşır. Burada tünelin düzlemi ile paralel hale getirilir ve tünel girişindeki büyük türbilans parçalanır.
- Akım biçimlendirme bölümü; Bal peteğinden geçen akım bu bölümün zeminine yerleştirilmiş olan pürüzlendirme yüzeyi tarafından etkinir ve akıma, gözlem bölümündeki testler için istenen hız gradyanı kazandırılır.
- Gözlem bölümü; Üzerinde deney yapılacak olan bina maketlerinin yerleştirildiği bölümdür. Tünel kesitinde veya bir odacık şeklinde olabilir. Deney akışını izlemek amacıyla şeffaf yüzeylerle kapatılmıştır. Hava akımı bu bölümde maket yüzeylerine etkir ve istenen ölçümler yapılır.
- Transfer bölümü; Köşegen olan tünel kesitini dairesel hale dönüştürerek, fan tarafından emilmekte olan hava akımının hareketini fanın fonksiyonel biçimine uygun hale getirmek amacını taşır.
- Fan; Tünel kesiti içindeki havayı emerek, akım hareketini indükleyen elemandır. Kullanılan motorun gücüne



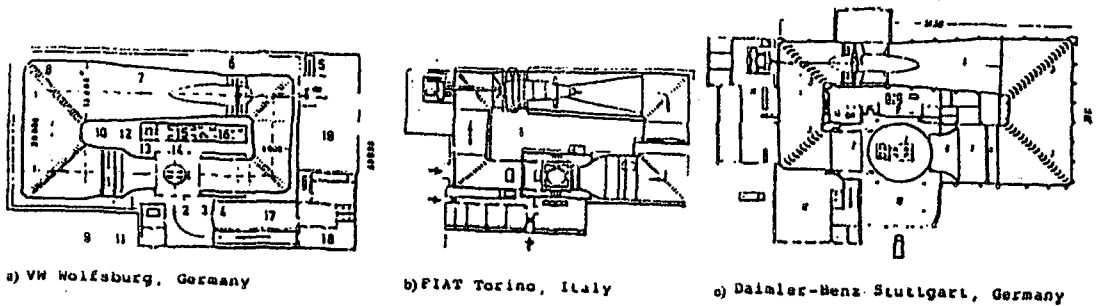
Şekil.1.176. Kapalı-jet, açık-dönüşlü rüzgar tüneli [60, s:984].



Şekil.1.177. Açık-jet gözlem odası ve kapalı gözlem odasındaki kesit sıkışması düzeltmeleri için W.Wuest'in hesapladığı diyagram [59, s:253].



Şekil.1.178. Kapalı ve açık-jet gözlem odalarının karşılaştırılması [59, s:253].



Şekil.1.179. Açık-jet kapalı dönüşlü rüzgar tünellerine örnekler [59, s:249].

bağımlı bir max. hız üretme kapasitesine sahiptir[60, s: 983-985].

1.6.2.2. Kapalı Dönüslü Rüzgar Tünelleri

Kapalı dönüslü rüzgar tünelleri, "yüksek-hızlı" rüzgar tünelleri olarak adlandırılır. 30 ms⁻¹'nin üzerindeki hızlarda yapılan deneyler için kullanılırlar. Genelde taşıt aerodinamiği için tasarlanmış olan bu tiplerin süpersonik hızlarda çalışanları uçak endüstrisinde, daha alçak hızlarda çalışanları ise tüm hava, kara ve deniz taşıtlarının tasarımında kullanılmak üzere gerçekleştirilmişlerdir. Çok sınırlı olarak, mimari aerodinamiğin hizmetinde de kullanılırlar. İki temel alt yapıda incelenirler;

- Açık-jet kapalı dönüslü rüzgar tünelleri
- Kapalı-jet kapalı dönüslü rüzgar tünelleri

1.6.2.2.1. Açık- Jet, Kapalı Dönüslü Rüzgar Tünelleri

Taşıt endüstrisinde en yaygın olarak kullanılan rüzgar tünelleridir (Şekil 1.179). Özellikle otomobil endüstrisinde, birebir ölçekte yapılan aerodinamik deneylerde, gözlem odası kesitinde bazı basınç problemleri gündeme gelir. Deney modelinin yüzeyi üzerinde hareketlenen hava akımı, yukarı doğru yönelirken, modelle tünel tavanı arasında sıkışır. Bu sıkışmalar ölçümlerin değerleri saptırdığı gibi oluşturduğu statik basınç nedeniyle akım çizgisini de bozacak ve deney sonuçlarındaki hata paylarını arttıracaktır (Şekil 1.177, 1.178) Bu nedenle açık-jet gözlem odası araştırmacı için daha kullanışlıdır[59, s: 225-264].

Çan ağzı ve bal peteği bu tiplerde de aynen korunmuştur. ancak yüksek hızlarda çalıştırıldığı için istenen hız gradyanı daha kısa bir akım biçimlendirme bölümü kullanılarak oluşturulabilir hale gelmiştir. Gözlem odasını sınırlayan bölücü elemanlar yoktur. Gözlem odasından sonra aynı kesiti koruyarak uzayan tünel, peş peşe 90°'lik iki dönüş yapar. Bu dönüşler sırasında hava akımının kontrolünü yapmak için, dirseklerde diagonal olarak yerleştirilmiş köşe kanatçıkları vardır. İkinci 90°'lik dönüşten sonra sürüklenen hava hareketi, emildiği fan tarafından tekrar sirküle edilir. Fandan sonraki, üçüncü ve dördüncü 90°'lik dönüşler sırasında, tünel kesiti düzenli olarak büyür. Üçüncü ve dördüncü dirseklerde de diagonalde uzanan köşe

kanatçıkları vardır. Tünel kesitindeki büyümenin amacı ise, bal peteğinden geçerek daralan bir kesitte akım biçimlendirme bölümüne girecek ve hızı artacak olan hava hareketini, çan ağzından önce dinlendirmek ve genel akım sirkülasyonu sırasında bir akım hafızası oluşmasını önlemektir[58, s: 26-31].

1.6.2.2.2. Kapalı-Jet, Kapalı Dönüslü Rüzgar Tünelleri

Açık-jet, kapalı dönüslü rüzgar tünelleri, kapalı-jet, kapalı dönüslü rüzgar tünellerinin gözlem odası tavanında oluşan statik basınç gerilmelerinden kaynaklanan problemlere ve değerlendirme hatalarına karşı bir çözüm olmakla birlikte, yüksek akım hızlarına gereksinim duyulan deneyler için ekonomik değildir. Kapalı-jet, kapalı devre rüzgar tüneli hem bu probleme, hem de açık-jet gözlem odasında oluşabilecek dış atmosfer dağılmalarından kaynaklanan ölçüm hatalarına karşı avantajlıdır [59, s: 225-264].

Gözlem odasının kapalı olması dışında, açık-jet, kapalı devre rüzgar tünelinden önemli bir yapısal farkı yoktur. İşletme fonksiyonunun gereklerinden kaynaklanan boyutsal farklılıklar olabilir (Şekil 1.180)[59, s: 225-264].

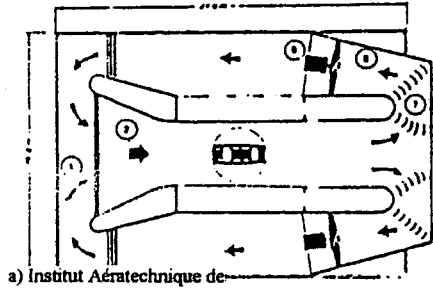
1.6.2.3. Özel Amaçlı Rüzgar Tünelleri

Rüzgar etkilerini inceleyen araştırmacıların problemleri bazen çok karmaşık olabilir. Bir takım özel amaçlı deney düzeneklerine gereksinim duyabilirler. Bu bağlamda tasarlanmış bir çok özel amaçlı rüzgar tünelinden söz edilebilir. Bu türden rüzgar tünelleri için yaygın kullanımı olan iki örnek verilecektir.

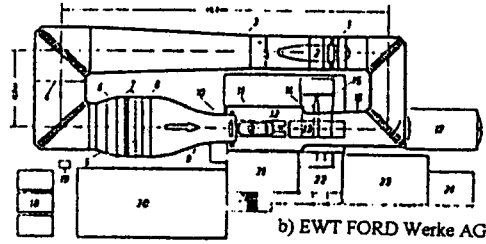
1.6.2.3.1. Kum (Sand) Rüzgar Tüneli

İklimsel koşulların çöl etkisi yarattığı yörelerde, ortaya çıkabilecek çeşitli sorunları çözmek için tasarlanmıştır. Örneğin; çiftlikler, rüzgar erozyonu etkisinde kalan bölgelerdeki otobanlar veya tozlu yollar vs. ortamlarda bulunacak üç boyutlu cisimlerin (bina, taşıt vs.) rüzgarla birlikte etkiyen kum parçacıklarının yol açabileceği problemlerden etkilenişini araştırmak amacıyla dizayn edilmiştir. Deney düzeneği, üzerinde test yapılacak objenin türüne ve yapısına göre ayarlanabilir olarak üretilmiştir. Kum rüzgar tüneli başlıca üç bölümden oluşur;

- Akım bölümü; Her iki kenarında yüksekliği ayarlanabilir platformlar vardır. Deneyler bu bölümde yapılır.

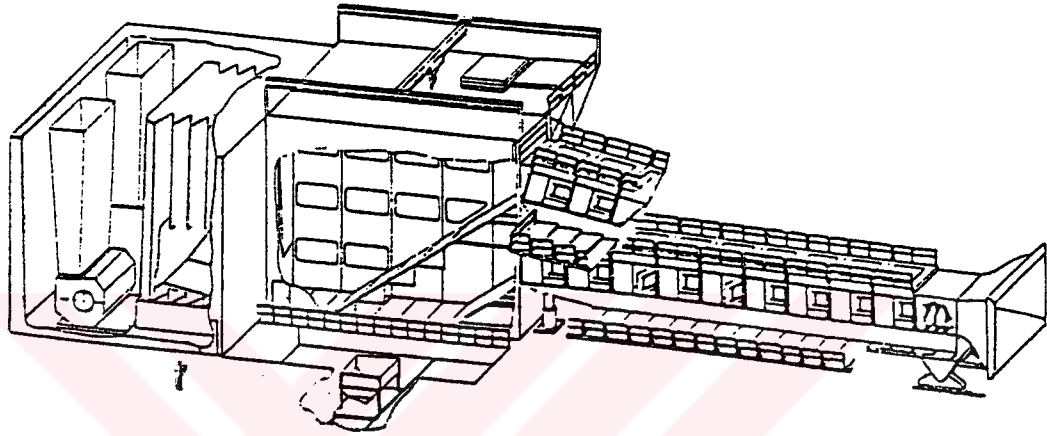


a) Institut Aérotechnique de
St Cyr l' Ecole, France

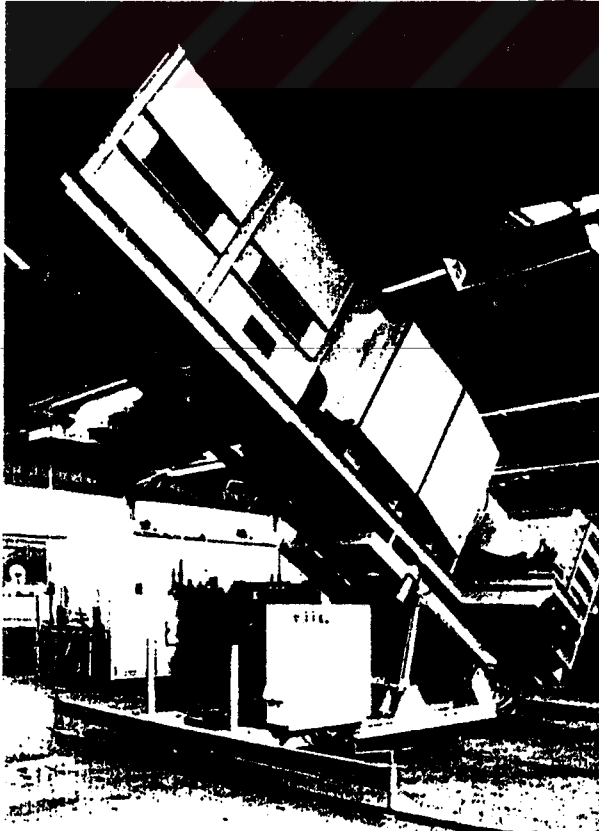


b) EWT FORD Werke AG,
Köln, Germany

Şekil.1.180. Kapalı-jet kapalı dönüşlü rüzgar tünellerine iki örnek [59, s:250].



Şekil.1.181. Kum (Sand) rüzgar tüneli [59, s:251].



Şekil.1.182. Örtü elemanları rüzgar tüneli [59, s:252].

- Çöktürme bölümü; Akım içindeki asılı kum partiküllerinin çöktürüldüğü bölümdür.
- Filtre ve fan bölümü; Fan tarafından emilen havanın süzülerek dışarı atıldığı bölümdür.

Kum taneciklerinin hareketlerini inceleme amaçlı temel çalışmalar, hem birebir ölçeğe, hem de modelleme ölçeğine C. KRAMER, H.J. GERHARDT ve B. REGENSCHELT tarafından yapılmış olan Suudi Arabistan'daki, Dahrhan kentinin Research Institute of the University of Petroleum and Minerals akademisindeki bir kum rüzgar tüneline yapılmıştır. Rüzgar tüneline yapı Şekil 1.181'de görülüyor[59, s: 225-264].

1.6.2.3.2. Örtü Elemanları Rüzgar Tüneli

Tuğla, kiremit vb. örtü elemanları üzerindeki rüzgar etkilerini ve özellikle yaygın olarak kullanılan kiremitlerin ters yöndeki rüzgar etkileri altında artan yağmur suyu geçirgenliği üzerine çalışılmak üzere özel bir rüzgar tüneli olarak Eternit A.G., Berlin firması tarafından yaptırıldı. Bu rüzgar tüneli de, C. KRAMER, H.J. GERHARDT ve B. REGENSCHELT tarafından tasarlandı. Kapalı-jet, açık dönüşlü yapıda olan rüzgar tüneli Şekil 1.182'de görülüyor[59, s; 225-264].

1.6.3.Rüzgar Tüneli Deneylerinde Performans Değerlendirme Kriterleri

Rüzgar tünellerinde yapılan deneylerin sonucunda elde edilen bulguların güvenilirliğinin sağlanabilmesi için rüzgar tüneli içindeki koşullarla, karşılaştırmaların yapılacağı birebir ölçümlerin elde edildiği veya oluşabileceği doğal atmosfer koşullarının benzeşmesinden sağlanması gerekir. Bu benzeştirme çalışmalarına simülasyon da denir.

Maket ölçeği ve birebir ölçekteki ölçülmüş değerlerin birbiriyle ilişkisi ve tünel kesitinin, maket boyutlarıyla ilişkisinin değerlendirilmesi sonuçların yorumlanabilir olmasını sağlayacaktır. Rüzgar tüneline ve araştırmanın performansını ortaya koymak açısından da bu kriterlerin kullanılması global bir gereksinim olmuştur. Bugün bilim çevreleri tarafından araştırmalar için kabul görmüş başlıca dört değerlendirme kriteri vardır;

- Kesit-model ilişkisi
- Ölçekleme

- Atmosferik sınır tabaka benzeşmesi
- Dinamik benzeşme [11, s: 268-300].

1.6.3.1. Kesit-Model İlişkisi

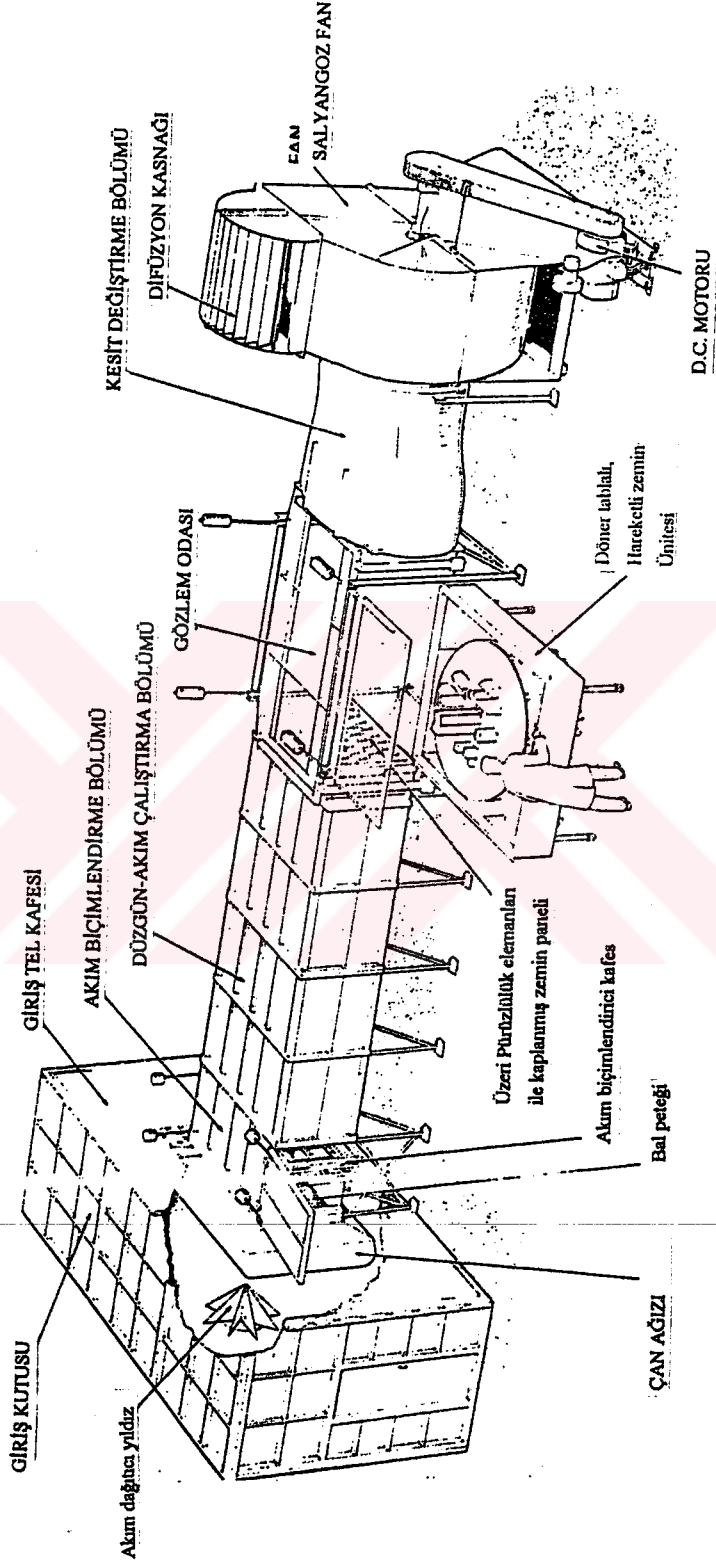
Boş bir rüzgar tünelineki akım gözlemlendiği zaman, deney odasındaki koşullar, tüm kesitte ve deney odasının uzunluğu boyunca üniform olur ve dış çeperlere paraleldir. Eğer değilse, öncelikle bu sağlanmalıdır. Akımın üniformluğunu sağlamak çok karmaşık bir işlemdir ve tünelin tüm parçalarıyla ilişkilidir. Ancak özel bazı elemanlar kullanılarak ve deneme-yanılma yöntemiyle gerçekleştirilir. Örneğin; BRS'de 1968 yılından beri gelişmekte olan rüzgar tüneli üzerinde, D.E. SEXTON, Peter F. GRIGG, N.J. COOK gibi araştırmacıların yaptığı kronolojik değişiklikler ve kullanılan ek elemanlar Şekil 1.176, 1.183, 1.184, 1.185, 1.186, 1.187, 1.188, 1.189'da görülüyor[60, s: 983-985 , 61, s: 1-7 , 61, s: 1-7].

Maket tünel içine yerleştirildikten sonra gerçekleştirilmiş olan üniform akım ve tünel içindeki basınç dağılımı bozulacaktır. Eğer tünel tavanı yapılmak istenen deney için yeterli değilse, tünel tavanında ve maket üzerinde istenmeyen ek basınçlar oluşacak, dolayısıyla akım hızı ölçümlerinde sapmalar olacaktır. Ayrıca eğer vizüalasyon işlemi yapılıyorsa, görüntülenen akım izleri de hata payları taşıyacaktır. Bu hata payların % 5'i geçmesi durumunda, rüzgar tüneline düzeltmeler yapılması gerektiği, genel kabulü vardır[11, s: 268-300].

1.6.3.2. Ölçekleme

Rüzgar tüneli araştırmalarında, maket boyutlarıyla tünelin gözlem bölümünün boyutları arasındaki ilişkiyi tanımlayan lineer ölçeklerin kullanılması alışkanlık haline gelmiştir. Maketin yapımı sırasında, akım oluşumunu etkileyecek, tüm mimari detayların yeterli büyüklüklerde olması için maketleme ölçeğinin bu oluşuma izin verecek büyüklükte olması gerekir. Ancak bina yüksekliğinin üzerinde oluşacak olan atmosferik sınır tabaka içindeki serbest akımın spektrumunu bozacak kadar da büyük olmamalıdır. Maketleme ölçeğinin çok büyük olması, yüksek frekansların oluşturulmasını olanak dışı kılacaktır. Bu değerlendirmeler ışığında maketleme ölçeği 1/150 ile 1/500 arasında ortalama bir değer olarak genel kabul görmüştür. Ancak bu değerler 1/100'e kadar tolere edilebilir.

Bu bağlamda ölçekleme kriterleri, lineer ölçek ve hız ölçeğinden hareketle;



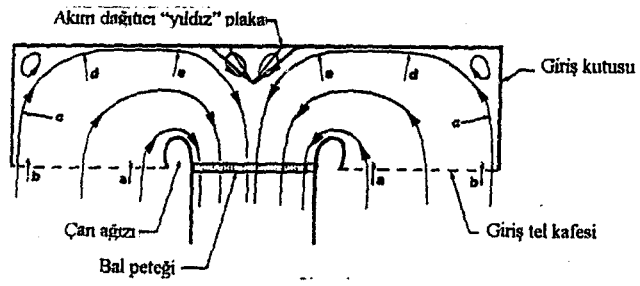
Şekil.1.183. B.R.E'nin atmosferik sınır tabaka rüzgar tüneli [61, s:2].



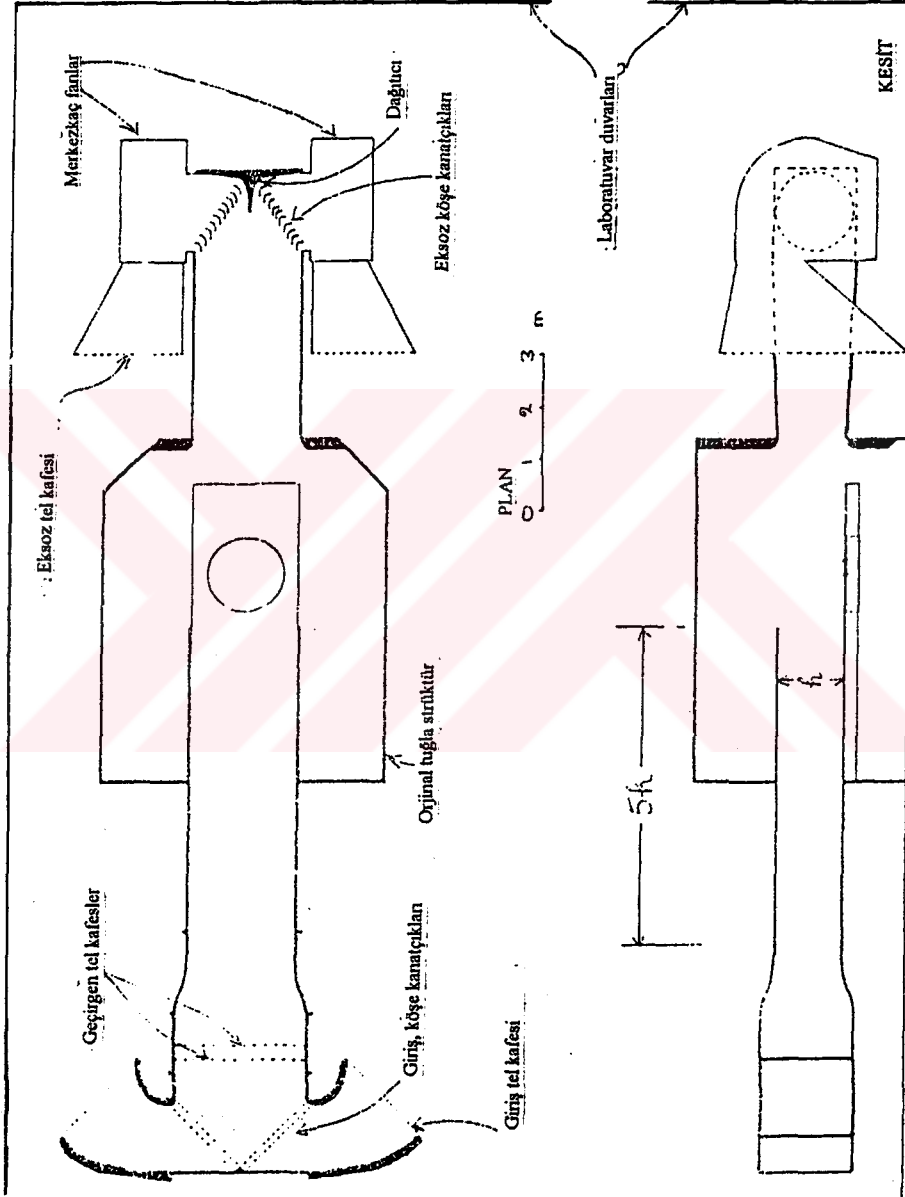
Şekil.1.184. Akım biçimlendirme kafesi [61, s:3].



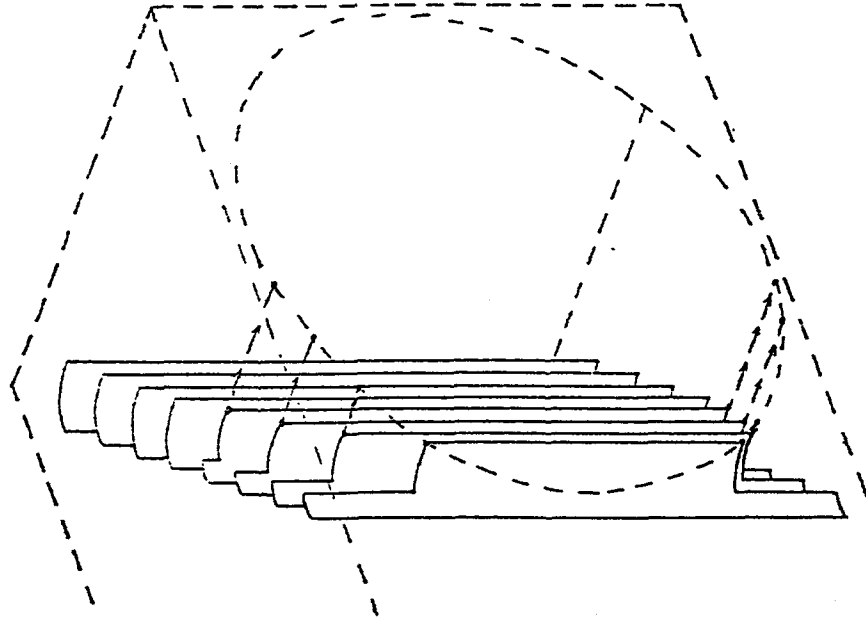
Şekil.1.185. Döner tablalı zemin ünitesi ve çalışma bölümü [61, s:4].



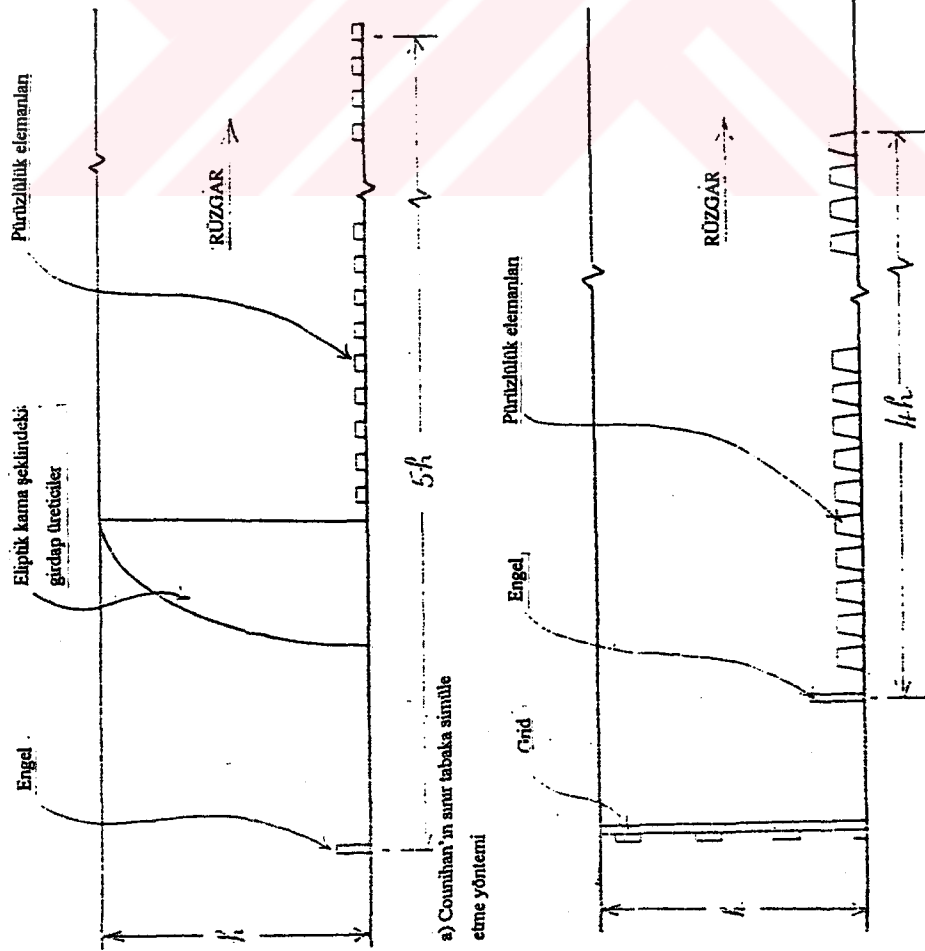
Şekil.1.186. Giriş kutusunun iç yapısının plan düzleminden görünüşü [61, s:5].



Şekil 1.187. 2.00mx1.25m'lik kesitli, Grigg'in kullandığı rüzgar tüneli (1975) [62, s.20].



Sekil.1.189. Akımı dışarı sırtı ile ederken dönüş hareketlerini kontrol eden eksoz kanatçıkları [62, s:23].



Şekil.1.188. Grigg'in tüneline, hızı artırılmış bir sınır tabaka elde etmek için kullandığı yöntemler [62, s:22].

$$L = l_m / l_{fs} \quad (1.38)$$

$$V = v_m / v_{fs} \quad (1.39)$$

L = Lineer ölçek

V = Hız ölçeği

m = Maketin referansı

fs = Birebir ölçek referansı

l = boyut

v = hız

Zaman ölçeği çekilerek;

$$\tau = t_m / t_{fs} = L / V \quad (1.40)$$

$$\tau = L / V \quad (1.41)$$

t = zaman

τ = Zaman ölçeği

olarak belirlenir[11, s: 268-300].

1.6.3.3. Atmosferik Sınır Tabaka Benzeşmesi

Günümüze dek yapılan bir çok araştırmanın sonucunda, bina aerodinamiği için yapılan deneylerde, topoğrafik statüdeki maketlemeler için (şehir, kırsal, semt vs.) 1/1000'den başlayarak, bina ölçeğindeki maketlemeler için 1/200'e kadar ölçeklerde atmosferik sınır tabakanın simülasyonu gerçekleştirilebilir kabul edildi. Sınır tabaka simülasyonu için bir dizi işlem prosedürü, HARRIS ve DEAVES tarafından sunuldu, COUNIHAN gibi diğer bazı araştırmacılar da kendi simülasyon kriterlerini geliştirdiler. Ancak istenen sınır tabakaların oluşumu için en temel değerlendirme kriteri, halen Reynolds sayısıdır. İstenen sınır tabakanın oluşmaya başladığı uzunluk (L), Reynolds sayısına (Re) bağlı olarak ifade edilmiş;

$$\delta = 0.316 L Re^{-1/5} \quad (1.33)$$

eşitliğinden bölüm 1.6.1.'deki türetme yapılarak;

$$\delta = 0.0341 L^{4/5} V^{-1/5} \quad (1.37)$$

eşitliğine ulaşılır. Bu sınır tabaka kalınlığını da (δ) içeren bir eşitliktir[11, s: 268-300].

Atmosferik tabaka benzeşmesi için 22×22 cm'lik bir akım biçimlendirme bölümü içindeki çalışmalarını BRS raporunda sunan R. RAYMENT ve B.J. VHAP elde ettikleri deneysel sonuçları şöyle açıkladılar;

$$V = (U^* / k) \ln (Z / Z_0) \quad (1.42)$$

V = Rüzgar hızı

U^* = Sürtünme hızı

k = Van Karman Sabiti (= 0.40)

Z_0 = Yüzey pürüzlülüğünün uzunluğu

formülü JENSEN tarafından yazılmıştı. Daha sonra formülü;

$$V = V_r (Z / r)^\alpha \quad (1.43)$$

V_r = Referans yükseklikteki hız

r = Yeryüzü üzerindeki referans yükseklik

α = Güç yasası indeksi (Şekil 1.191)

haline dönüştüren JENSEN sonuçta şu ölçekleme yasasını elde etti;

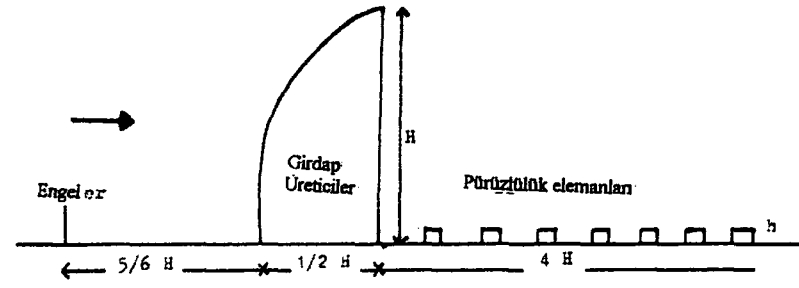
$$Z_0 / Z_0' = D / D' \quad (1.44)$$

Z_0' = Rüzgar tüneli içindeki pürüzün uzunluğu

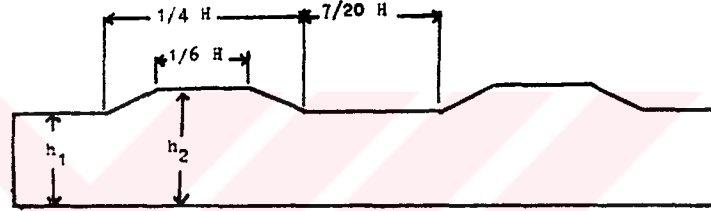
D = Modellenen binanın boyutu (genellikle yüksekliği)

D' = Maket boyutu

Bu sonuçlar çıkış noktası kabul edildi. Maket ölçeği olarak 1/1000 kabul edildi. Sınır tabaka benzeşmeleri $\alpha = 0.15, 0.25, 0.35$ ve $Z_0' = 5, 50, 150$ cm civarındaki değerler için gerçekleştirildi. Denemelerde dört tip ön bariyer kullanıldı. Bunları boyutları Şekil 1.190'da görülebilir. Pürüzlülük için ise 2×2 cm plan boyutlarında ve çeşitli "h" yüksekliklerinde 80 blok kullanıldı. Sonuçta oluşan hız gradyanları Şekil 1.192, 1.193'de görülüyor. Şekil 1.194'de oluşan türbilansın pürüzlülük yüzeyi ile ilişkisini ortaya koyuyor[63, s: 8].

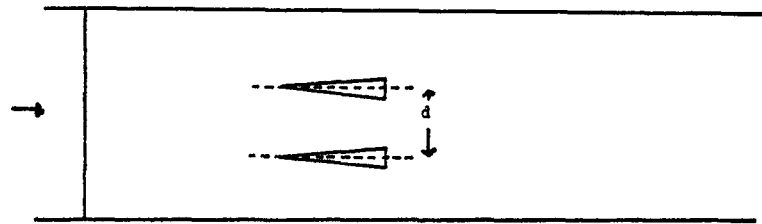


a) Akım çalıştırma bölümü arajmanı



	h_1/H	h_2/H
Barrier A	.143	.225
Barrier B	.15	.19
Barrier C	.21	.25
Barrier D	.27	.31

b) Engel detayları



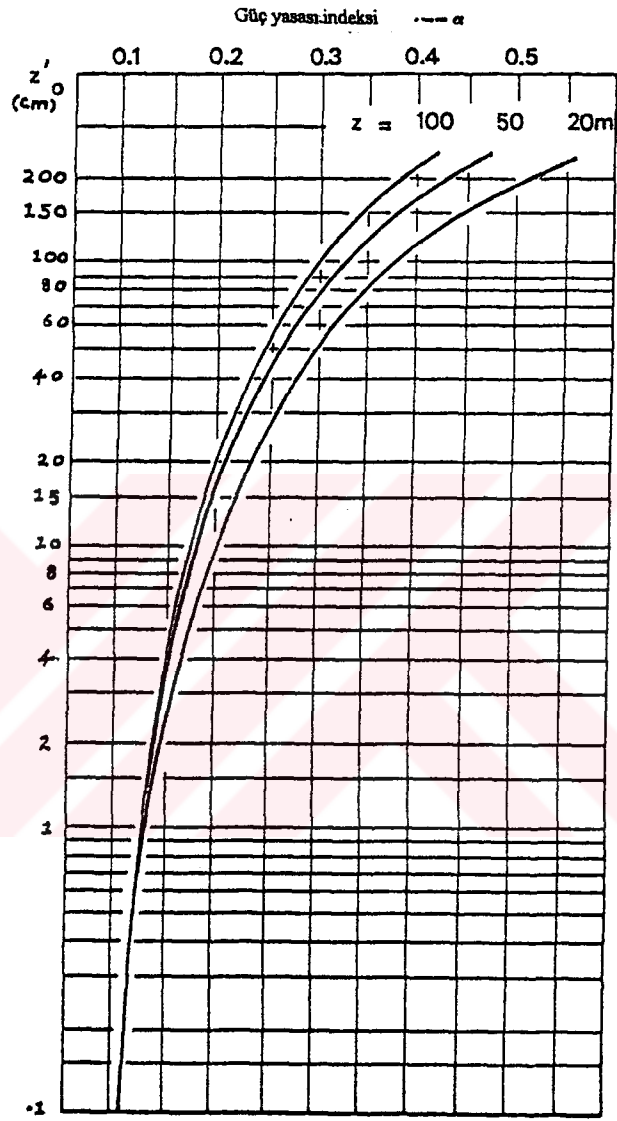
c) Girdap üreticilerin plan düzleminde görünüşü

Şekil.1.190 Akım çalıştırma bölümü arajmanı [63, s:3].

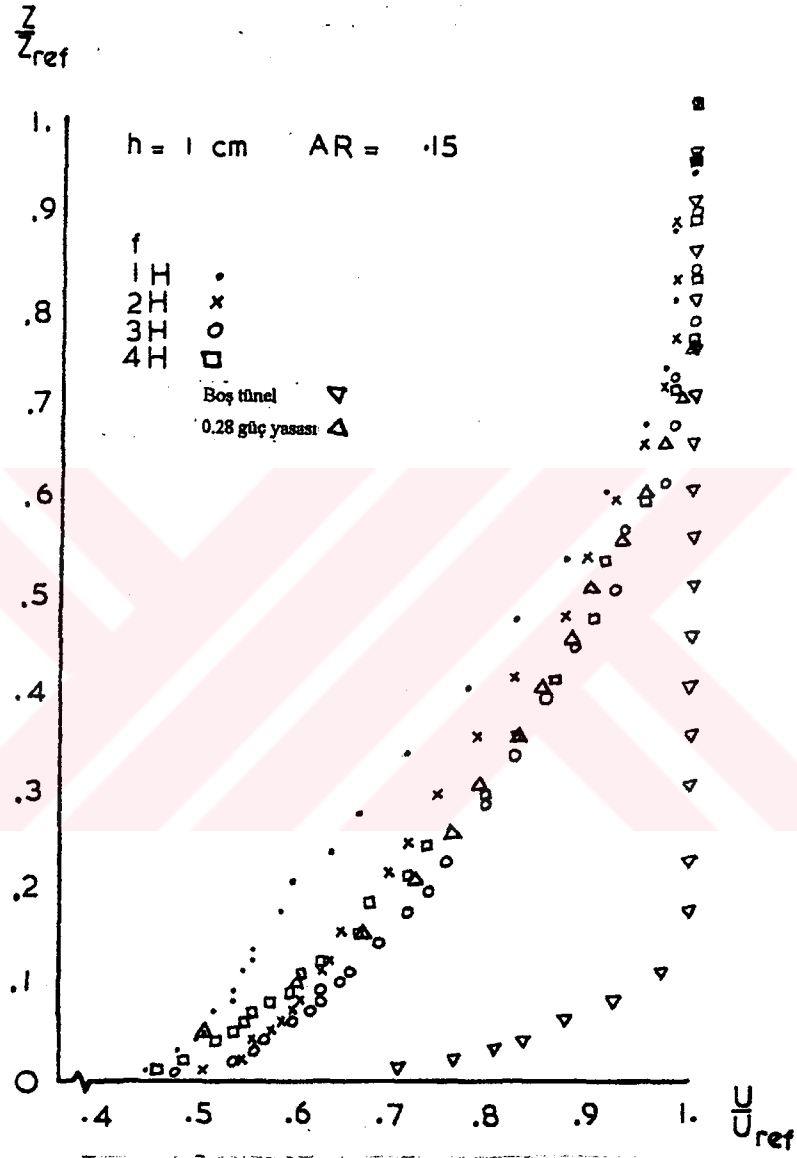
1.6.3.4. Dinamik Benzeşme

Dinamik benzeşme, bina maketiyle birebir ölçekteki binanın bir çok özelliklerinin uyumunu gerektirir. Bunu sağlamak ise bir çok zaman çok zordur. Tümüyle bir benzerliğin kurulması ise hemen hemen imkansızdır. Çünkü, bina maketiyle bina arasındaki dinamik benzerliğin tamamen oluşması için her ikisinde de malzeme yoğunluklarının, elastisite özelliklerinin, kütle dağılımının, frekans sönümlenmesinin vs. aynı olması gerekir. Ancak bunların tümüyle aynı düzende gerçekleştirmek olanaksız olduğu gibi gerekli de değildir. Bina maket ölçeklerinin farklılığı, yapım malzemelerinin farklılığı ve maket için zorunlu olan boyut küçültmelerinin bazı mimari detayların yok olmasına yol açması nedeniyle sadece ilgi duyulan özel bir dinamik parametrenin benzeşmesini yapmak akılcıca ve yeterli olacaktır. Özellikle kule, asma köprü, gökdelen vb. yapıların stabiliteleri test edilirken, dinamik benzeşme gerekliliği de ortaya çıkar[11, s: 121,127,131].

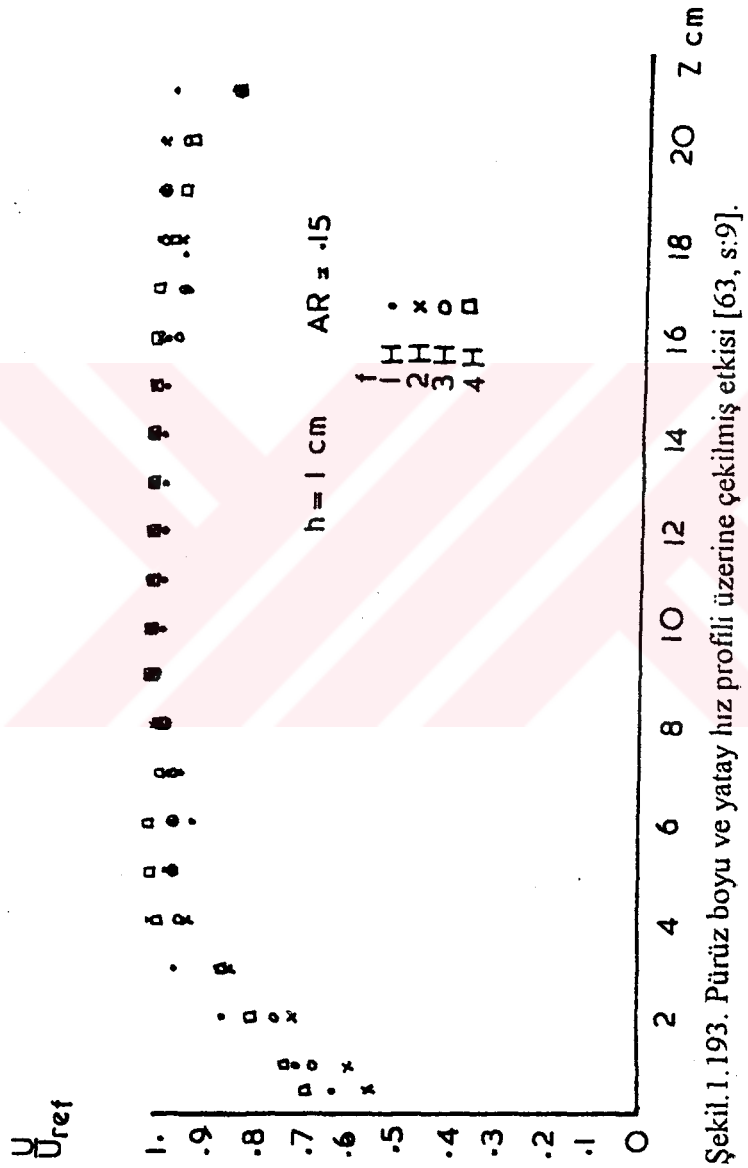


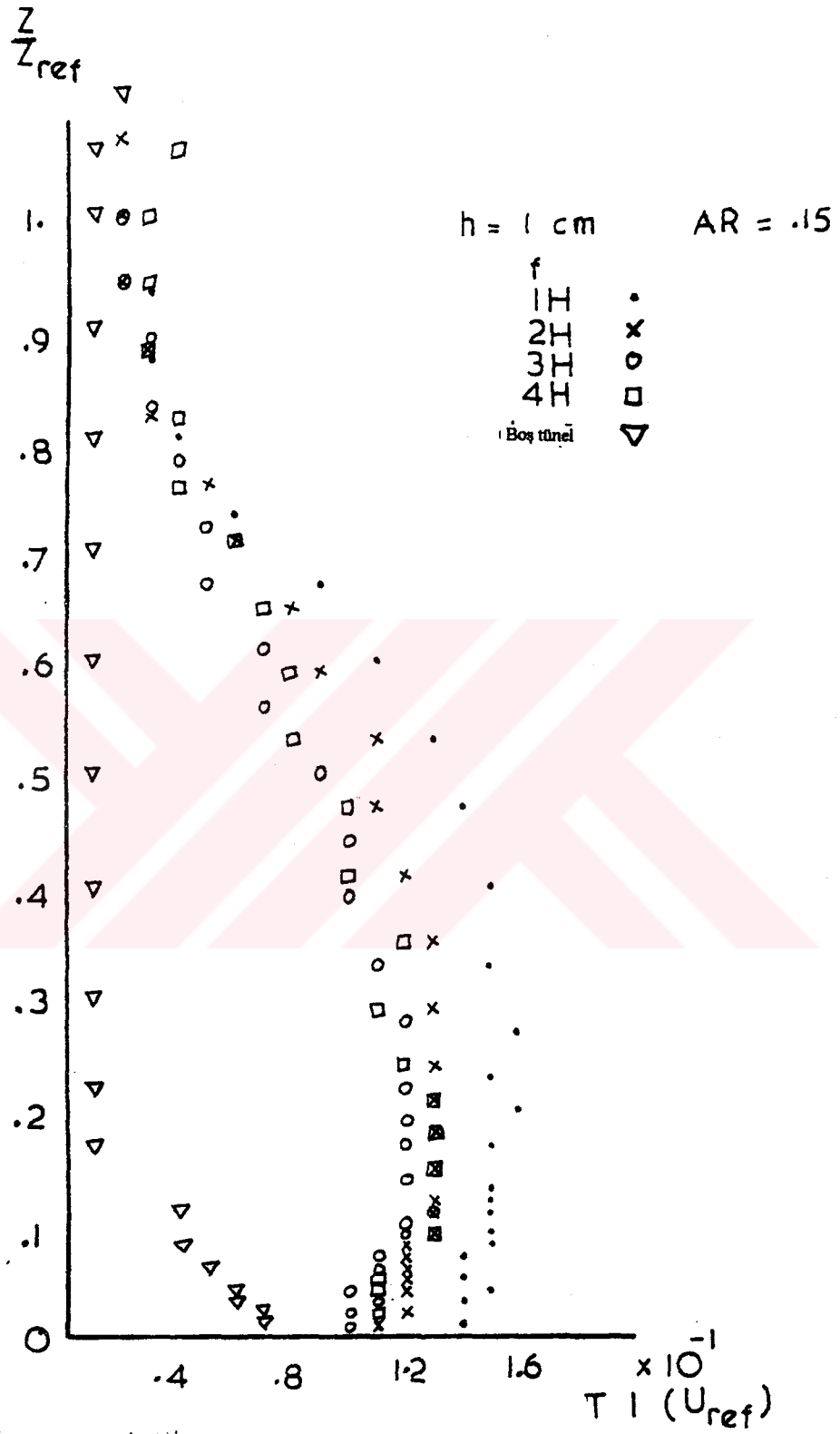


Şekil.1.191. Güç yasası indeksi [63, s:4].



Şekil.1.192. Pürüz boyu ve düşey hız profili üzerine çekilmiş etkisi [63, s:6].





Şekil.1.194. Pürüz boyu ve türbilans şiddeti üzerine çekilmiş etkisi [63, s:9].

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Global iklimsel bir faktör olarak rüzgara, rüzgarlık koşullarının laboratuvar ortamında oluşturulmasına ilişkin olarak rüzgar tünellerine ve oluşturulan koşulların ölçülmesine ve değerlendirilmesine ilişkin olarak da ölçüm ve değerlendirme araçlarına ve tekniklerine temel bilgiler bölümünde değinilmişti. Bu teorik zemin üzerine oturtulan araştırmalar ise kurgusu ve süreci bakımından deneysel çalışmalar bölümünde sunulacaktır.

2.1. Giriş

İnsanın, barınma gereksinimini; mağara, ağaç kovuğu vs. gibi doğal oluşumlar dışında kendi zekasının ve çabasının ürünü olan binalarla karşılama çabasıyla birlikte, hava hareketleri bakımından ekolojik dengeyi etkilemesi ve evrendeki fiziksel bozuşma anlamına gelen entropiyi hızlandırması da başlamıştır. İlk çağlarda tecrübelerle dayanan gelenekler olarak beliren insan-çevre etkileşimi gözlemleri, artık günümüzde önceden tahmin edilmeye çalışılmakta ve tasarımcıya ön kriterler olarak sunulmaktadır.

Geleceğe yönelik, yapı-mikro klima ve yapılar-makro klima etkileşimlerinin, tamamen bilgisayarlar bünyesinde yapılan aritmetik değerlendirmelerle tahmin edilmeye çalışıldığı araştırmalardan bölüm 1.4.3.4.'de söz edilmişti. Ancak bu araştırmalar henüz yeni ve güvenilirlikleri sınanmakta olan çalışmalardır. Günümüz araştırmacıları için, tasarımcılara en güvenilir ve kullanışlı tahminleri sunmanın yolu, rüzgar tünellerinde yapılan deneysel çalışmalardır.

Bu bağlamda; yayaların, "oluşması olasılığı kuvvetli olan mikro iklimatik koşullardan nasıl etkileneceği?" sorusuna da 1960'ların başından beri birçok araştırmacı tarafından cevap arandığı ve mimarın rüzgara ilişkin yaya konforu bakımından tasarım sorumluluklarının sınırlarının çizilmeye çalışıldığı bölüm 1.5.4.'de ele alınmıştı.

Bu hatırlatmalardan sonra, deneysel çalışmaların genelden özele odaklaştığı noktalar tahmin edilebilir.

Şu artık çok iyi bilinmektedir ki; binanın rüzgar altı cephesinin uzunluğuna ve yüksekliğine bağlı olarak, bina derinliği etkisi altında, bina yakın çevresinde, doğal yapısı bozulmuş bir hava hareketi dağılımına yol açılmaktadır. Bu akım dağılımının yatay veya düşey kesitli yaya seviyesindeki oluşumlarındaki en önemli indikatörler ise bina yükseklikleridir. Bina yüksekliğinin etkilerini yumuşatmanın veya gidermenin tek yolu ise yerleşim yoğunluğunu azaltmaktan geçer (bkz. bölüm 1.5.3., Şekil 1.115) [11]. Geçmişte rüzgar tünellerinde yapılmış olan araştırmalar [48, 65, 66, 67], yaya seviyesindeki, "artmasına yol açılmış rüzgar hızları"nın üç ana bölgesi olduğuna tanı koydu:

- Girdap bölgesi; binanın kapalı ve rüzgar üstü yerleri için,
- Köşe akımı bölgeleri; binanın yanal kenarları için ve
- Bina altı bölgeler; Eğer bina zemin katı tamamen boş ve bina sadece kolonlar üzerinde yükseltilmişse veya zemin kat bir pasaj koridoru ile boydan boya delinmişse [1, s:1-3].

Bu yüksek lisans tezi kapsamında gerçekleştirilmiş olan deneysel çalışmalar, daha önce Peter F. GRIGG'in, 1974 yılında B.R.S. bünyesinde, "binanın etrafındaki yaya alanları üzerinde yapılmış portiklere ilişkin olarak, bina altı bölgelerdeki olası korunma etkilerini araştırmak için tasarlanmış" ve "BİR UZUN BİNANIN ALTINDAKİ HIZLAR ÜZERİNDE PORTİKLERİN ETKİLERİNİN BİR RÜZGAR TÜNELİNDE TESTİ" ismiyle raporunu sunduğu araştırmaların tekrarı niteliğindedir [1, s: 1-3].

Başlangıç deneyleri, nerede ve hangi koşulların etkisi altında, en yüksek akım hızlarının oluşacağını saptamaya yöneliktir. Sonuç deneyleri ise, taşıyıcı sistem dışında tamamen boşaltılmış ve bölücü elemanların olmadığı zemin katlarda veya bölücü elemanlarla oluşturulmuş bir zemin katın, merkez simetrisi içinde rüzgar üstü cepheden, rüzgaraltı cepheye kadar sabit bir kesitle delinmiş olduğu pasajlarda yapılmıştır. Bu arada, farklı boyut varyasyonlarındaki portiklerin, yaya seviyesinde, oluşabilecek akım hızları üzerindeki etkinlikleri de saptanmıştır.

2.2. Rüzgar Tüneli Ünitelerinin Tanıtılması

Gerçekleştirilen deneysel çalışmalara geçmeden önce, ana hatlarıyla, çalışmaların çeşitli evrelerinin sürdürüldüğü laboratuvarların ve rüzgar tüneli düzeneklerinin, yerleşim olarak ve kullanılan rüzgar tünellerinin yapısal ve fonksiyonel teknik özellikleri bakımından tanıtılması gelecekte araştırmayı kritik edecek otoriteler için yararlı olacaktır. Ayrıca elektronik donanımların dökümü yapılacak ve deneylerde kullanılan maketlerin sütrüktürel ve fonksiyonel özellikleri de bu bağlamda açıklanacaktır.

2.2.1. İ.T.Ü. Uçak-Uzay Fak. Trisonik Lab. Sınır Tabaka Rüzgar Tüneli Ünitesi

Araştırmaya ilişkin ön çalışmalar niteliğindeki kalibrasyon deneyleri; teknik kapasitesinin üstünlüğü ve gelişmişliğinden dolayı, İ.T.Ü. Uçak-Uzay Fak. bünyesinde, Trisonik Laboratuvarı'nda halen kullanılmakta olan Sınır Tabaka Rüzgar Tüneli'nde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1,2.2).

Kalibrasyon deneylerinin yapılmasının amacı; ölçüm aleti olarak kullanılan sıcak-tel problemleri, bölüm 1.4.2.3.1.'de anlatılan fonksiyonel ve yapısal özelliklerinden

dolayı uğradıkları voltaj değişimlerinin, rüzgar tünelineki pratik akım hızlarından hangisine karşılık geldiğini saptamaktır. Yani ölçüm sisteminin kendi teorik döngüsüyle saptadığı dataları, software'e yüklenen kalibrasyon dosyası yardımıyla pratikte gerçekleşen hızlara dönüştürmektir. Daha sonra, bilgisayarın çıktı olarak kullanıcısına sunacağı tüm akım hızına ilişkin değerler tamamen bu kalibrasyon dosyası yardımıyla yapılan hesaplamalar sonucu olarak oluşacaktır.

Sözü edilen kalibrasyon işlemleri detaylı olarak bölüm 2.3.'de anlatılacaktır. Trisonik laboratuvarının donanımı oldukça çok sayıda ekipmandan oluşmaktadır. Ancak bu araştırma projesinde faydalanılan donanım olarak sadece sınır tabaka rüzgar tüneline ve elektronik donanımlarından söz edilecektir:

- Rüzgar tüneli
- Elektronik donanım

2.2.1.1. Rüzgar Tüneli

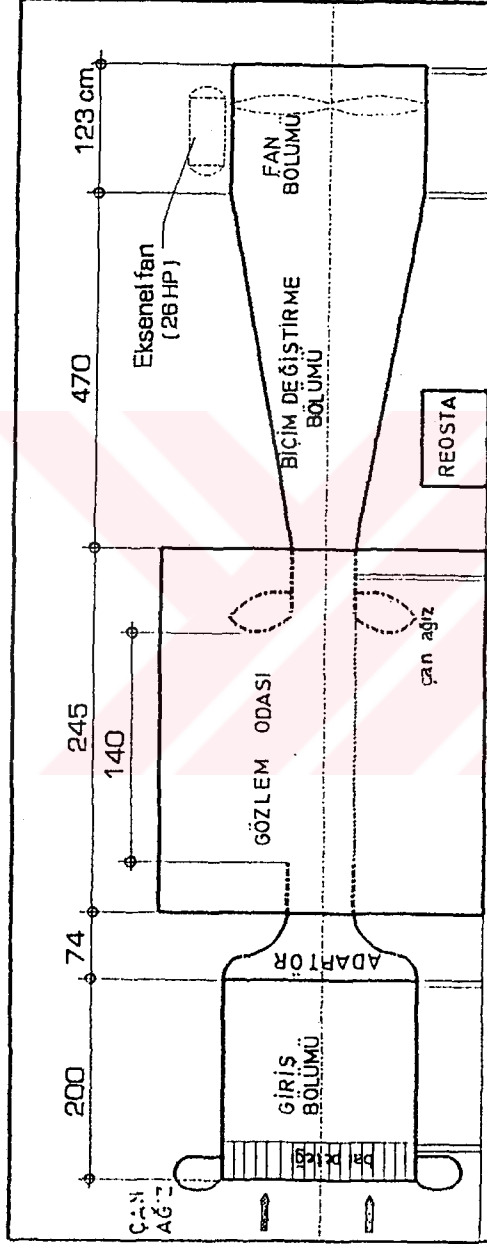
Trisonik laboratuvarındaki rüzgar tüneli, bölüm 1.6.2.1.2.'de sözü edilen; "kapalı jet-açık dönüşlü" yani Eiffel tipi subsonik bir rüzgar tünelidir.

Tünel içerisinde hava hareketi soldan sağa doğru ve emişli bir rüzgar tünelidir. Tünel Çan ağız, 2.60x2.60x0.30 m.'dir. Bunu izleyen 2.00x2.00x2.00 m'lik akım biçimlendirme bölümü $\phi 50$ mm çapındaki PVC borulardan oluşturulmuş bir bal peteği ile başlar (Şekil 2.3). Akım biçimlendirme bölümü gözlem odasına, 2.00x2.00 m kesitten, 1.00x1.00 kesite dönüşümü sağlayan 0.74 m uzunluğundaki adaptör ile bağlanır. Bu bölümlerin tümü 2 mm'lik çelik sacdan yapılmıştır. Taşıyıcı sütrüktür ise kutu profillerden ve lama demirlerinden oluşur.

Maketlerin yerleştirildiği gözlem odası ise; 3.00x3.00x2.45 m boyutlarındadır ve sunta levhalarla oluşturulmuş bir hücre görünümündedir. Gözlem odası kapısı bir flexglass tabakadan oluşur. Şekil 2.4'de görüldüğü gibi gözlem odası içinde manometre hortumlarının bağlandığı bir çalışma sehpası ve iki boyutlu traversing sistem vardır.

Gözlem odasını izleyen bölüm, biçim değiştirme bölümüdür. Gözlem odası içindeki kesiti 1.00x1.00 m 'lik kare kesitle başlar ve fan bölümündeki 1.60 m çapındaki dairesel kesite kadar düzenli bir değişim gösterir.

Rüzgar tünelinin fanı 1.60 m çapındaki aksiyel bir fandır. Fanı döndüren motor 25 PS lik basınçlı bir motordur ve yaklaşık 10 kwat gücünde, 850 d/dk. lık fan devirini sağlar (Şekil 2.5).



2.2.1.2. Elektronik Donanım

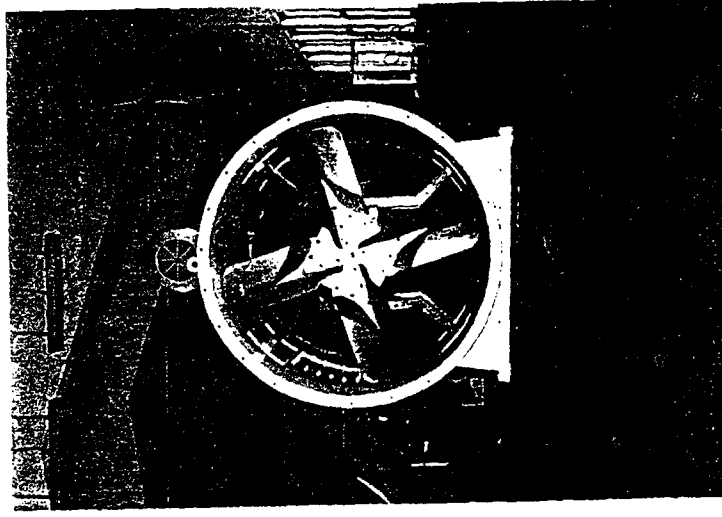
Bu bölüm de daha önce bölüm 1.4'de sözü edilen hava akımı hızı değerlendirme teknik ve araçlarından Trisonik laboratuvarında bulunanların dökümü sunuluyor.

- DISA, 55 MO Main Ünit; 55 M 10 standart CTA köprü ve sinyal kondüsyoner içerir.
- Traversing Sistem; iki boyutlu bir traversing sistemdir. 56 G 00 CTA interface modüllerinden ve mekanik aksamdan oluşur.
- 386DX bilgisayar; acqWIRE paket programı yüklenmiş ve elektronik donatısına bir 56 G 157 IEEE interface ilavesi yapılmıştır.
- Türkçe klavye ve mouse,
- Motor-deviri kontrolü için bir elektronik reosta,
- 5585G model, MR 3625 M/C tipi multi manometre

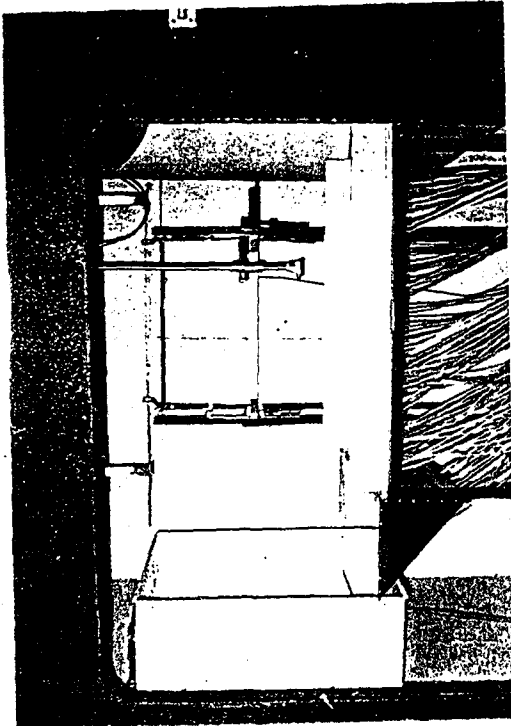
2.2.2. İ.T.Ü. Mimarlık Fak. F.Ç.K. Lab., Sınır Tabaka Rüzgar Tüneli Ünitesi

Bu yüksek lisans tezi kapsamında yapılan deneysel çalışmaların, kalibrasyon deneyleri dışındaki bütün aşamaları, İ.T.Ü. Mimarlık Fak. bünyesindeki F.Ç.K. laboratuvarında kullanılmakta olan rüzgar tünelinde gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar 19.20 m. boyunda ve 9.45 m. genişliğinde dikdörtgen şeklinde bir plana sahiptir. Laboratuvarların giriş altı yüksekliği ise 5.10 m.'dir. Taşkısla'nın Kuzey ve Doğu yönlerine bakan iki cephesi arasındaki köşede yer alan laboratuvarın, Kuzey cephesinde 2 adet ve doğu cephesinde ise 4 adet 1.30x2.50 m. Boyutlarında toplam 6 adet kemerli pencere vardır. Bu pencerelerin ve giriş kapısının hava sızdırganlığı yeterince engellenememiştir. Rüzgar tünelinin ve diğer laboratuvar ekipmanlarının plan ve kesit düzlemindeki yerleşimleri Şekil 2.6 ve Şekil 2.7'de görülmektedir. Rüzgar tüneli ünitesinin donanımları başlıca üç grupta özetlenebilir:

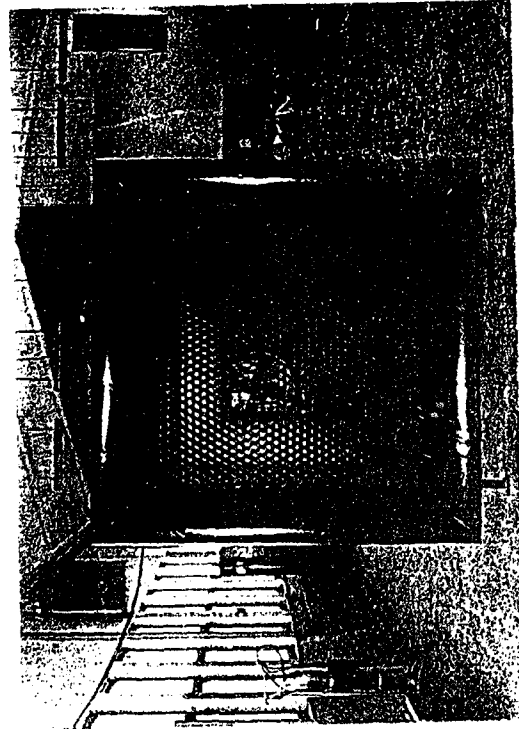
- Rüzgar tüneli
- Elektronik donanım
- Yardımcı ekipmanlar



Şekil 2.5 . Fan bölümü .



Şekil 2.3. Gözlem odası ve traversing sistem.



Şekil 2.4 . Bal peteği (Honeycomb).

2.2.2.1. Rüzgar Tüneli

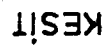
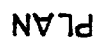
F.Ç.K.'da kullanılmakta olan rüzgar tüneli kapalı jet-açık dönüşlü, Eiffel tipi bir rüzgar tünelidir. Subsonic hızda çalışır.

F.Ç.K.'nın rüzgar tünelinde akım yönü soldan sağa doğrudur. Yani emişli bir rüzgar tünelidir. Tünel girişi 2.50x2.50x0.30 m'lik bir çan ağızla başlar. Bunu izleyen 2.00x2.00x0.92 m.'lik iki adet akım biçimlendirme bölümü modülü vardır. Akım biçimlendirme bölümünün, gözlem odasına bağlanması ise 2.00x2.00 m. kesitten 1.05x1.05 m. kesite geçen 1.30 m. uzunluğundaki bir adaptör modül ile yapılır. Bu adaptörün fonksiyonu; akım biçimlendirme bölümünü geçerek gelen hava akımının basıncını ani bir kesit daralmasıyla arttırmak ve böylece daha kısa bir rüzgar tüneli ile daha büyük akım hızları elde etmektir. Aynı fonksiyona çan ağızında bir miktar katkıda bulunduğu da söylenebilir. Buruya kadar ki modüller ve gözlem odasından sonra ki modüller 2 mm'lik çelik sacdan yapılmıştır. Modül bağlantılarının sağlandığı kesit kenarlarına ise köşebentler kaynatılmış ve köşebentlerin birbirine karşılık gelen kenarlarına açılan matkap deliklerinden sıkılan bulonlarla modüllerin birbirine montajı sağlanmıştı. Tünel genel yapı olarak, kutu profilleden yapılmış taşıyıcı sütrüktür üzerine oturtulmuştur (Şekil 2.8).

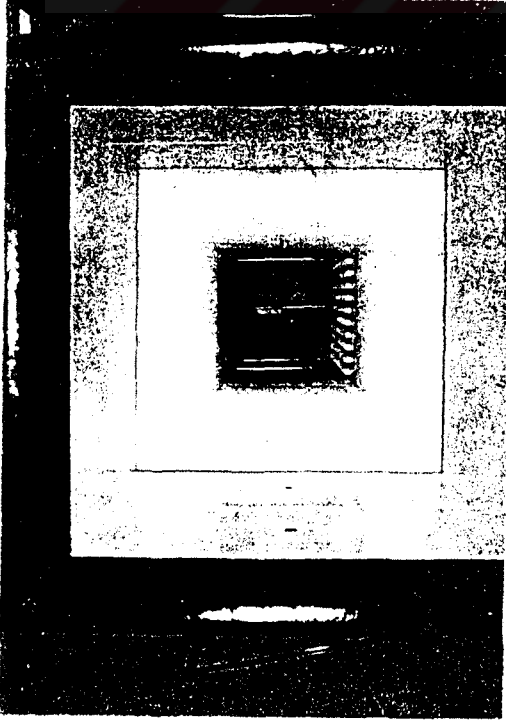
Gözlem odası ise; çelik köşebentler ve kutu profillerle stabile edilen, ahşap yonga levha (sunta) tavan ve döşeme elemanları ile alüminyum çerçeveler içine yerleştirilmiş, sökölüp takılabilir, şeffaf, flexs-glass yanıl bölücü elemanlardan oluşturulmuştur. Gözlem odası, 1.05x1.05x1.05 m'lik üç adet rijit modülden oluşmaktadır. Gözlem odasının iç kesiti ise 1.00x1.00 m.'dir. Deney maketlerinin ve onların önüne yerleştirilen, yüzey pürüzlülüğü elemanları gibi yardımcı indikatörlerin monte edildiği bölüm gözlem odası bölümüdür. Ölçümler, simülasyonlar ve vizüalasyonlar bu bölümde yapıldığı için bu bölüme, çalışma bölümü ismi de verilir (Şekil 2.9).

Gözlem odasından sonraki 6 modül ise; sırasıyla, 0.86, 0.84, 0.84, 0.90, 1.22, 1.30 m. uzunluklarındaki biçim değiştirme bölümünün modülleridir. Kare kesitli gözlem odasından sonra başlayan bu bölüm, dairesel kesitli fan bölümüne doğru yaklaştıkça, aşama aşama, 1.05x1.05 m. kare kesitten, 1.64 m. çapındaki dairesel kesite dönüşür. Biçim değişikliği yanı sıra, bir kesit büyümesini de ifade eden bu aşamalı dönüşümün amacı; hem gözlem odasındaki akımın kararlılığını korumak yani yanıl bir anafarla dönmesini önlemek ve hem de fanın fonksiyonel biçimine uygun bir biçimlenme ile akımı fana iletmek yani pervanenin, kapasitesinin altında bir verimle çalışmasına neden olmamaktır.

Fan bölümü, biçim değiştirme bölümüne bir branda ile bağlanan fan kasnağı ve fanı döndüren motoru taşıyan, kutu profillerden yapılmış bir sehpadan oluşur. Rüzgar tüneli üzerinde hali hazırda fan 0.92 m. çapındaki aksiyel bir fandır. Fanı döndüren motorun gücü ise 1.5 k.wat'dır (Şekil 2.10).



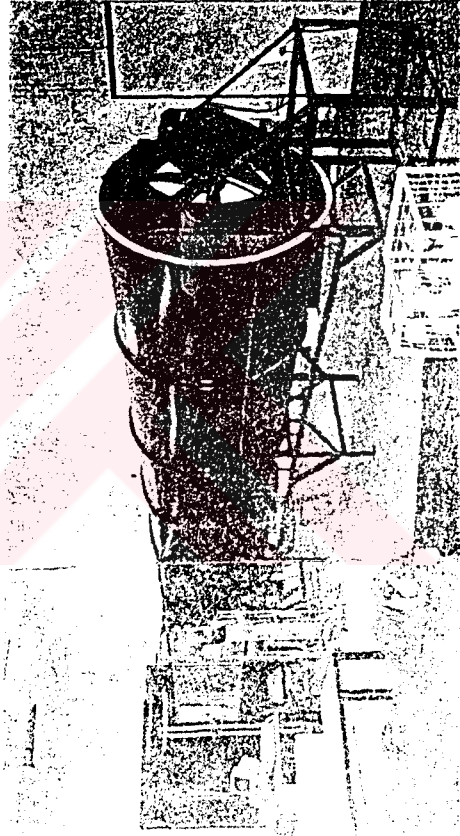
0:1/100



Şekil 2.8 . Çan ağız ve tünel girişinden görünüş.



Şekil 2.9 . Gözlem odası ve taşıyıcı sehpalər.



Şekil 2.10 . Genel görünüm ve fan bölümü.

2.2.2.2. Elektronik Donanım

Deneyler sırasında kullanılan elektronik donatılarla ve bunların mekanik aksamlarıyla ilgili bilgiler detaylı olarak bölüm 1.4 ana başlığı altında sunulmuştur. Bu bölümde sadece, laboratuarda mevcut olan ve tercih edilen donatıların isimlerini saymak ve kısaca tanımlamakla yetinilecektir:

- 56 C Sistem, Main Unit; 56 C 01 CTA, 56 C 17 CTA köprü ve bir adet 56 N 20 sinyal kondüsyoner içerir (DANTEC).
- Traversing Sistem; Manual kontrol için bir adet 57 B 120 motor controler ve 56 G 00 CTA interface modülleri ve Şekil 1.84'de mekanik aksamı görülen parçalardan oluşur (DANTEC).
- 386 SX ACER bilgisayar; acq WIRE paket programı yüklenmiş ve elektronik donatısına bir 56 G157 IEEE-interface eki yapılmıştır (2 MB RAM, 40MB HD).
- FX-870 EPSON Printer;
- Türkçe Q Klavye ve mouse
- Duman Üretme Sistemi; T.E.M.'in Sistem-B model duman üreticisi
- SPY15 prob (Şekil 2.11);

$$R_{20}=3.4\Omega$$

$$R_L=0.5\Omega$$

$$\alpha_{20}=0.36\%/C$$

2.2.2.3. Yardımcı Ekipmanlar

Deneylerin yürütülmesi süreci içinde, zaman zaman çalışmalara yardımcı ekipmanlar olarak katkıda bulunan bazı araç ve gereçleri de kısaca gözden geçirmek yararlı olacaktır. Çalışmalar sırasında en fazla faydalanılan başlıca üç ekipman vardır:

- Rüzgar tüneli içerisindeki, kesit ve tünel çeperlerinde oluşan bazı basınçları gözlemlemek için; T.E.M.'in 5585 G model, MR 38625 m/C tipi, multi-manometresi kullanıldı.
- Bazen rüzgar tüneli içinde veya laboratuvar ortamındaki hava akımı hızlarını ölçmek için, sıcak tel anemometrelere göre daha ampirik sonuçlar üreten, Wallac'ın geliştirmiş olduğu 66 A tipi 23S model, thermoanemometreler kullanıldı (Şekil 2.12).
- Elde bulunan traversing sistemin, tek boyutlu hareket edebilen bir mekanik düzenek olmasından dolayı yapılamayan, ikinci boyuttaki hareketleri yapabilmek için ve traversing sistemi taşımak için araştırma bünyesinde, Taşkılla maket atölyesi çalışanlarının katkılarıyla üretilen bir taşıyıcı sehpa kullanıldı.

2.2.3. Modelleme ve Deneylerde Kullanılan Maketler

Bölüm 1.6.3.2.'de modelleme ölçeklerinden söz edilirken, sınır tabaka rüzgar tünellerinde yapılan deneylerde ideal maket ölçeğinin 1/150 ile 1/1500 arasında değiştiği, ancak bu oranın 1/100'e kadar da toleransla karşılanabileceği belirtilmişti. GRIGG'in yaptığı deneylerde kullandığı modelleme ölçeği ise 1/120'dir. Yukarıdaki toleransa sığınarak ve bu araştırmanın sonuçlarını GRIGG'in araştırmasının sonuçlarıyla daha kolay karşılaştırabilmek için "Bina Biçimlenmesinde Boşlukların Yakın Çevredeki Hava Hareketleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi" araştırması kapsamında yapılan deneylerde de imgesel modelleme ölçeği: 1/120 olarak kabul edildi.

Bu durumda, bire bir ölçekte 3.00 m. olan, tek bina katının yüksekliği, maketlerde 25 mm. olarak modellenmiştir. Yine bire bir ölçekte 48 mx12mx48 m olan toplam bina boyutları, maket üzerinde 400 mm x 100 mm x 400 mm olarak simgelenmiştir (Şekil 2.13).

Deneylerin, yaya seviyesindeki hızlar üzerinde odaklandığı göz önünde bulundurulursa, ölçümlerin yapılacağı ranjların, insan boyutlarıyla ve özellikle düşeydeki beden orantılarıyla yakından ilişkili olacağı açıktır.

İnsan boyutlarına ilişkin, Altın-kesit öğretisini, binalara uygulanan oranlar bilimi haline getiren, Le CORBUSIER'dir. Avrupalı erkekler için genel ortalama 22 yaş üzeri boy, 1.75 m.'dir. ancak bu uzunluktan yola çıkan Le CORBUSIER 1947'de kendi Altın kesitinin boyunu; 1828,8 mm.'ye kadar büyötmüştür. Yaklaşık 1.83 m olarak literatürlere geçmiş bu yükseklik maksimal ortalama insan boyu olarak da adlandırılabilir (Şekil 2.14). Bu durumda klasik Altın-kesit öğretisinde karın altı yüksekliğe karşılık gelen 1/2 a oranı da yaklaşık; 0.915 m. olmaktadır (Şekil 2.15) [68, s:28,29,40] 0.915 m.'lik bu yerden yükseklik ranjı, insanın elde taşıdığı paket, çanta, poşet vs.'nin (özellikle alışveriş merkezi için) içinde bulunacağı hacimin yüksekliğini ifade eder. Ayrıca palto, pardesü ve eteklerin savrulmasıyla doğan konforsuzluklar ve yürüme zorlukları için de geçerli olan bir hacimdir.

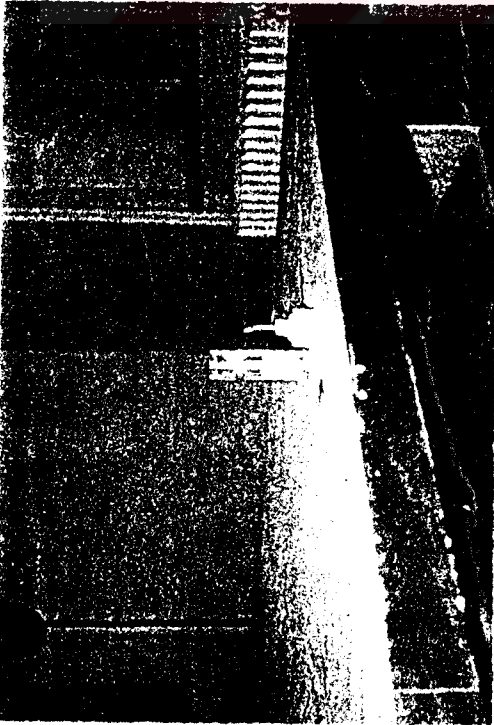
Ayakta duran veya yürüyen yayalar için söz konusu olan bu kritik modelleme ölçeğine indirgenirse;

$$\text{ö: } 1/120 \Rightarrow 1828.8 \text{ mm.} / 2/120 = 7.62 \text{ mm.}$$

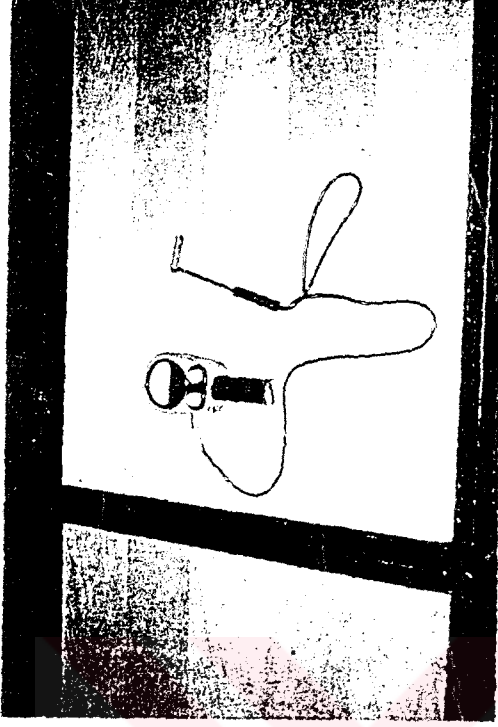
$$7.62 \cong 7,5 \text{ mm.}$$

olur.

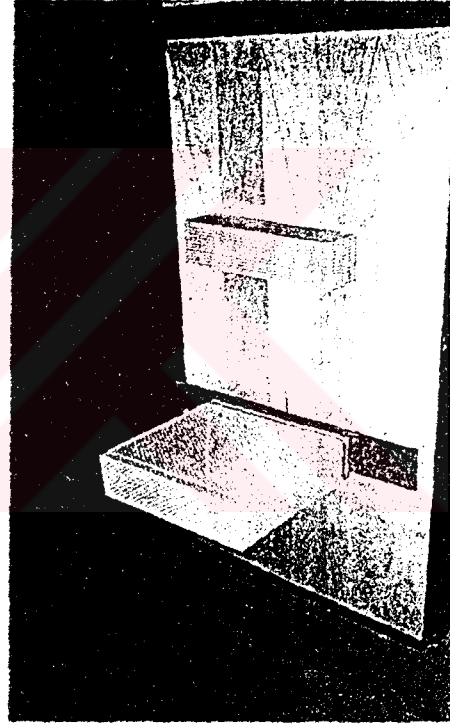
Yukarıdaki hesaplama sonucunda elde edilen 7,5 mm kabulü, bu araştırmada yapılacak deneylerdeki, yatay ranj ölçümlerinde prob yüksekliği (H_p) olarak kullanılmıştır. O halde, max. ort. insan boyu da;



Şekil 2.11 . SPY 15 Prob.



Şekil 2.12 . Thermo-couple anemometre.



Şekil 2.13 . Deneylerde kullanılan maketler.

$$\text{ö: } 1/120 \Rightarrow 1828,8 \text{ mm}/120 = 15.24 \text{ mm.}$$

$$15.24 \approx 15 \text{ mm.}$$

hesaplaması sonucu yaklaşık olarak 15 mm. kabul edilmiştir. Modelleme ile ilgili bu detaylı açıklamalar yapıldıktan sonra, modellenen binaların maketlerini başlıca iki ana kategoriye ayırmak mümkündür;

- Rüzgar üstü ön bloklar (Ö.Blok)
- Rüzgar altı arka bloklar (A.Blok)

Bu maketler, temelde birer ana gövdeden oluşmuştur. Ancak araştırmanın çeşitli aşamalarında gerçekleştirilen deneyler için gereksinen farklı blok tiplerini; bu iki temel ana gövdeye ilave edilen veya çıkarılan parçalar ve bağlantı elemanlarıyla yaratılmıştır.

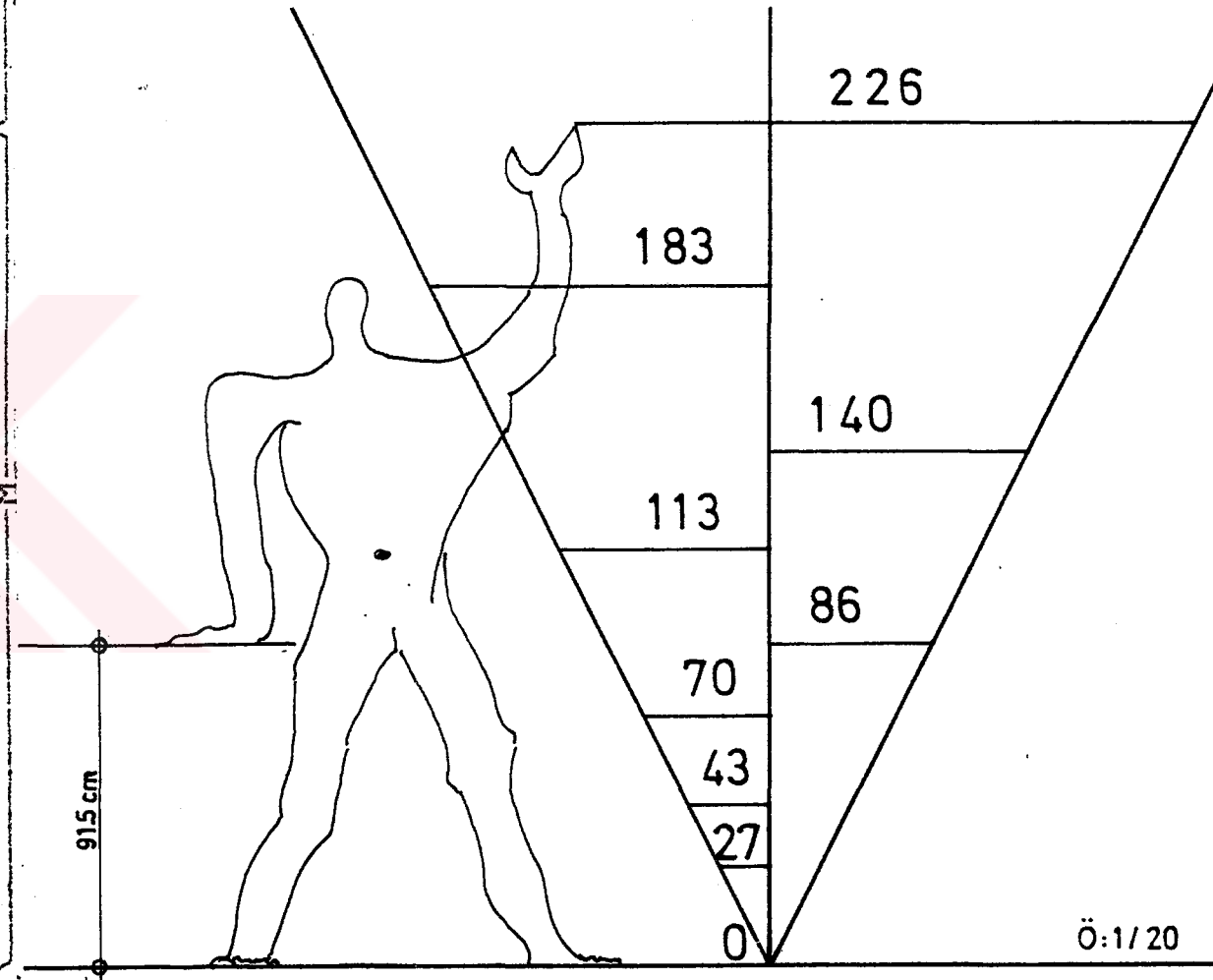
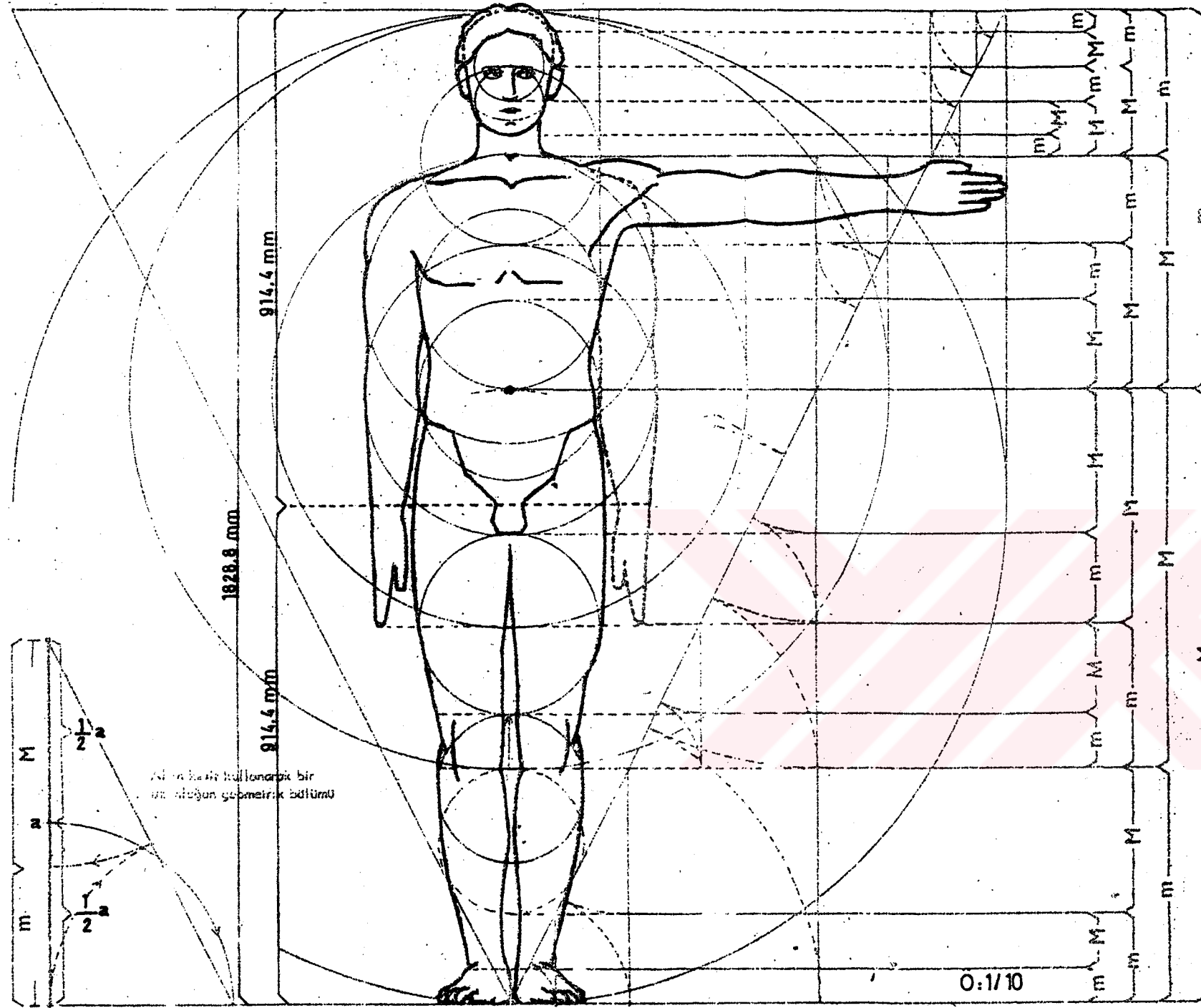
Maketler, gözlem odasına yerleştirilirken daima birbirlerine paralel ve aralarındaki mesafe 300 mm.'dir. Ayrıca bütün deneyler için ön ve arka bloğun merkezlerinden geçen akslar birbirine çakışıktır ve A. Bloğun merkezi, gözlem odasındaki konumu bakımından daima tünel kesitinin merkezi üzerindeki tek bir noktada sabit tutulmuştur.

Maketlerin üzerine monte edildiği zemin plakası ise 3 mm. kalınlığındaki 1.00x3.15 m. boyutlarında bir kontralit tabakasıdır ve gözlem odasının zeminini tümüyle kaplar. Maketlerin, deneyler sırasında monte edileceği konumları köşeleri, zemin plakası üzerine çizilen 5 mm aralıklı gridler (ızgara) üzerine birer etiketle önceden işaretlendikten sonra bu plaka gözlem odasına yerleştirilmiştir (Şekil 2.16).

2.2.3.1. Rüzgar Üstü Ön Blok Maketi (Ö.Blok)

Rüzgar üstü ön bloğun strüktürü, Şekil 2.17'de kesit perspektifi görülen, lamba zıvana geçmeli ahşap çیتالardan yapılmıştır. Bire bir ölçekli boyutlarının 48x12x48 m. olduğu varsayılan bir binanın 1/120 ölçekli modellemesi sonucu 4..x100x400 mm.'lik bir maket tasarlanmıştır. Bina katlarının yüksekliklerinin homojen ve 3'er metre olduğu kabulü ile, maket 400x100x25 mm.'lik 16 adet katı simgeleyen, sökölüp takılabilir çerçevelerden oluşturulmuştur. Maketin, tek katlık parçalardan yapılmasında gözetilen amaç; farklı yüksekliklerde (0-400mm) ön blokların oluşturulabilmesidir.

Ö.Bloğun ahşap karkası dolgu verniği püskürtölerek pürüssüz bir dış yüzey zemini yaratıldıktan sonra yüzey, kaygan bir plastik kaplama malzemesi olan DC-fix ile tümüyle kaplanmıştır (Şekil 2.18).



2.2.3.2. Rüzgar Altı Arka Blok Maketi

Rüzgar altı arka bloğun ana gövdesi 18 mm kalınlığındaki ahşap yonga levhadan (sunta) yapılmıştır. Ana gövdenin boyutları 400x100x350 mm'dir. Bu ana gövdenin 400x100 mm boyutlarındaki alt yüzeyi, portiklerin, pasaj parçalarının ve sütunların makete ilave edilebilmesini sağlamak için bir kapak biçimindedir ve sökülüp, takılabilir. Eklentilerin, ana gövde altına montajı alt yüzey üzerindeki dört köşeye açılmış matkap deliklerinden geçirilerek sıkılan bulonlarla yapılır (Şekil 2.19).

Ana gövdenin üst yüzeyinde ise; 400x100x25 mm. boyutlarındaki ahşap, tek katlık ilave parçasının montajı için açılmış iki kavalye deliği vardır. A. Blok altında 50 mm.'lik bir pasaj boşluğu bırakıldıktan sonraki 350 mm.'lik boyutlarında iki adet pasaj katı ilavesi tasarlanmıştır. Bu ilavelerin de ana gövde alt yüzeyinin köşelerine denk gelen ikişer köşelerine ana gövdeyle bağlantılarını sağlamak için toplam 4 adet matkap deliği açılmıştır. Buraya kadar sayılan tüm A. blok parçalarının yüzeyleri DC.fix ile kaplıdır.

Zemin kattaki veya pasaj katındaki ya da portikler üzerindeki tek katlık boşlukları oluşturmak için de sütun görevi gören ve bulonlar üzerine birer kılıf gibi geçirilen Ø 10 mm.'lik çapda, 24 mm. uzunluğundaki pirinç borular kullanılmıştır (Şekil 2.19):

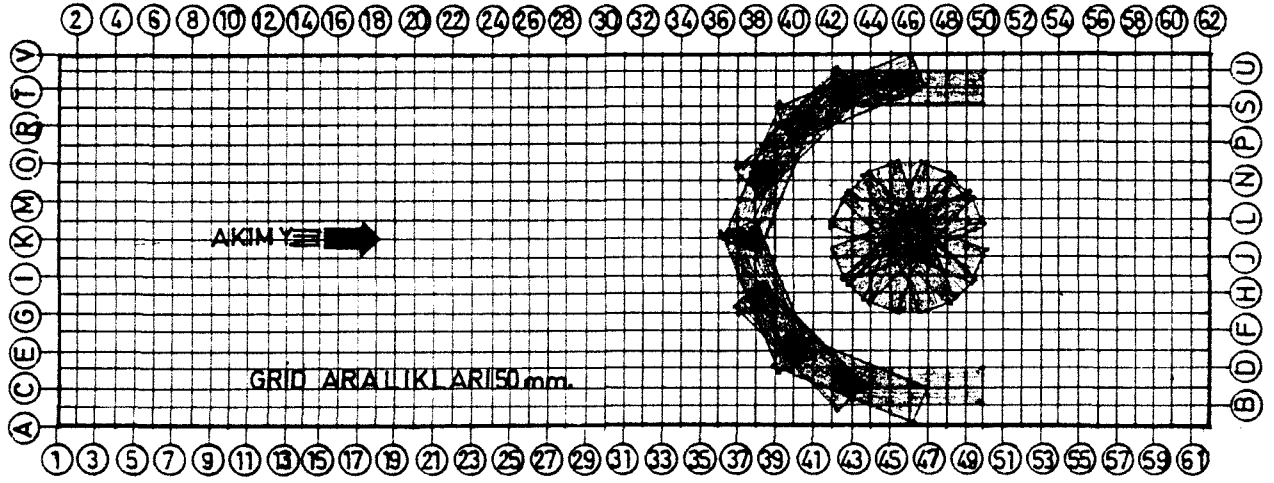
Rüzgar altı arka blok maketlerinin tiplerini oluşturmakta kullanılan bir diğer eklenti grubu ise portik eklentileridir. Bunlar 3 mm. kalınlığındaki kontralit plakalarından yapılmışlardır ve ana gövdeye 4 adet bulon ile bağlanırlar. Ayrıca maket merkezine simetrik olarak, ana gövde alt kapağı üzerine açılmış iki matkap deliğinden çift somunla sıkılan ayar bulonları ile de portik ortalarında oluşabilecek sehimlerin ve titreşimlerin önlenmesi amaçlanmıştır.

Portikler ana gövdeye, A.Bloğun iki yan cephesinden eşit konsollar ve ön cephesinden de rüzgar üstü yönde, tek taraflı konsol yapacak şekilde monte edilirler. Bu portiklerin montaj biçimleri Şekil 2.20'de görülüyor. Portikleri oluşturan plakaların boyutları şunlardır:

400x100,125,150,200,250,300
 450x100,125,150,200,250,300
 500x100,125,150,200,250,300
 550x100,125,150,200,250,300
 600x100,125,150,200,250,300
 650x100,125,150,200,250,300
 700x100,125,150,200,250,300

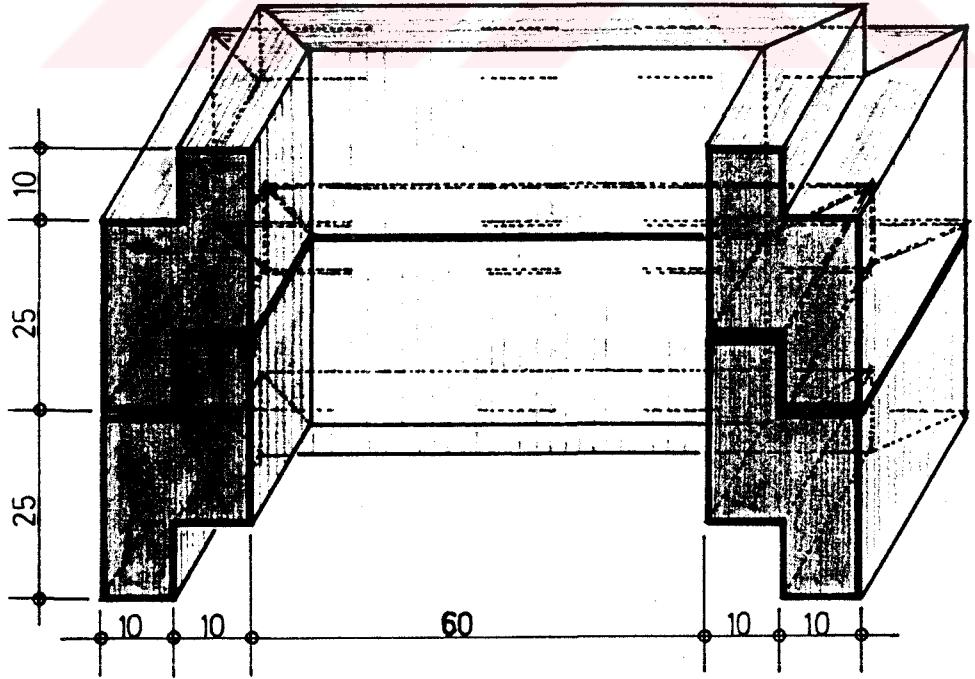
Bu portik boyutlarından (mm) hareketle konsollar için;

a) Rüzgar üstü kenar olan 0 mm, 25 mm, 50 mm, 100 mm, 200 mm



Şekil 2.16 : Gözlem odasına yerleştirilen altlık üzerine işaretlenen maket konumları ve koordinatlar .

Ö:1/ 20



Ö:1/1

Şekil 2.17 . Ö. Bloğu oluşturan çerçevelerin detayı.

- b) Yan kenarlardan; 0 mm, 25 mm, 50 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm, 150 mm. boyutlarındaki çıkmaların bütün permütasyonları yapılmış ve toplam 42 adet portik hazırlanmıştır.

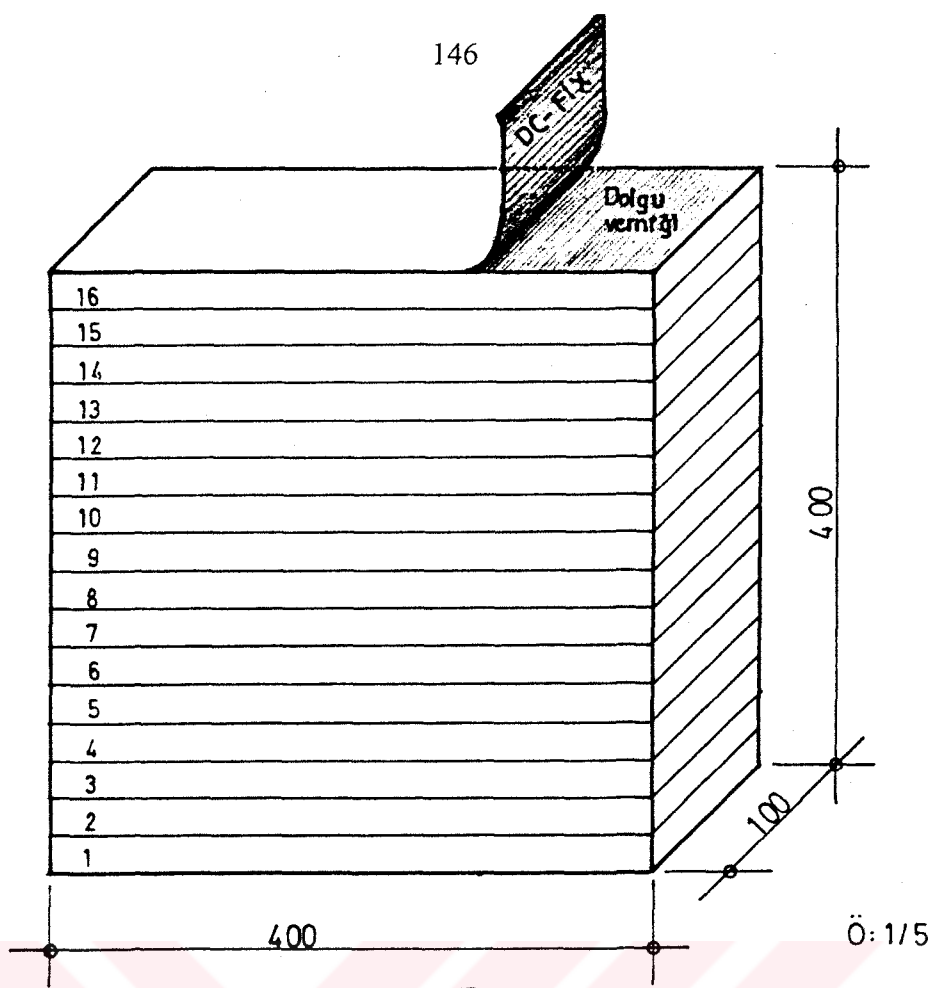
Buraya kadar sayılan bütün bu eklentiler A.Blok maketine eklenmişken veya eklenmemişken rüzgar üstü bloğun boyutları daima 400x100x400 mm olarak sabit tutulmuştur. Böylece deneylerde kullanılacak olan 4 adet rüzgar altı arka blok maketi tiplmesi elde edilmiştir.

- A.Blok (I): Zemin katı 50 mm'lik bir pasajla delinmiş blok tipidir. Ana gövdenin üzerine yapılan tek katlık ilave ile yüksekliği 400 mm olarak sabit tutulmuştur (Şekil 2.21).
- A.Blok (II): A. Blok (I)'in pasaj katı üzerindeki 1. katın, sütunlar üzerinde yükseltilmesi ve ana gövde üstündeki tek katlık ilavenin geri alınmasıyla yüksekliği 400 mm olarak korunmuş blok tipidir (Şekil 2.22).
- A.Blok (III): Zemin katı tümüyle boş ve sadece sütunlar üzerinde duran blok tipidir. Yüksekliğin 400 mm'ye ayarı için ana gövde üzerine tek katlık ilave yapılmıştır (Şekil 2.23).
- A.Blok (IV): A. Blok (III)'ün zemin katı üzerindeki 1. Katın da tamamen boşaltılarak sütunlar üzerinde yükseltilmesi ve iki kat arasına bir portik eklentisi yapılmasıyla oluşturulmuş blok tipidir. Blok yüksekliği ana gövde üzerinde tek katlık ilavenin çıkarılmasıyla 400 mm'ye ayarlanmıştır (Şekil 2.24).

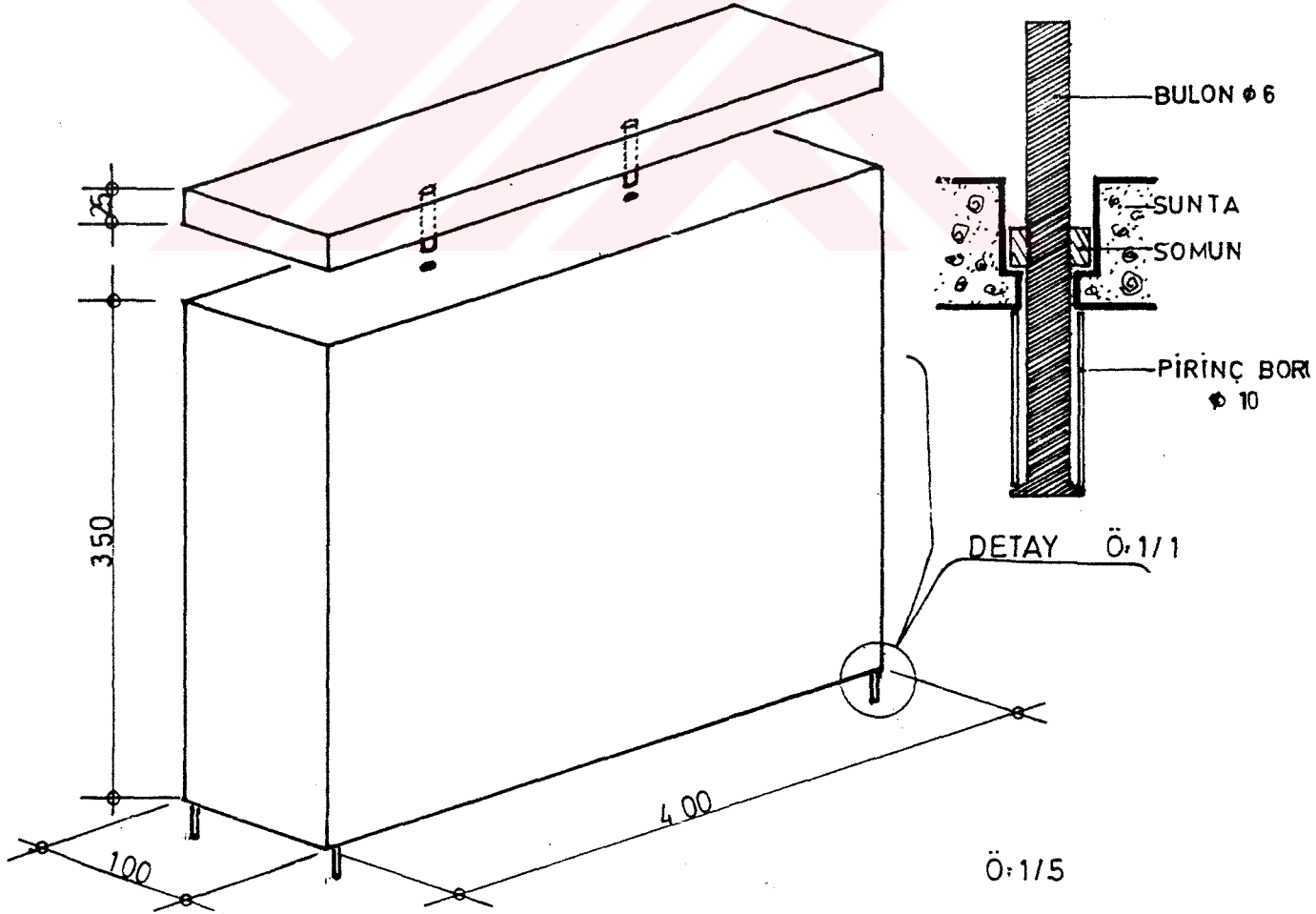
2.3. Rüzgar Hızı Ölçümü Deneyleri

Deney maketleri altında, zemin kat seviyelerinde yapılan, akım hızı ölçümleri, acq WIRE paket programı kılavuzluğunda bilgisayar destekli olarak gerçekleştirilmiştir. Maketlerin, gözlem odası bölümüne, zemin üzerinde önceden işaretlenmiş doğru konumlarda yerleştirilmesinden ve traversing sistemin konumunun da askı yardımıyla ayarlanmasından sonra, sayısal ve grafik çıktıların alınmasına kada ki bütün veri toplama işlemleri bilgisayar yardımıyla yapılmıştır. Ancak maketli ölçümlere geçmeden önce yapılması gereken kalibrasyon işlemlerinin öneminden bölüm 2.2.1'de özet olarak söz edilmişti. Bu kalibrasyon işlemleri sırasından izlenen yol kısaca şöyle özetlenebilir:

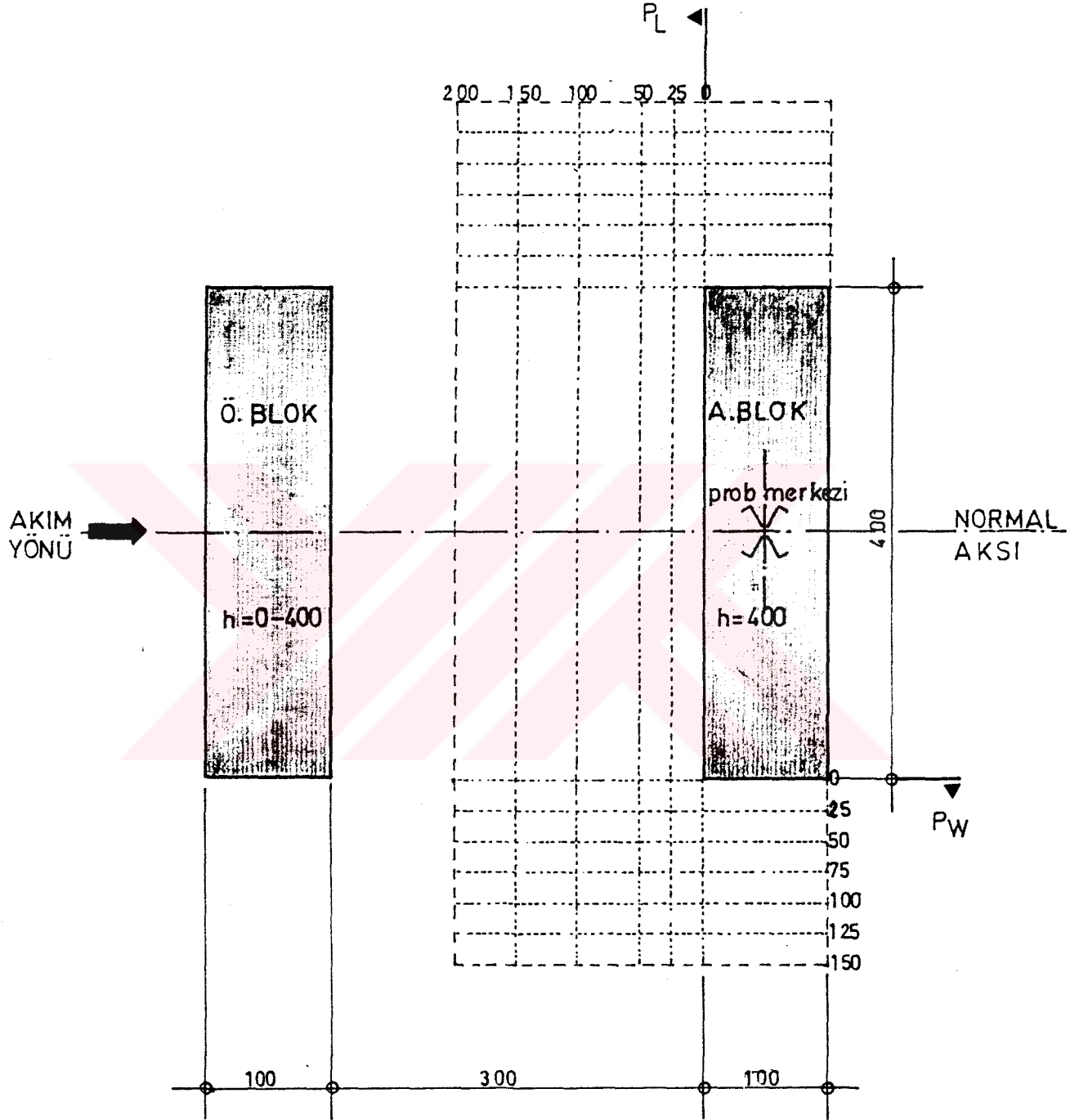
- R.Tünelinin fanını döndüren motorun devrini ayarlayan ve bu devire karşılık gelen hava akımı hızlarını dijital göstergesi yolu ile sayısal değerler olarak sunan reosta ve diğer voltametre, main ünit, bilgisayar, interface vs. donanımlar açılır ve tüm okuma değerleri sıfırlanır.



Şekil 2.18 : Rüzgar üstü ön blok.

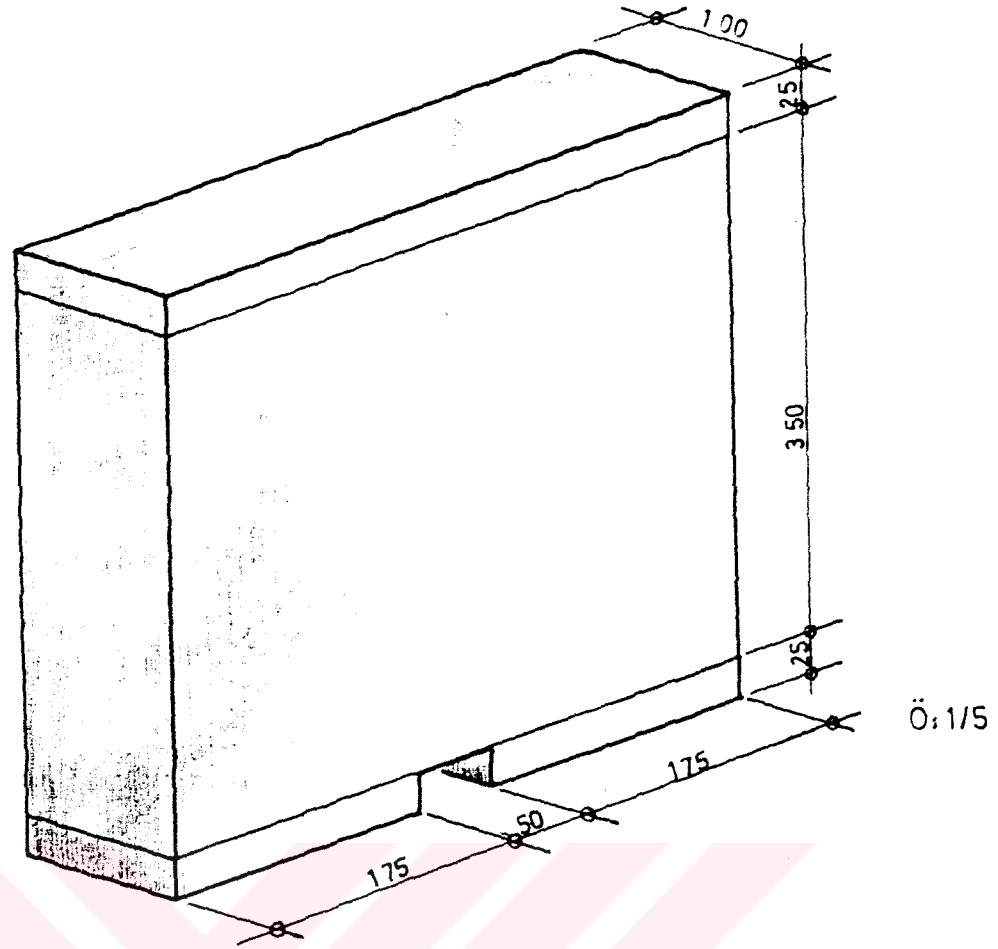


Şekil 2.19 . Rüzgar altı arka blok.

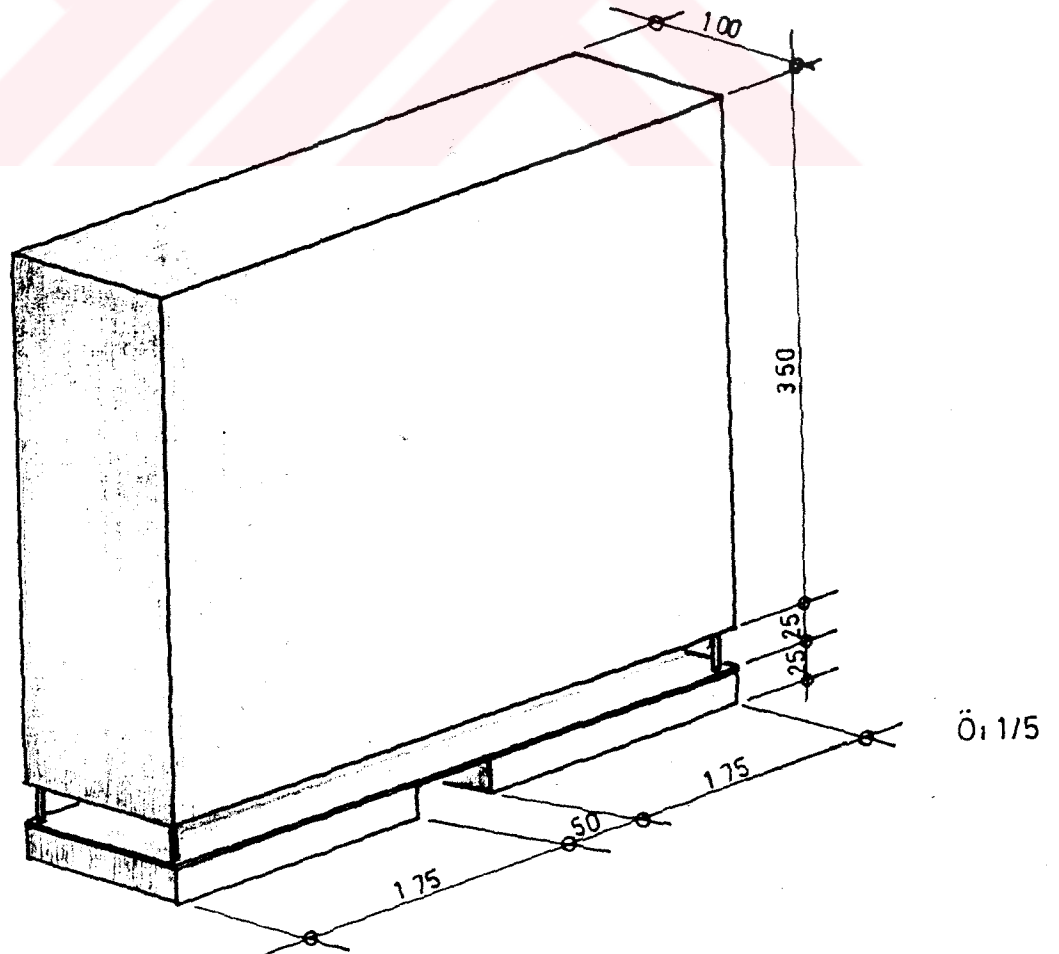


Şekil 2.20 : Blok konumları ve portik konsolları.

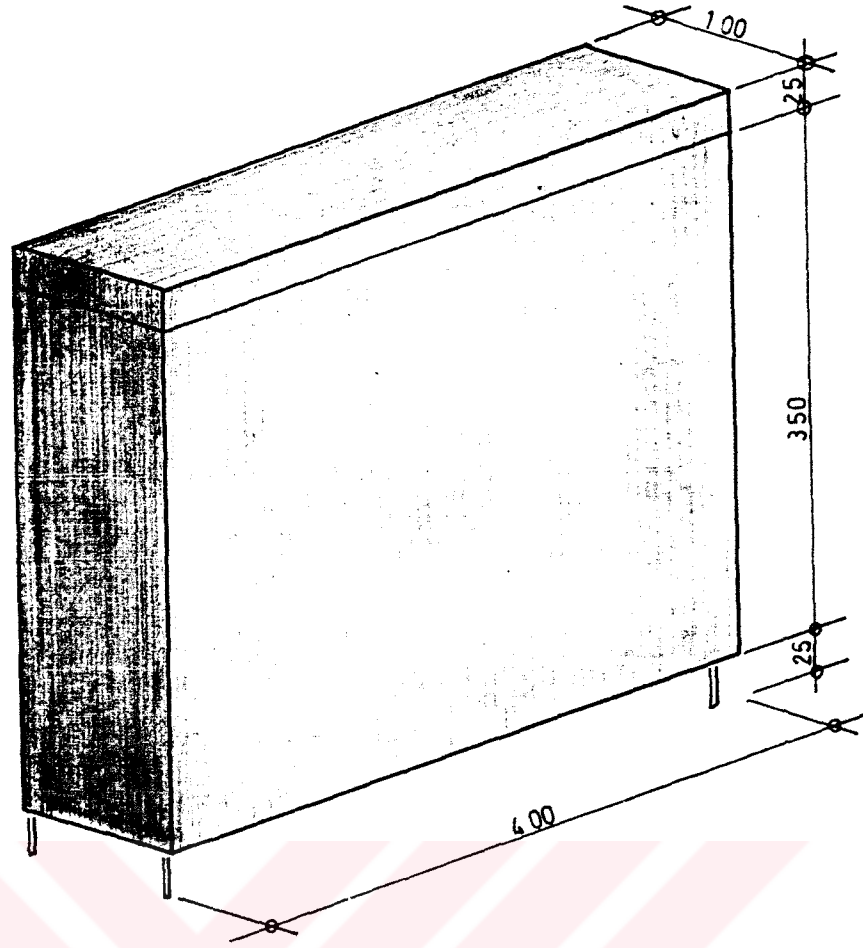
Ö: 1/5



Şekil 2.21 : Arka blok tipi (I) .

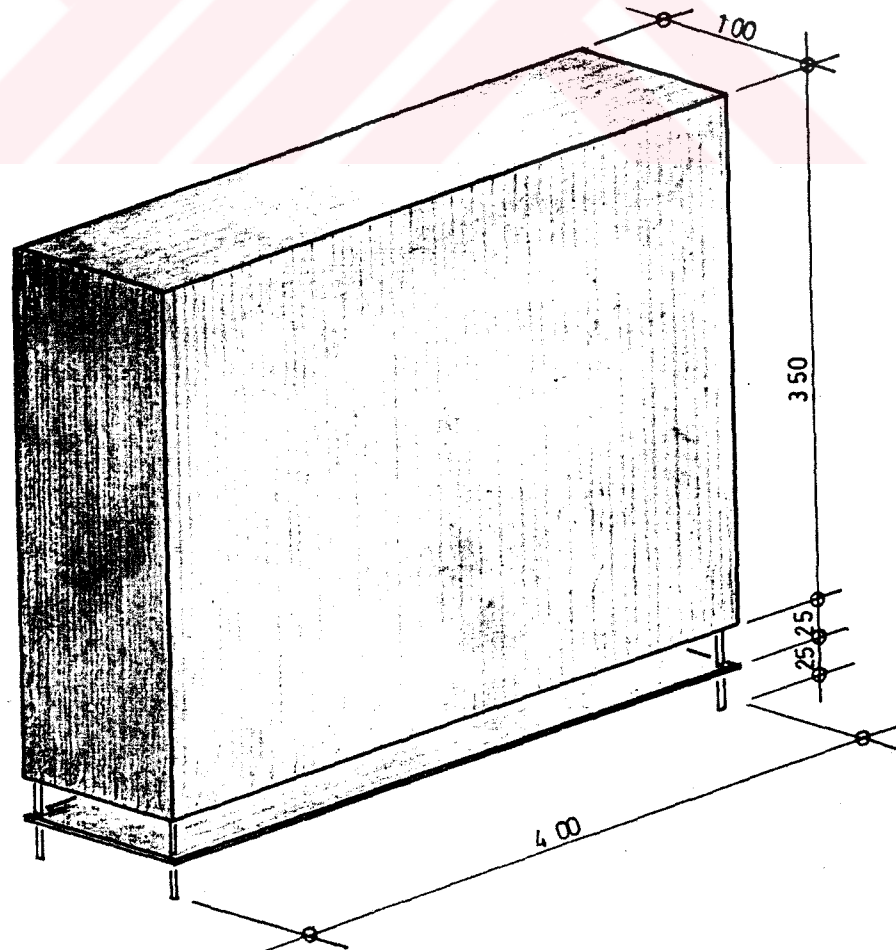


Şekil 2.22 : Arka blok tipi (II) .



Ö:1/5

Şekil 2.23 . Arka blok tipi (III).



Ö:1/5

Şekil 2.24 . Arka blok tipi (IV).

- Rezistansı daima sabit kalıyor kabul edilen ve bu yüzden kalibrasyon için kullanılan Shorting Prob, treversing sisteme takılır ve main ünit düğmesi "flow'a getirilir (Şekil 1.89).

- Sistemin "Fine" ayarları yapılır.

- Voltaj okumasının sıfırlandığı konum için, main ünit'in ayar düğmelerinin aldığı aldatıcı rezistans, (R_{DEC}), değerleri dört düğme üzerinden okunur.

- Gerçek toplam rezistansın (R_{Tot}) hesaplanması için, probun sistemde bağlantısını sağlayan kabloun rezistansı (R_L), aldatıcı rezistansdan çıkarılır.

$$R_{TOT}=R_{DEC}-R_L \quad (2.1)$$

R_{Tot} = Toplam rezistans

R_{DEC} = Aldatıcı rezistans

R_L = Kablo rezistansı

- Sonra main ünit düğmelerinden okunan R_{DEC} değeri R_{Tot} olana kadar en sağdaki düğmeden başlayarak sistem rezistansı ayarlanır.

- Sinyal kondüsyoner ünitenin voltaj girdisi "zero" tuşu ile sıfırlanır. Yani sistem artık tüm düzeneğin direncini ve bunun yol açtığı voltaj okumalarını sıfır kabul edecek ve hava akımının prob üzerine yaptığı etkiden doğan voltaj okumalarını sistemden doğan voltajlarla karıştırmayacaktır. Böylece elektronik sistemin kalibrasyonu bitmiştir.

- Main ünit fonksiyonu "STD.BY" konumuna getirilir. Shorting prob çıkarılır ve yerine kalibrasyonu yapılacak prob takılır.

- Daha sonra kalibrasyonu yapılacak probun rezistans katsayısı (α_{20}), prob rezistansı (R_{20}), probun duyarlı olduğu sıcaklık yani ısıtılacağı sıcaklık (T_{sen}) değerleri prob kutusundan okunur ve kalibrasyon yapıldığı ortamın sıcaklığı ile birlikte (2.2)'deki formüle yazılır ve kalibrasyon rezistansı (R) hesaplanır.

$$R=R_{Tot}+\alpha_{20} \times R_{20} (T_{sen}-t_o) \quad (2.2)$$

R = Kalibrasyon rezistansı

α_{20} = Rezistans katsayısı

R_{20} = Prob rezistansı

T_{sen} = Probun çalışacağı sıcaklık

t_o = Ölçüm ortamının sıcaklığı

- Probun çalıştığı sıcaklığın, software ile ilişkisini kurmak için aşırı ısıtılma oranı hesaplanır:

Ξ =aşırı ısıtılma oranı

$$\Xi = \frac{R}{R_{Tot}} - 1 \quad (2.3)$$

- Hesaplanan a değeri; Acqwire Calibration Set up Prob edit
Select prob to edit Probe set up
yolu ile programa girilerek kalibrasyon ile ilgili ön işlemler tamamlanmış olur.

- Motor reostasının düğmesi yavaşça istenen sıklıkta çevrilmeye başlanır ve tünel hava akımı üretmeye başlar. Üretilen bu hava akımı için genel basınç formülünden;

$$P_1 + \frac{1}{2}\zeta V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\zeta V_2^2 \quad (2.4)$$

P_1 =Akım biçimlendirme bölümündeki basınç (toplam basınç= P_o)

ζ =Akın yoğunluğu (atmosferik yoğunluk)

V_1 =Akım biçimlendirme bölümündeki akım hızı

p_2 =Gözlem odasındaki basınç (Statik basınç= P)

V_2 =Gözlem odasındaki akım hızı (kalibrasyon hızı= U_∞)

$V_1 \approx 0$

kabul edilerek,

$$P_o = P + \frac{1}{2}\zeta U_\infty^2 \quad (2.5)$$

formülü elde edilir. Buradan kalibrasyon hızı çekilerek;

$$U_\infty = \sqrt{2 \frac{P_o - P}{\zeta}} \quad (2.6)$$

eşitliğinde, N.Ş.A'da:

$$\zeta = 1/8$$

kabulü yapılır ve ;

$$U_\infty = \sqrt{P_o - P} \quad (2.7)$$

eşitliğindeki " $P_o - P$ " farkı multi manometreye bağlı göstergeden milimetrik su basıncı cinsinden okunur ve hesaplanan U_∞ değeri kalibrasyon dosyasındaki "U" kolonuna yazılır. Daha sonra programın türetilmiş kalibrasyon hızlarını (EX) oluşturması F3 tuşuna basılarak sağlanır.

Bu işlemler istenen hızlara kadar devam ettirilerek kalibrasyon dosyası yaratılır.

Bu çalışmalardan sonra kalibrasyonu tamamlanan ölçüm düzeneği, hız verilerini toplamaya hazırdır. Ancak önemli bir not olarak şunu da göz önünde bulundurmalı ki; Taşkısla'daki rüzgar tünelinin motor kapasitesinin ve fan bölümünün fonksiyonel eksikliklerinden doğan işlevsel zorunluluklardan dolayı ölçümler sabit bir, tek-motor devri (1420 d/dk) altında alınabilmektedir.

Kalibrasyon aşamasından sonraki hız ölçümlerine ilişkin bütün deneyler F.Ç.K.'nın sınır tabaka rüzgar tüneline gerçekleştirildi. Maketli hız ölçümlerine geçilmeden önce boş gözlem odasında gerekli hız taramaları yapıldı. Bu işlemle gözetilen amaç; maketli deneyler sırasında, probların ölçüm yapacağı gözlem odası içi koordinatlarda, henüz tünel tamamen boşken bir grup ölçüm yapmak ve aynı koordinatlarda yapılacak maketli ölçümler sonucu elde edilecek hız verilerini birbiriyle karşılaştırarak ya da aralarında orantı kurarak, istatistik sonuçların üretilmesi aşamasında kullanılacak sayısal girdileri elde etmektir (Ek.A.1).

Deneylerin asıl yoğunlaştığı araştırma bölümü olan, maketli rüzgar hızı ölçümleri üç ana başlık altında toplanabilir:

- Portiksiz ön deneyler
- Portik altı hız varyasyonu deneyleri
- Portik boyutu etkinliği deneyleri

2.3.1.Portiksiz Ön Deneyler

Portiksiz ön deneylerde gözetilen temel amaç daha sonraki deneyler için, onların gelişim sınırlarını çizecek kriterleri sunmaktır. Bu deneylerde portik eklentileri kullanılmadı ve A. Blok tipleri yalın olarak kullanıldı. Deneyler sonunda varılacağı umulan kriterler şu şekilde sayılabilir:

- Rüzgar altı arka bloğun, plan düzlemindeki merkezinin düşey ranjında, zeminden 0-25 mm yükseklik alalışında oluşabilecek ve yayaları etkileyen max. rüzgar hızlarının yerini saptamak, böylece yatay hız profillerinin oluşturulmasını sağlayacak verilerin toplanacağı optimum yüksekliğe karar vermek.
- Ö. Bloğun yüksekliğindeki değişimlerin, A. Bloğun altında ve plan düzlemi merkezindeki probun yapacağı ölçümler üzerindeki etkinliğini saptamak ve Ö. Bloğun istenen yüksekliğine karar vermek.

- Rüzgar tüneli içinde oluşturulan hava akımının Ö. Blok ve A. Blok ikilileriyle yaptığı sapma açılarına (α) bağlı olarak, ölçülen türbilans ve hızlardaki değişimin yani hakim rüzgar doğrultusunun, rüzgaraltı arka blok altındaki hızlar ve türbilanslılık üzerindeki etkinliğini görmek.

Portiksiz ön deneyler busayılan amaçlarına göre üç aşamada gerçekleştirildi;

- Deney A
- Deney B
- Deney C

2.3.1.1.Deney A

Bu deneyde, gözlem odası içerisindeki yerleşim konumu, $\alpha=0^\circ$ için koyu renkle gölgelenmiş olarak Şekil 2.26 ve 2.27'de görülen A. Blok (III) tek başına kullanıldı. Bir sıcak tel probu A. Blok III'ün zemin katına plan düzlemindeki köşegenlerinin kesişim noktasından yani merkezinden ölçüm alacak şekilde, prob teli zemine paralel ve prob gövdesi akımın normal-aksına çakışık olacak biçimde yerleştirildi. Maketin sapma açısı değişse bile probum akım içindeki bu konumu asla bozulmadı.

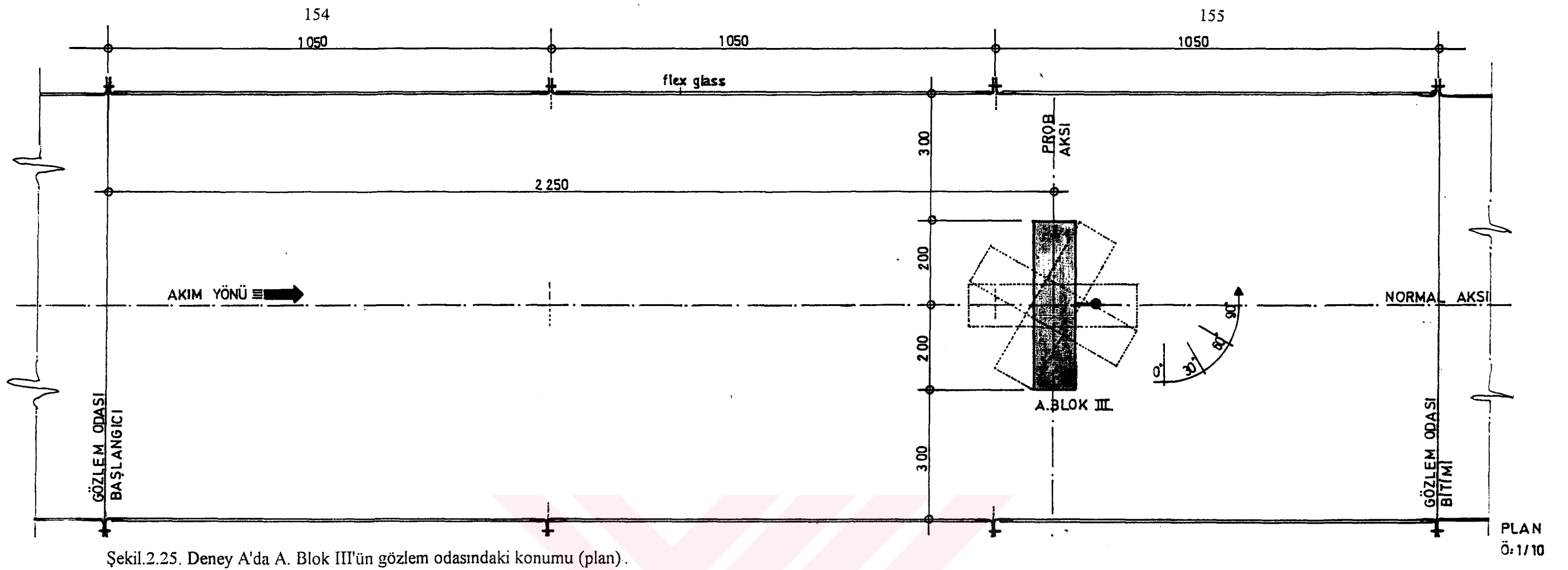
Probun yerleştirilmiş olduğu, zemin katın yüksekliğine eşit olan 25 mm'lik düşey ölçüm ranjında 0.5 mm'lik aralıklarla her bir $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ ve 90° akım doğrultusu sapma açıları için hız ölçümleri alındı(Şekil 2.25 ve 2.26).

Daha sonra incelenen ölçüm verileri 25 mm'lik düşey ranj içerisinde, sapma açılarıyla bağıntılı olarak değişen türbilansların ve ortalama hızların profillerini üretmeyi sağladı (Şekil 3.1-3.11).

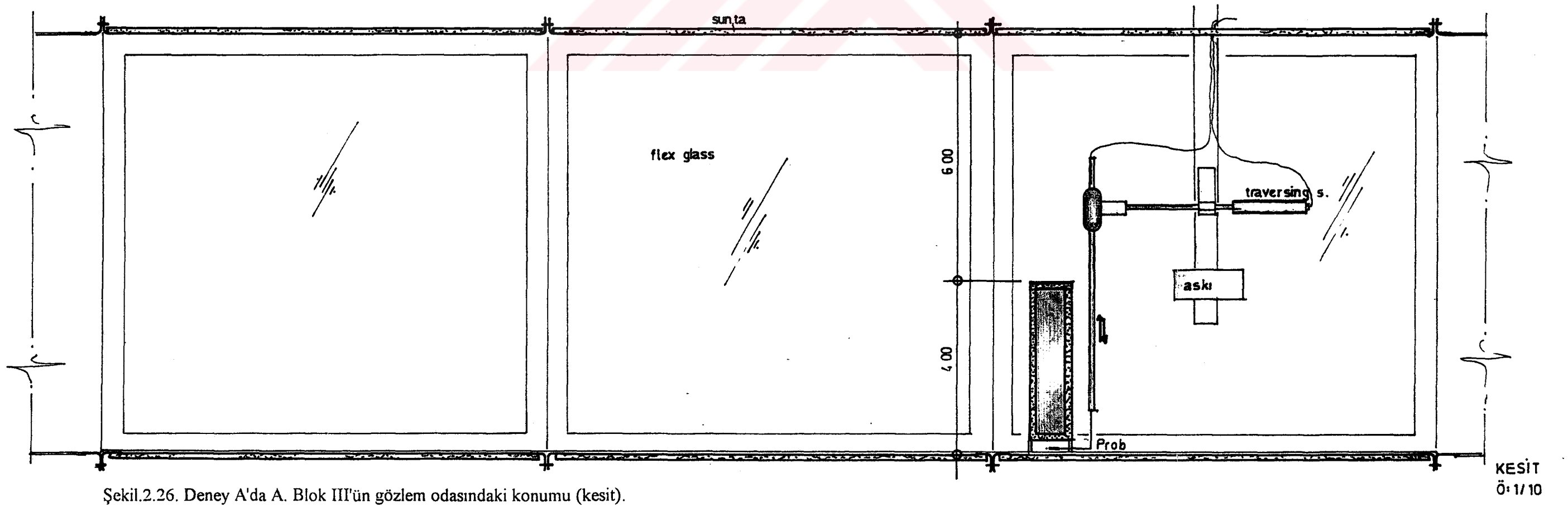
Bu hız profilleri, bundan sonraki deneyler için kabul edilecek prob yüksekliğini onaylamakta ki en önemli dayanak noktası olmuştur.

2.3.1.2.Deney B

Peter F.GRIGG'in [1] yapmış olduğu Deney A sonucunda elde ettiği ortalama hız profilleri Şekil 3.3'de görülüyor. GRIGG'in bu profillerden elde ettiği sonuç A. Blok III'ün zemin katının merkezindeki düşey 25 mm.'lik max. ortalama hızlarının 4-9 mm. arasında oluştuğunu gösterdi. Bu sonuçtan hareketle GRIGG, 6 mm.'lik yüksekliği optimum, max. ortalama hız ölçüm noktası kabul etti ve bundan sonraki deneylerinde probu hep bu yüksekliğe monte etti. Ancak Taşkılla rüzgar tüneline kullanılan traversing sistemin, probu tutan kolunun $\varnothing$ 13 mm'lik rüzgar tüneline kullanılan traversing sistem zemine paralel konumda çalıştırıldığında (Şekil 1.84) yerden en fazla 6.5 mm'lik yüksekliğe kadar zemine yaklaşılabilmekte ve bunun altına



Şekil.2.25. Deney A'da A. Blok III'ün gözlem odasındaki konumu (plan).



Şekil.2.26. Deney A'da A. Blok III'ün gözlem odasındaki konumu (kesit).

inilememektedir. Traversing sistem kononun zemine çakışık olması gereken bir konumu gerektiren bu prob yüksekliğinde sağlıklı ölçümler yapmak da olanaksızdır. Ayrıca bölüm 2.2.3.'de açıklandığı gibi; rüzgar kaynaklı konforsuzluktan en fazla etkilendiği varsayılan, insanın max. ortalama boyunun 1.83 m. olduğu kabul edilirse, bunun yarısı olan 0,195 mm. bel hizasıdır ve 1/120 modelleşme ölçeğinde 7.5 mm.'ye karşılık gelmektedir. Bu gerekçeden hareketle Taşkışla Rüzgar Tünelinde yapılan deneylerde probun yataydaki hareketleri için 7.5 mm. yükseklik kabul edildi. Zaten Deney A'nın sonuçları da bu kabulün bir sakınca taşımadığını göstermiştir (Şekil 3.2).

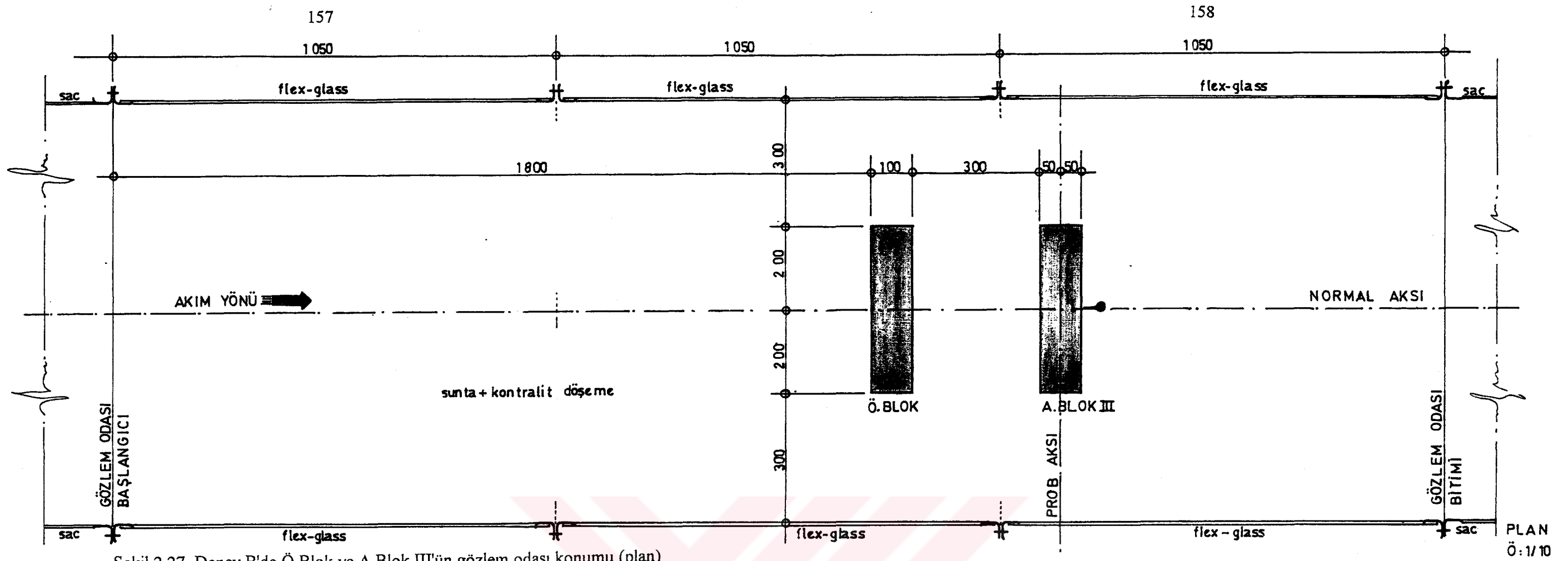
Tüm bu açıklamalardan sonra; GRIGG'in Deney B'sine bakıldığında probun 6 mm yükseklikte sabitlendiğini görüyoruz. Ancak Taşkışla Rüzgar Tünelinde kullanılan Traversing sistemin, düşeydeki hareketlerde daha iyi çalışma olanakları sağladığından ve Ö. Blok yüksekliğine bağlı olarak oluşacak ort. hız profillerini ayrı ayrı almak istendiğinden, ölçümler GRIGG'in yaptıklarından daha geniş bir açıdan ele alındı. Ve tıpkı Deney A'da olduğu gibi, Deney B'nin ölçümleri de 25 mm.'lik düşey ranjdaki 0.5 mm.'lik aralıklarla yapıldı. Bu deneylerde de A.Blok III kullanıldı ve $\alpha=0^\circ$ idi. Ancak deney A'dan farklı olarak A.Blok III'ün 300 mm rüzgar üstü mesafesi önüne 400x100x400 mm. boyutlarındaki Ö. Blokda yerleştirildi. Şekil 2.27 ve Şekil 2.28 bu blokların gözlem odası içindeki konumlarını gösteriyor.

Rüzgar üstü ön bloğun 400 mm.'lik yüksekliği, A. Blok III'ün zemin katının merkezindeki 25 mm.'lik düşey ranjdaki 0.5 mm. aralıklı her bir ölçüm grubu için 1 kat yüksekliği (yani 25 mm.) azaltıldı. Böylece; Ö. Blok yüksekliği=0 mm. durumu da dahil olmak üzere 17 grup ölçüm alındı.

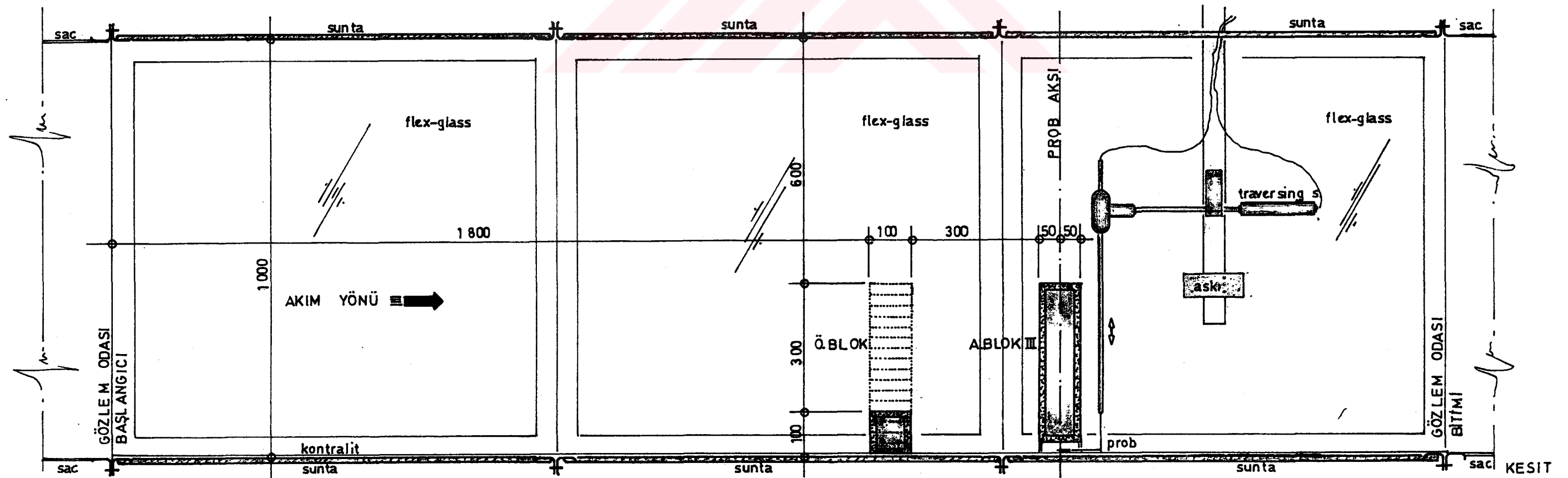
Elde edilen sonuçlar; Ö. Blok yüksekliğinin =0-100 mm. aralığında olduğu pozisyonlarda, A.Blok III'ün altındaki ort. max. rüzgar hızlarında ($H_p=7.5$ mm). önemli bir düşüş olmadığını gösterdi. Bu yüzden takibeden bütün deneyler için geçerli olmak üzere Ö. Blok yüksekliğine 100 mm olarak karar verildi(Şekil 3.9).

2.3.1.3.Deney C

Deney C kapsamında yapılan ölçümlerde, gözlem odası içine yerleştirilen A. Blok 1 ve A.Blok III, rüzgar altı arka blok olarak kullanıldı. Deney B'nin sonuçlarından hareketle; Ö. Blok, A. Blokların 300 mm rüzgar üstü mesafesi önüne, 100 mm yükseklik kabulüyle yerleştirildi. Deney C'de, sapma açısının; $\alpha=-90^\circ, -67,5^\circ, -45^\circ, -22,5^\circ, 0^\circ, +22,5^\circ, +45^\circ, +67,5^\circ, +90^\circ$ olduğu durumlar için 100 mm yüksekliğindeki Ö.Blok etkisi altındaki, A. Blok plan düzlemi merkezindeki 25 mm'lik ranjda yine 0.5 mm'lik aralıklarla ölçümler alındı. Ö.Bloğun ve A. Blokların, gözlem odası içerisinde sapma açılarına bağlı olarak aldıkları konumlar Şekil 2.29,230 ve Şekil 2.31,2.32'de görülüyor.



Şekil.2.27. Deney B'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (plan)



Şekil.2.28. Deney B'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (kesit)

Deney C'de yapılan çalışmaların amacı; α sapma açısının $22\frac{1}{2}$ derecelik farklılaşmalarının, A. Bloklar altındaki ort. rüzgar hızı profilleri üzerindeki etkinliklerini saptamak ve yaya konforu için en uygunsuz koşullar anlamına gelen, en yüksek ort. rüzgar hızı profillerinin olduğu sapma açısını belirlemektir. Gerçekleştirilen ölçümler sonunda, Şekil 3.10 ve 3.11'de görüldüğü gibi yaya konforu için uygunsuz koşullar, önceden de tahmin edildiği gibi $\alpha=0^\circ$ konumunda açığa çıktı.

2.3.1.4.Portiksiz Ön Deneylerden Elde Edilen Çıkarımlar

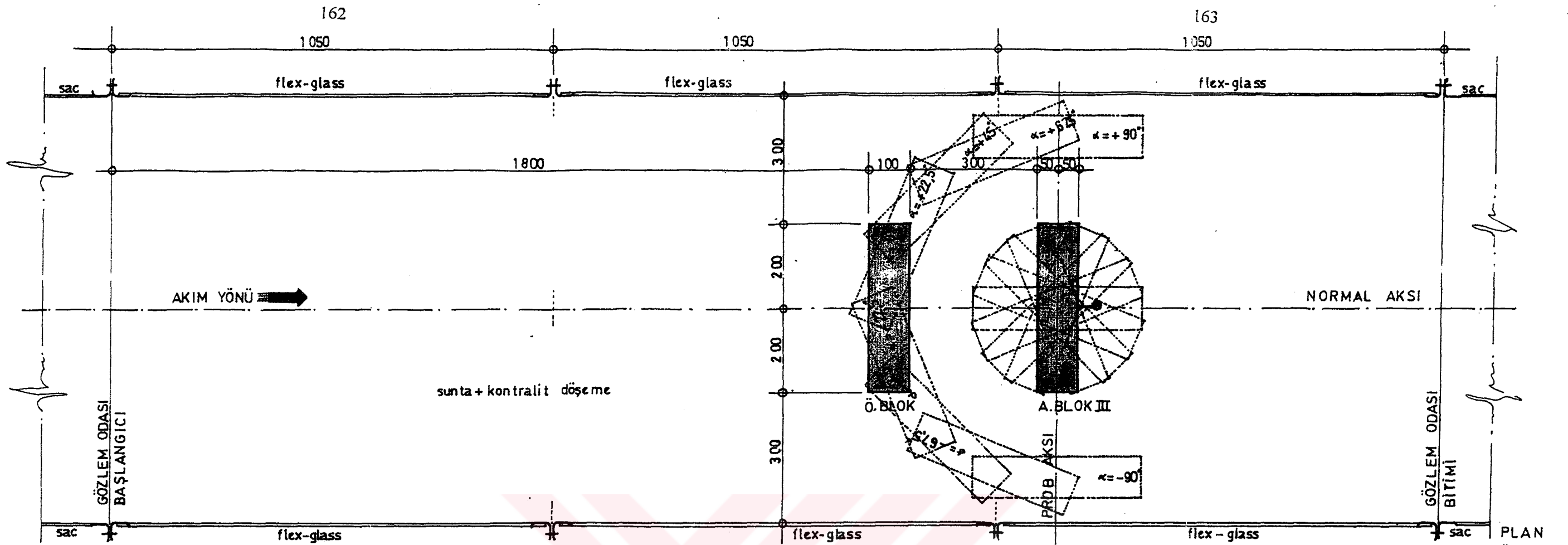
Bu son değerlendirmeye birlikte portiksiz ön deneylere ilişkin çalışmalar tamamlanmış oldu. Deney A, Deney B ve Deney C sonunda; binaların zemin katlarında dolaşan yayalar için en olumsuz konfor koşullarının oluşumunu sağlayan bina yönlennmeleri ve biçimlenmeleri saptanmış oldu. Bu aynı zamanda A. Bloklar altında oluşabilecek en yüksek düşey ort. hız profillerin ve bu ort. hız profilleri içerisinde oluşan max. ort. hız yüksekliklerini de belirlemek anlamına geliyordu.

Bu bağlamda portiksiz ön deneylerden, bundan sonraki deneyler için kriter olarak kabul edilen şu çıkarımlar yapıldı;

- A. Bloğun, zemin katının merkezinde ve 4-11 mm. yükseklikler arasında ort. max. rüzgar hızları oluşmaktadır. O halde prob bu yükseklikler arasında istenen optimum bir konumda sabitlenerek ort. max.hız ölçümleri yapılabilir.
- Ö.Bloğun, A. Blokların zemin katında oluşan max. akım hızlarını indirmemeye başladığı ancak iki blok arasında oluşan düşey türbilansa da indikatör olarak katkısının devam ettiği Ö. Blok yüksekliği 100 mm.'dir.
- Birbirlerine paralel ve aynı normal aksı üzerine merkezlenmiş Ö. Blok ve A. Blok kombinasyonlarında, A. Blok zemin katında max.ort. rüzgar hızlarının oluşumuna yol açan sapma açısı $\alpha=0^\circ$ 'dir.

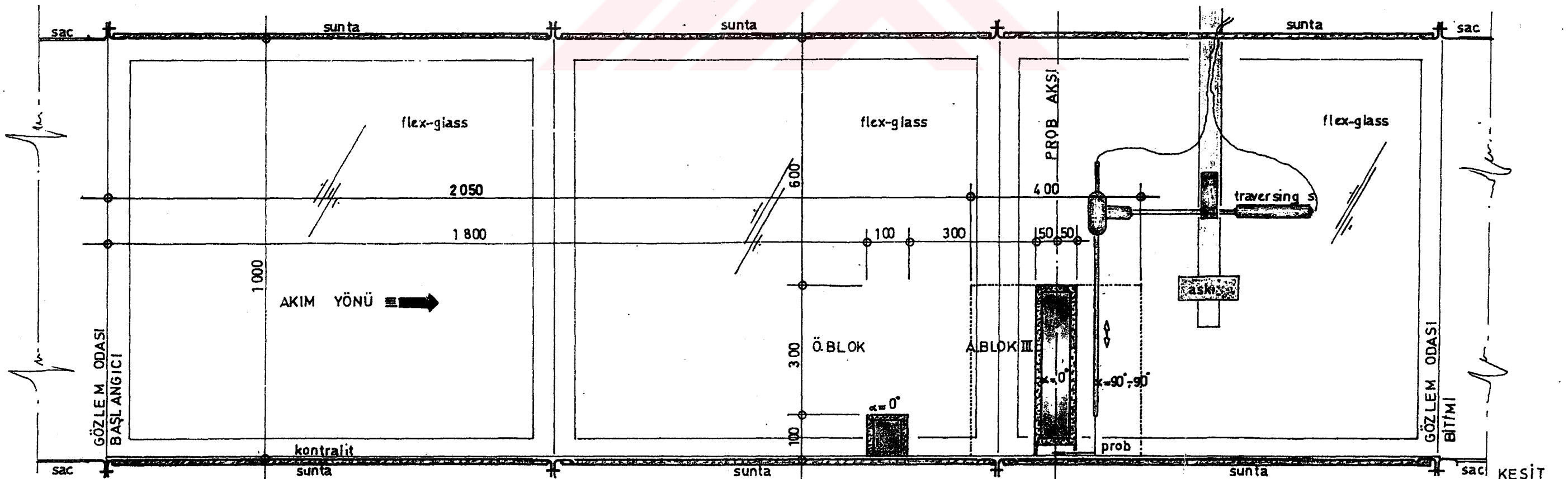
2.3.2.Portik Altı Hız Varyasyonu Deneyleri

Portiksiz ön deneylerde amaç, en kötü rüzgarlık koşullarının oluşumunu sağlayan faktörleri ön plana çıkararak bu ortamları gözlem odasına yerleştirilen düzeneklerde gerçekleştirmektir. Portik altı hız varyasyonu deneylerinde gözetilen amaç ise, portiksiz ön deneylerde saptanmış bu fiziksel faktörlerin tümüyle olduğu varsayılarak, binalara yapılan eklentilerin, bu faktörlerin kötü etkilerini ne derece yumuşatabileceğini görmektir.



Şekil.2.31. Deney C'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (plan)

PLAN
Ö: 1/10



Şekil.2.32. Deney C'de Ö.Blok ve A.Blok III'ün gözlem odası konumu (kesit)

KESİT
Ö: 1/10

Bu deneylerde kullanılan portikler sadece, rüzgar üstü ön cephe doğrultusunda konsollar yapmıştır. Dolayısıyla sadece Ö. Blok ile A. Blok arasındaki düşey türbilansın üzerinde etkin olmuşlardır. A. Blok çevresindeki yanıl köşe akımlarına pek fazla etkileri olduğu söylenemez. Yani A. Bloğun rüzgaraltı arka cephesinde oluşan rüzgar gölgesinin plan düzlemindeki genişliğinde de bir katkıları yoktur.

Bu bağlamda yapılan portik altı varyasyonu deneyleri iki aşamada gerçekleştirilmiştir:

- Deney D
- Deney E.

2.3.2.1. Deney D

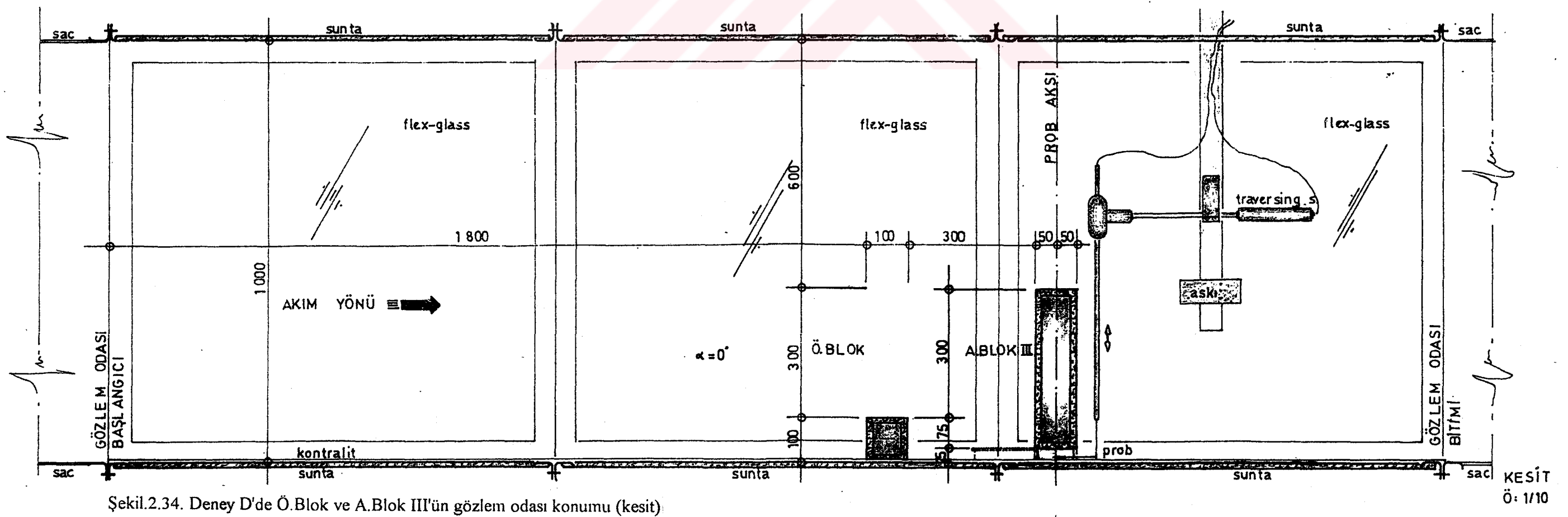
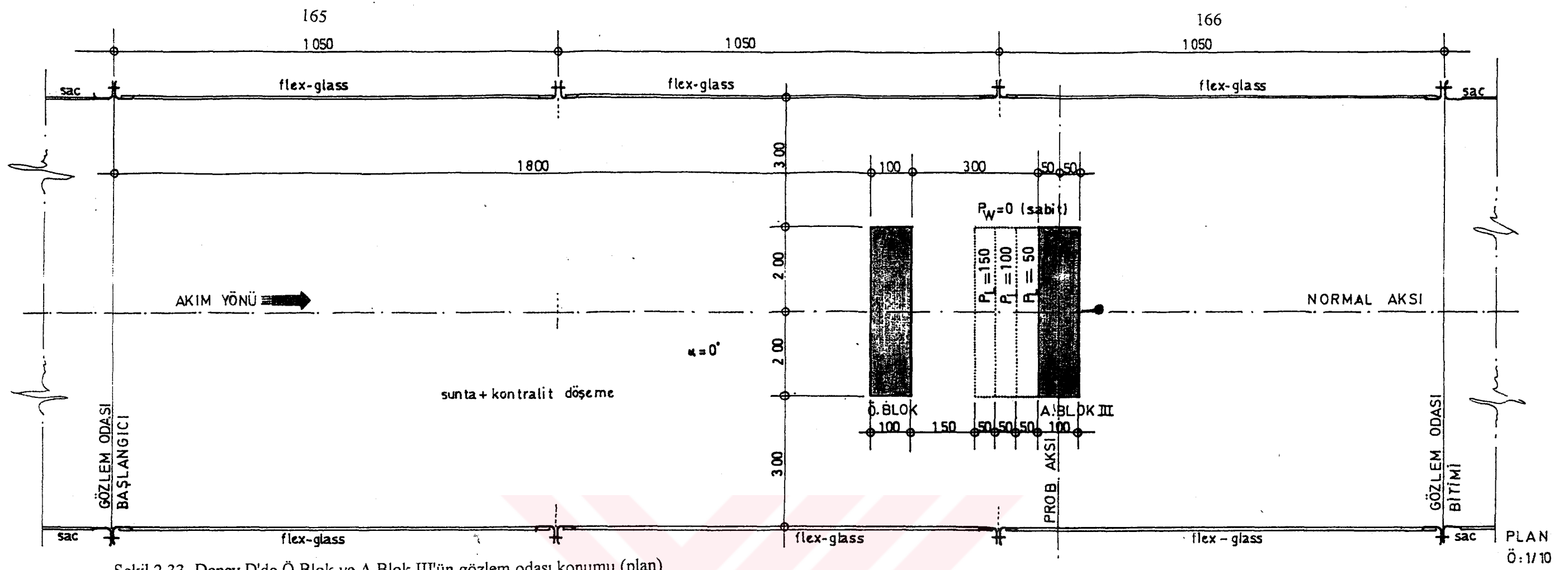
Deney D, kapsamında yapılan çalışmalarda, 100 mm. yüksekliğindeki Ö. Blok ve A. Blok III., $\alpha=0^\circ$ sapma açısı altında gözlem odasına Şekil 233,2.34'de görüldüğü gibi yerleştirildi.

Ölçümler; A. Bloğun zemin katının merkezinde, 25 mm'lik düşey ranjda 0.5 mm aralıklarla, 50,100 ve 150 mm'lik rüzgarüstü konsolların her birisi için alındı. Konsolsuz durum için alınan 4. bir ölçüm takımı da bunlara ilave edilerek ölçüm datalarından elde edilen 4 hız profili Şekil 3.14'de ortalama max. hız profilleri olarak sunuyor. Ayrıca Ekler'den bu deneyin nümerik verileri incelenebilir.

2.3.2.2. Deney E

Bölüm 2.2.3. sözü edilen antropometrik boyutlar, bölüm 2.3.1.2.'de sözü edilen gerekçeler ve bölüm 2.3.1.4.'de sıralanan portiksiz ön deneylerin çıkarımlarına dayanarak, A. Bloğun zemin katındaki düşey ranjda oluşan ort. max. rüzgar hızlarının ölçüldüğü noktalardan birisi olan $H_p=7,5$ mm seçildi. Ve transversing sistemin konumu değiştirilerek bu kez prob, akımın normal aksı üzerinde ve yatayda hareket ettirildi. Deney düzeneği Şekil 2.35 ve 2.36'da görölüyor.

Deney D'nin sonuçları, A. Bloğun rüzgar üstü cephesinden 150 mm konsol yapan portiğın etkisi altında ölçülen ort. hızların düşey porfilinin düzgüne çok yakın olduğunu göstermişti. Bu sonuçlardan hareketle, 150 mm konsol yapan portik A. Blok III'e monte edildi. Böylece A. Bloğun, rüzgaraltın cephesinden başlanarak, konsol ucuna kadar toplam 250 mm'lik yatay ranjda ve bunlara da ek olarak 50 mm.de açık alanda olmak üzere toplam 300 mm.'lik yatay ranjda, 10 mm.'lik aralıklarla hız ölçümleri yapıldı.



Elde edilen sonuçlar, zeminden 7,5 mm yükseklikte, portik altı, yatay hız profilinin oluşturulmasını sağladı. Bu hız profili Şekil 3.15'de ve ölçüm datalarının dökümü Ekler'de görülüyor.

2.3.3. Portik Boyutu Etkinliği Deneyleri

Portik altı hız varyasyonu deneylerine; A Bloğun, sadece rüzgarüstü cephesinden konsol yapan portik varyasyonları incelenmişti. Deney D'nin sonucu olan düşey hız profilleri ve Deney E'nin sonucu olan yatay hız profili, A. Blok III.'ün zemin katı merkezinde, $H_p=7,5$ mm de kesişen iki hız profilidir. Ancak bu deneyler sadece A. Blok III tiplmesi için ve sınırlı sayıdaki portik varyasyonlarıyla yapılmıştır. Portik boyutu etkinliği deneylerinde ise konuya daha geniş bir bakış açısından yaklaşılabacaktır.

Portik boyutu etkinliği deneyleri kapsamında yapılan ölçümler; direkt, ortalama hız değerleri, ($\bar{U}$) olarak ele alınmak yerine, oluşturulacak sonuçların daha sağlıklı bir zemine oturtulması açısından bağıl R_H değerleri olarak ele alınmıştır. Bu sırada bağıl R_H değerleriyle, A. Blok tiplmeleri arasındaki ilişkiler de sonuçlara yansıtılmıştır.

Burada sözü edilen R_H oranları, boyutsuz hız oranlarıdır ve U/U_H 'a eşittir.

$$R_H = \frac{U}{U_H} \quad (2.8)$$

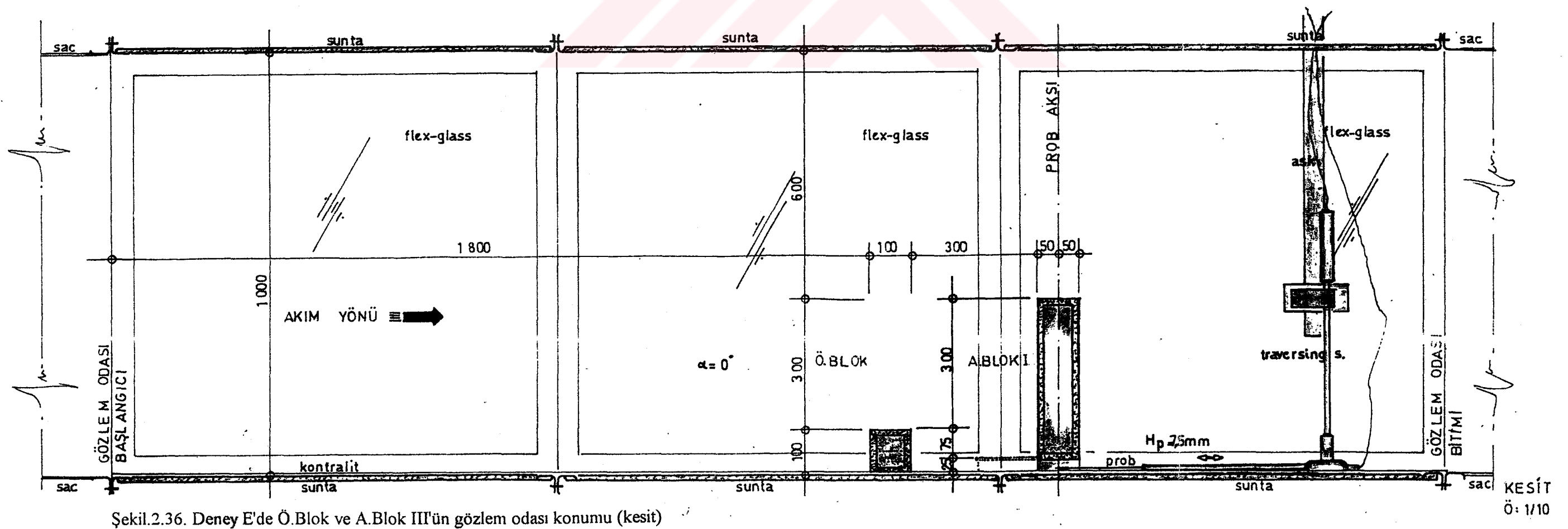
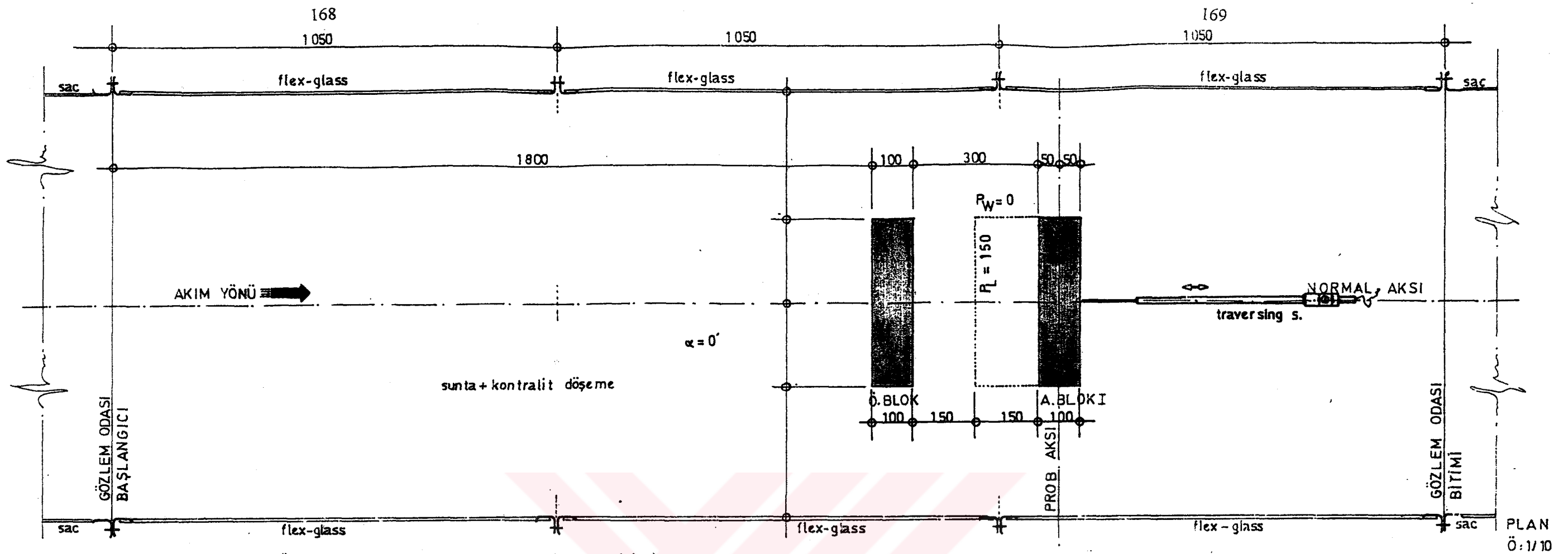
R_H : Boyutsuz hız oranları

U_H : A. Bloğun, H yüksekliğindeki serbest rüzgar akımı içerisindeki referans hız ($H=400$ mm)

U: Rüzgar akımının A. Blok altında ölçülen hızı [1, s; 1-3].

2.3.3.1. Deney F

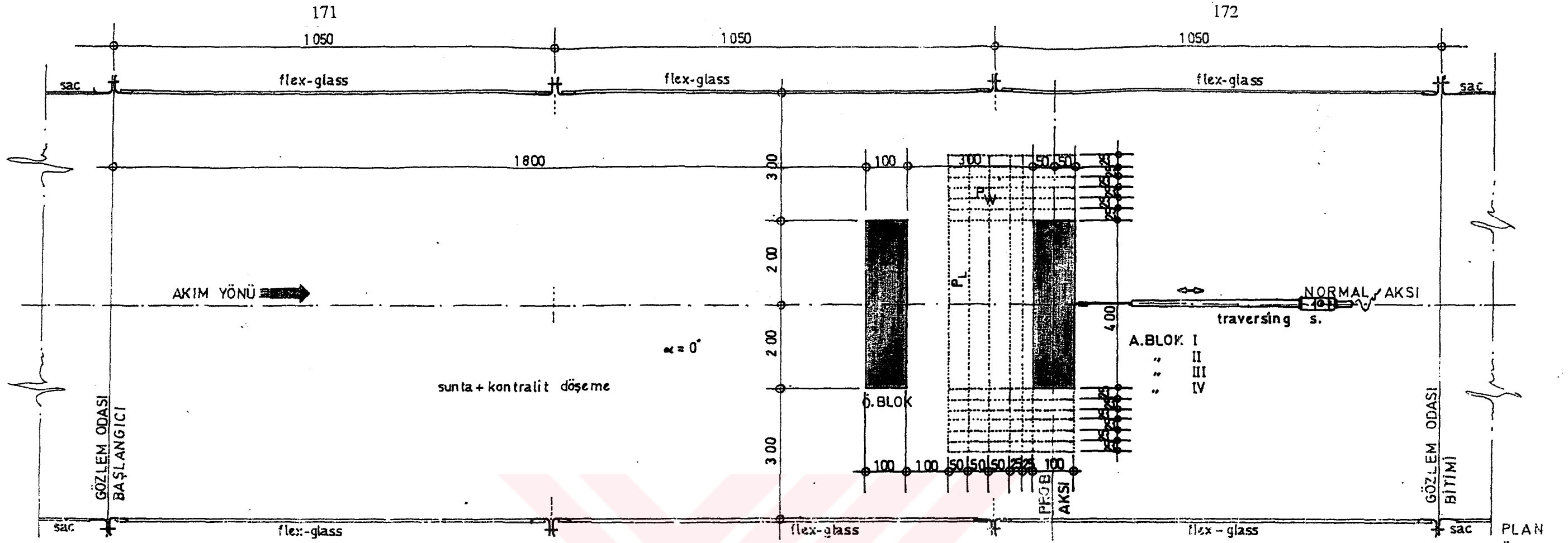
$\alpha=0^\circ$, sapma açısı altında; prob, A. Blok zemin katında, akım normali aksına çakışık olarak, rüzgar altı cephe hizasında ve yerden 7.5 mm yükseklikte ($H_p=7.5$ mm) yerleştirildi. Böylece traversing sistemin hareketiyle, A. Bloğun rüzgar altı cephesinden, konsol ucuna kadar kapalı alanların tümünde 10 mm. aralıklarla ölçümler alındı. Şekil 2.37 ve 2.38'de görülen bu deney düzeneği, A. Blok I,II,III ve IV için ayrı ayrı ve her bir portik uzunluğu (P_L)x protik genişliği (P_w) varyasyonların tümü için kuruldu. Daha sonra sonuçlar aşağıdaki portik boyutlarına bağlı olarak, A. Blok tiplmeleri için ayrı ayrı ve birarada karşılaştırmalı olarak derlendi.



Tablo 2.1. Portik Boyutları

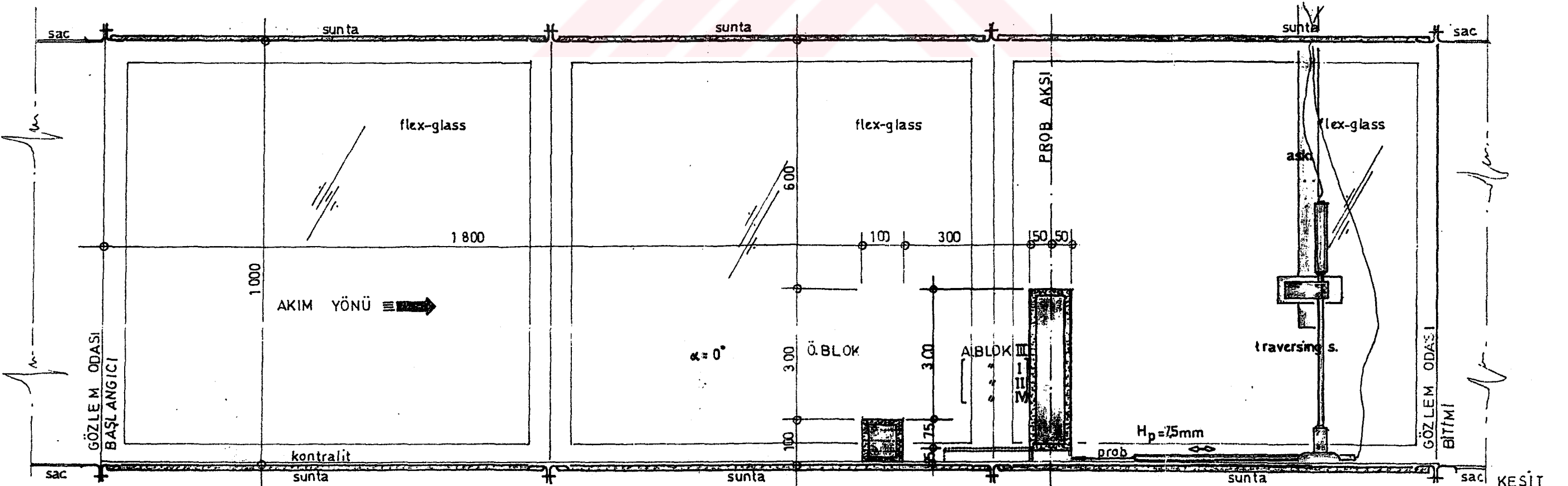
Pw	PL
0	0
25	25
50	50
75	100
100	150
125	200
150	





Şekil.2.37. Deney F için Ö.Blok ve A.Blok I, II, III, IV'ün gözlem odası konumları (plan).

PLAN
Ö: 1/10



Şekil.2.38. Deney F için Ö.Blok ve A.Blok I, II, III, IV'ün gözlem odası konumları (kesit).

KESİT
Ö: 1/10

3. SONUÇLAR

Deneysel çalışmaların sonucunda elde edilen veriler toplanarak bu bölümde sunuldu. Sonuçlara ilişkin özet bilgiler, grafikler ve tanımlayıcı krokilerden izlenebilir. Ayrıca tüm deney aşamaları ile ilgili daha geniş bilgiler ise grafik olarak ve onların sayısal tabloları olarak eklerden izlenebilir.

3.1. Portiksiz Ön Deneylerin Sonuçları

Portiksiz ön deneyler, daha sonraki aşamalarda gerçekleştirilen deneylerin yürütülme sürecinden önce karar verilmesi gereken;

- Hava akımı doğrultusu (α sapma açısı)
- Rüzgar üstü ön blok yüksekliği (H.Ö.B.)
- Probun gözlem odası zemininden yüksekliği (H_p)

gibi gelişim kriterlerini belirlemek için yapılmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçların GRIGG'in yaptığı deneylerin sonuçlarıyla karşılaştırmalı çizimlerinde bu bölümde sunuldu.

Sonuçlar deneysel çalışmaların sırası izlenerek şu şekilde sıralanabilir:

- Deney A'nın sonuçları
- Deney B'nin sonuçları
- Deney C'nin sonuçları

3.1.1. Deney A'nın Sonuçları

Deney A'da öncelikle, tamamen boş gözlem odası içinde, düşey hız profili taramalarını yapılacağı 0-25 mm ranji için bir ön deney yapıldı. (Ek. A.1. ve Ek.B.1.).

Bu hız taraması, $H_p=0-4.5$ mm aralığındaki prob yüksekliklerinde akım hızının yaklaşık $\bar{U}=1.3$ m/sn'den 4.8 m/sn'ye doğru hızlı bir artış içerisinde olduğunu gösterdi. $H_p=4.5-17.5$ mm aralığındaki prob yükseklikleri arasında bu artış yavaşladı ancak halen devam ediyordu ve $H_p=17.5$ mm'de $\bar{U}=5.9$ m/sn'ye ulaştı. $H_p=17.5-25$

mm aralığında ise hızlarda önemli bir değişiklik olmadı ve yaklaşık olarak 6 m/sn civarında süregelenleşti. Şekil 3.1’de görülen bu olgu boş tünelin sınır tabakasının yüksekliğinin $H_p=17.5$ mm’de çok belirgin hale geldiğini gösteriyordu.

Bu durumda eğer bölüm 1.6.3.3’de sözü edilen formül (1.37) hatırlanırsa;

$$\delta=0.0341 L^{4/5} V^{-1/5} \quad (1.37)$$

boş gözlem odasında elde edilen sonuçların kontrolü yapılabilir. Çünkü bu formül, kaygan yüzeyler üzerinde oluşan sınır tabakanın kalınlığını (δ); Reynolds sayısından bağımsız olarak ve akımın çalıştığı yüzeyin uzunluğu (L) ile serbest hava akımı hızına (V), bağlı olarak hesaplamak için türetilmiş bir eşitlikti. Bu durumda gözlem odası içerisinde serbest akım hızı ortalamalarının yaklaşık $V=6$ m/sn olduğu ve akımın proba ulaşana dek $L=2.250$ m (Şekil 2.16) yol katettiği göz önünde bulundurulursa, değerler yerine koyularak;

$$\delta=0.0341 (2.250^{4/5} 6^{-1/5})$$

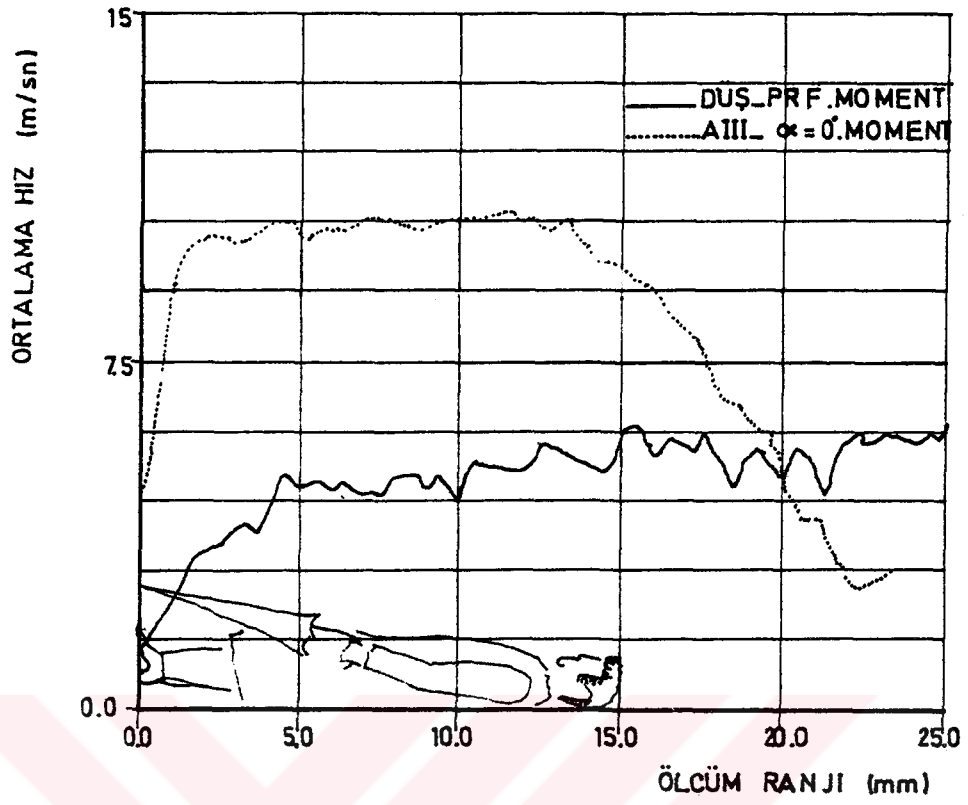
eşitliği hesaplanır ve;

$$\delta=0.04447\text{m} \cong 44.5 \text{ mm}$$

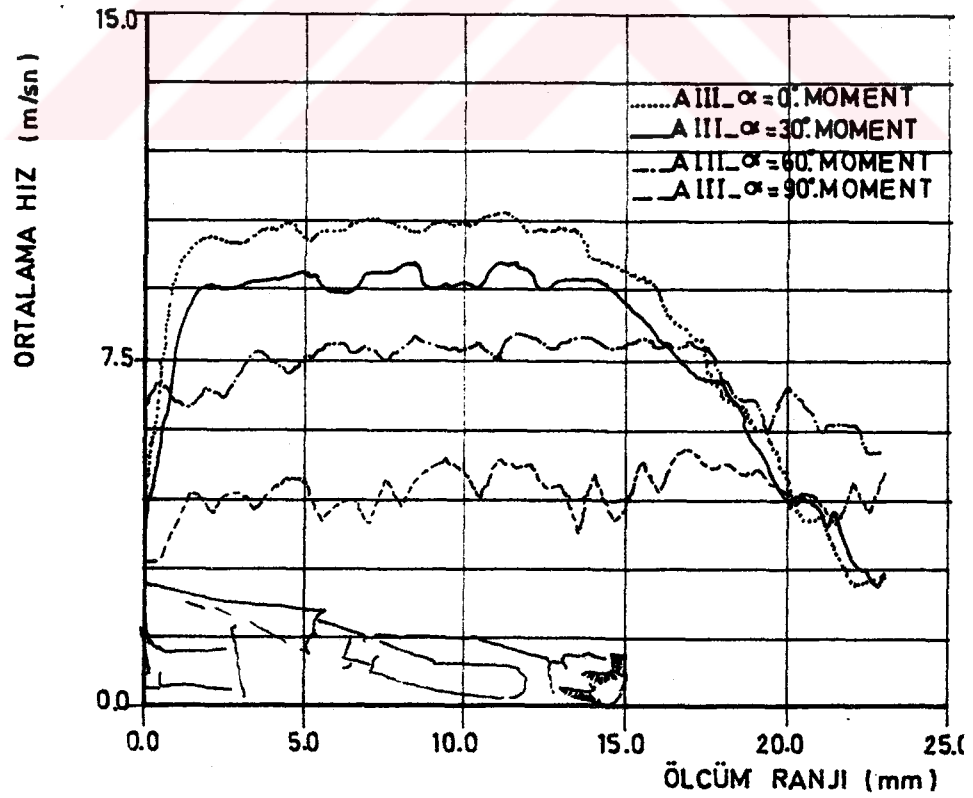
olarak hesaplanır.

Yani sayısal metod gözlem odasının 2250 mm’sindeki sınır tabaka kalınlığının $\cong 44.5$ mm olması gerektiğini söylüyor. O halde $H_p=17.5$ mm’den $\delta=H_p=44.5$ mm’ye kadar hız profilinin eğimi çok küçüktür. Yani sınır tabaka, oluşması gereken yüksekliğin yaklaşık 1/3’ü kadar bir yükseklikte bilirlenleşmektedir.

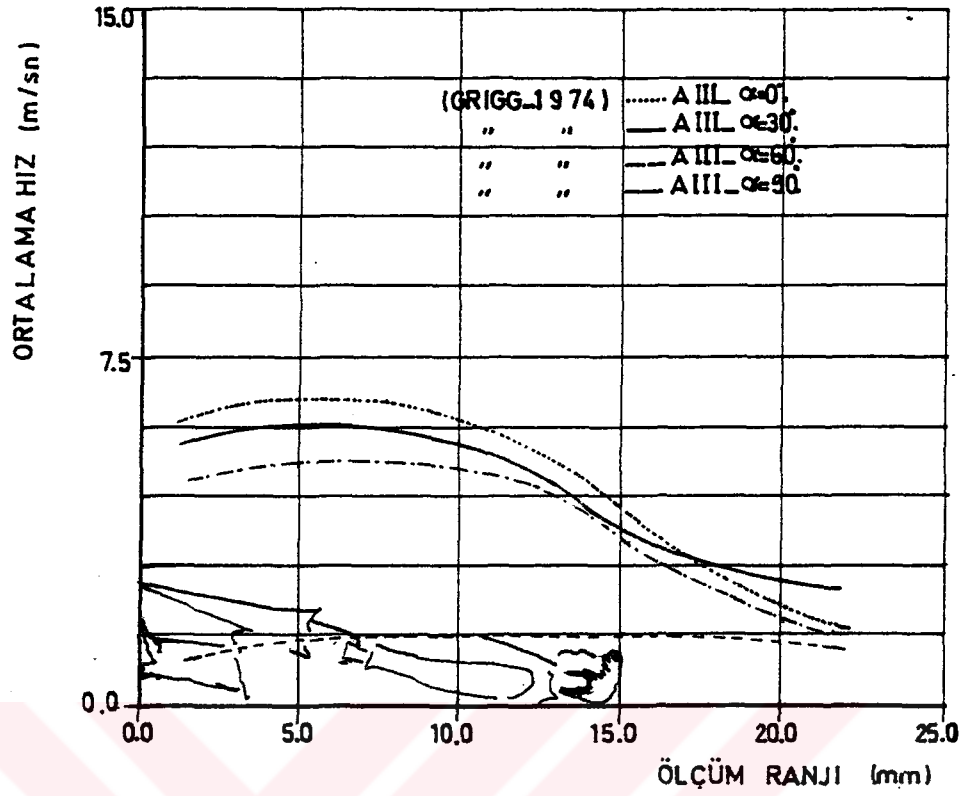
Boş tünelde ölçülen bu sınır tabaka hız profili ve A.Blok III’ün, $\alpha=0^\circ$ sapma



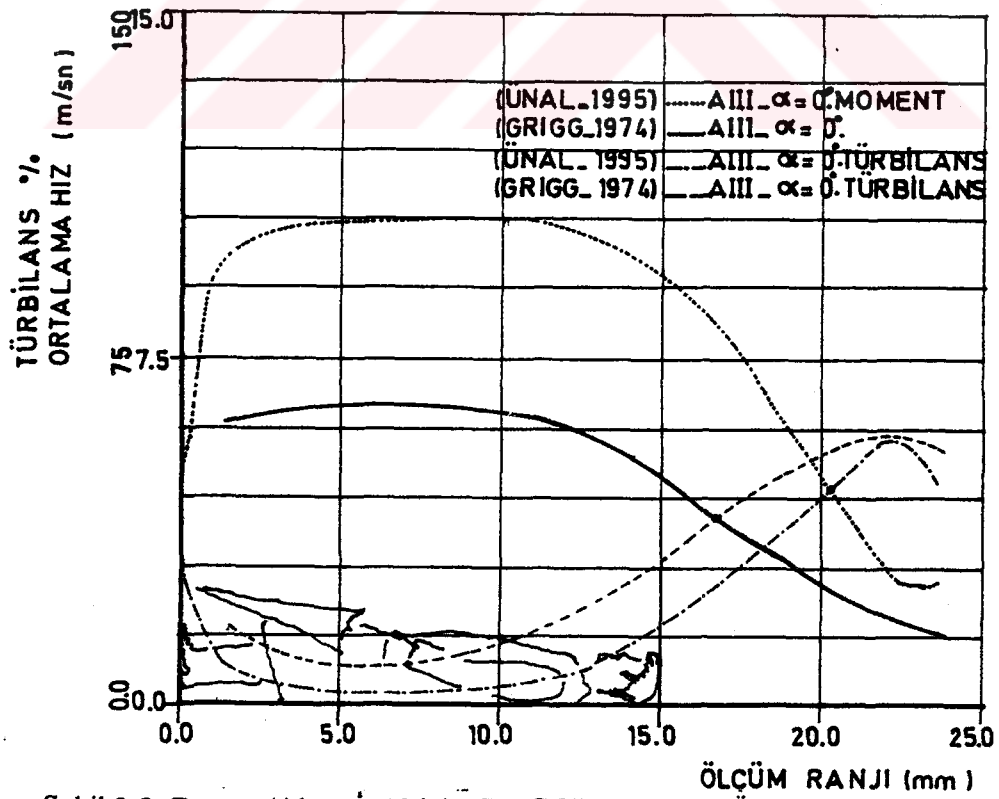
Şekil.3.1. Boş tünel için ve A.Blok III ile $\alpha = 0^\circ$ için saptanan $\bar{U}$ profillerinin süperpozisyonu .



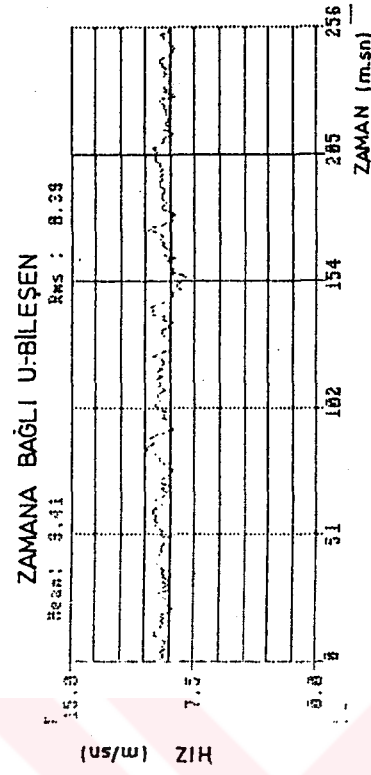
Şekil.3.2. Deney A'da saptanan $\bar{U}$ profillerinin süperpozisyonu .



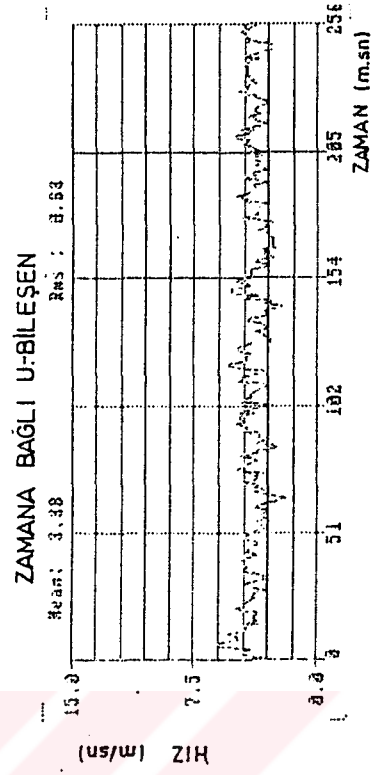
Şekil.3.3. GRIGG'in Deney A'da saptadığı $\bar{U}$ profillerin süperpozisyonu [1].



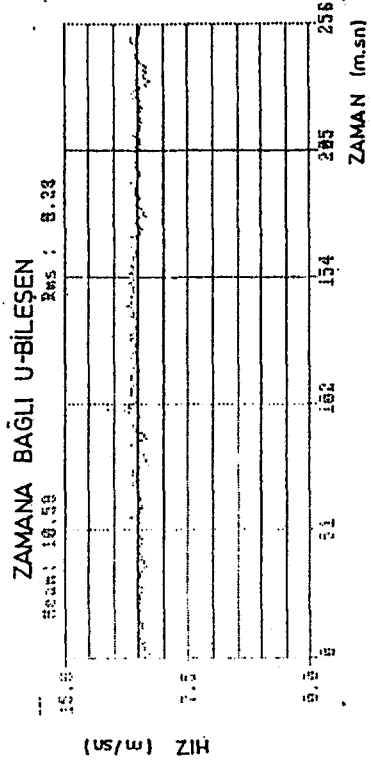
Şekil.3.8. Deney A'da $\alpha = 0^\circ$ için GRIGG'in 6 mm ve Ünal'ın 7,5 mm'de ölçtüğü Ö.Blok yüksekliğine bağlı A.Blok III altı ort. hızların süperpozisyonu..



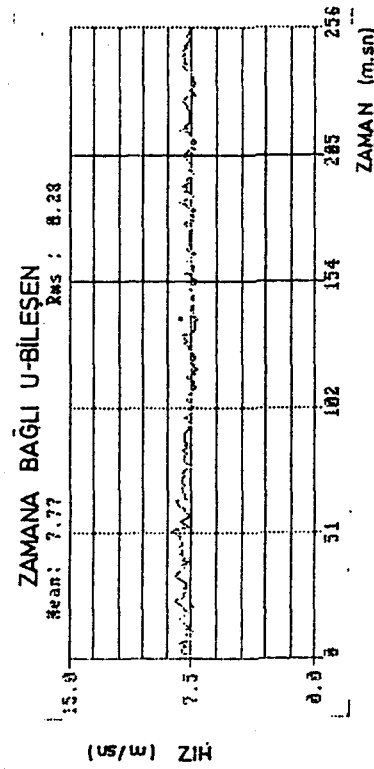
Şekil.3.5. $\alpha = 30^\circ$ için $H_p = 7,5$ mm'de saptanan zamana bağlı U-bileşen.



Şekil.3.7. $\alpha = 90^\circ$ için $H_p = 7,5$ mm'de saptanan zamana bağlı U-bileşen.



Şekil.3.4. $\alpha = 0^\circ$ için $H_p = 7,5$ mm'de saptanan zamana bağlı U-bileşen.



Şekil.3.6. $\alpha = 60^\circ$ için $H_p = 7,5$ mm'de saptanan zamana bağlı U-bileşen.

açısı altında rüzgar tüneline yerleştirilmesinden sonra elde edilen hız profilinin süper pozisyonu Şekil 3.1'de sunuluyor.

A. Blok III.'ün akım doğrultusundan $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ 'lik sapma açıları altında olduğu durumlar için elde edilen düşey hız profilleri Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi sistemli bir genlik azalması göstererek $\alpha = 90^\circ$ konumu için 4.5 – 5 m/sn. arasında lineer bir hale geldi (Bkz. Ekler: Şek.B., Tab.B.). Bu oluşum GRIGG'in [190] sonuçlarıyla oldukça benzeşiyordu (Şekil 3.3.). Sapma açılarının tümü için, $H_p = 7.5$ mm pozisyonunda, probun yaptığı 256 örneklem ölçümünün ortalamalarını alarak $H_p = 7.5$ mm için tek bir moment değeri olarak sunduğu zamana bağlı U bileşen değerlerinin birer m. saniyelik salınımları Şekil 3.4, 3.5., 3.6. ve 3.7.'de veriliyor. Bu salınımların genliğinin küçük olması $H_p = 7.5$ mm için sonuçların sağlıklı olduğunu belgeliyor.

Sonuçta şuna karar verildi ki; Şekil 3.2'de görüldüğü gibi tüm sapma açıları için max hızlar $H_p = 4 - 11$ mm arasında oluşmaktadır.

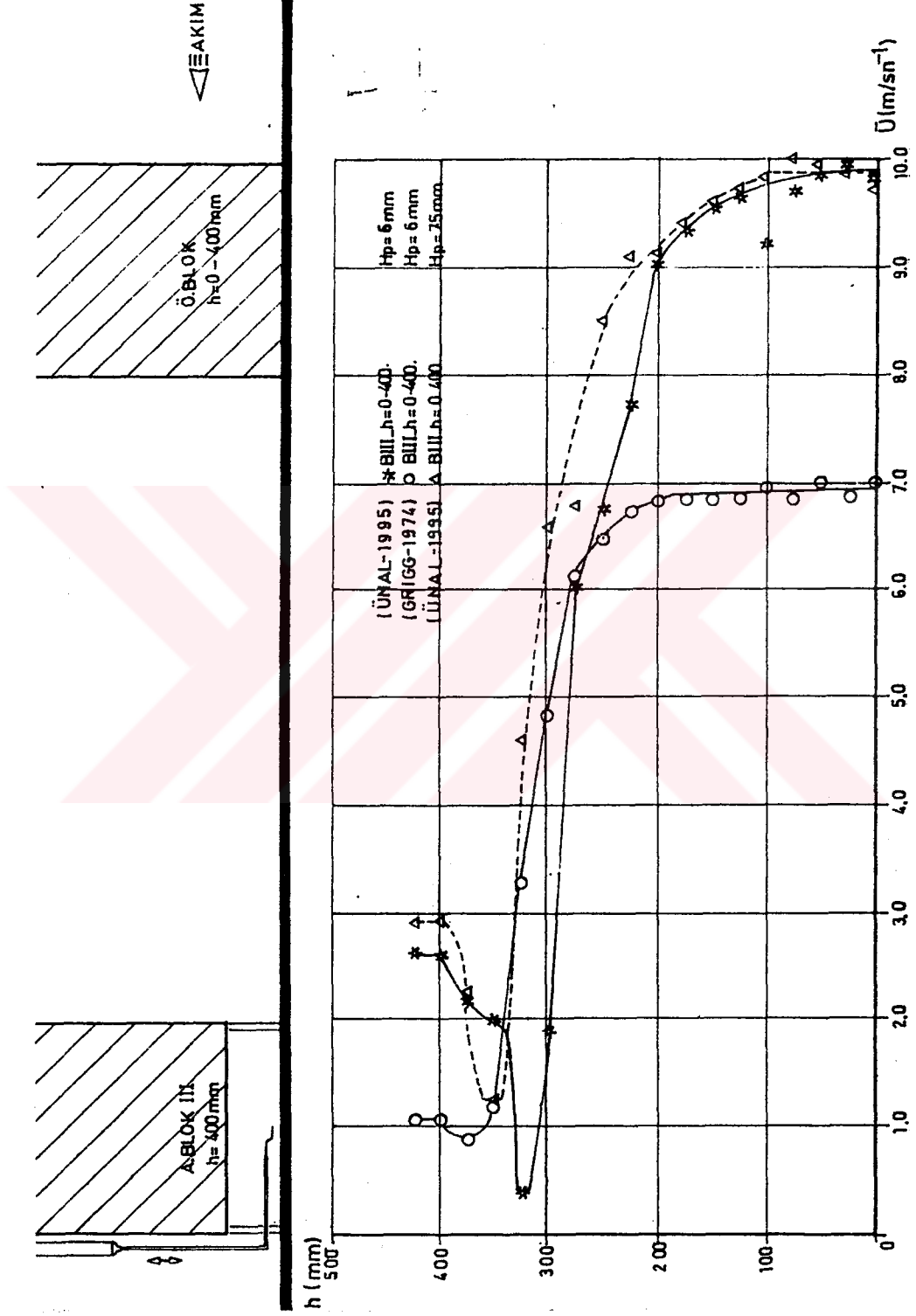
Ayrıca $\alpha = 0^\circ$ için, türbilans - moment zıtlıkları GRIGG'in sonuçları ile süperpoze edilerek Şekil 3.8'de sunuluyor.

3.1.2. Deney B'nin Sonuçları

GRIGG[1, s: 1-3], Deney A sonucunda max. hızlarının ölçümü için optimum prob yüksekliği olarak $H_p = 6$ mm'yi seçmiş ve Deney B ölçümlerini bu yükseklikte yapmıştır. Ancak bu araştırmada Deney B'nin kapsamı daha geniş tutuldu ve rüzgar üstü Ö. Bloğun katsayısındaki ($H = 0 - 400$ mm) her değişim için, rüzgar altı A. Bloğun merkezi altında, 25 mm'lik düşey ranjda toplam 17 takım ölçüm yapıldı. Ö. Blok yüksekliği $H = 0 - 100$ mm arasındaki düşey hız profillerinin ve max. hızların (≈ 9.8 m/sn.) pek farklı olmadığı görüldü. $H = 120$ mm de max. ort. Hızlarda yaklaşık 0.5 m/sn.'lik bir düşüş oldu ancak hız profilinin genel yapısı bozulmamıştı. $H = 150$ mm'den itibaren düşey hız profilinin yapısı da bozulmaya başladı. Bu oluşum GRIGG'in deneylerinde $H = 200$ mm'de görülmeye başlanmıştır (Şekil 3.9). $H = 120$ mm'den başlayan bu düşüşün $H = 320$ mm'den sonra tekrar yükselişe dönüşmesi ve bu yükselişin GRIGG'in sonuçlarına oranla hayli fazla oluşu da dikkat çekicidir (Bkz. Ekler: Şek.C., Tab.C.).

Bu durumda şu sonuçlar çıkartılabilir;

- $1/4 \geq H_{Ö.B.} / H_{A.B.} \geq 0$ ise ; Ö. Blok, A. Blok altındaki hızları etkilemiyor kabul edilebilir.
- $1/3 \geq H_{Ö.B.} / H_{A.B.} > 1/4$ ise ; Ö. Blok, A. Blok altındaki hızları indirgemektedir.



Şekil.3.9. Deney B'de GRIGG'in $H_p=6$ mm'de, ÜNAL'ın $H_p=6$ ve 7,5mm'de ölçtüğü Ö-Blok yüksekliğine bağlı, A Blok III altı ort. hızların süperpozisyonu.

- $1/1 \geq H_{O.B.} / H_{A.B.} > 1/3$ ise ; Ö. Blok, A. Blok altında düzensiz hızlara yol açmaktadır.

3.1.3. Deney C'nin Sonuçları

Deney C kapsamında yapılan çalışmalar hem A. Blok III ve hem de A. Blok IV tipleri için ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Sapma açılarının $\alpha = -90^\circ \dots + 90$ aralığındaki değerleri için saptanan sonuçlar hız ve moment profilleri olarak Ek. Şek.D. ve sayısal hız değerleri olarak da Ek. Tab.D.'de veriliyor. Bu hız değerlerinin sapma açılara göre çizilen profilleri Şekil 3.10 ve 3.11'de görülüyor. A. Blok III ve IV için çizilen grafiklerden, hız değerlerinin $\alpha = 0^\circ$ 'nin negatif ve pozitif yöndeki sapmaları için genelde simetrik eğriler oluşturduğu görüldü. Ancak hem GRIGG'in sonuçlarında hem de bu araştırmanın sonuçlarında $\alpha = 0^\circ$ 'dan $+90^\circ$ 'a giden sapma açılarında yapılan ölçümlerde hafif de olsa bir düzensizlik vardı. Bu durumda Şekil 1.187'de görülen GRIGG'in [1, s: 1-3] kullandığı tünelin aynen Taşkışla FÇK laboratuvarındaki tünele benzer bir şekilde konumlanmış olduğu (Şekil 2.6) ve her iki tünelin de, laboratuvarın uzun paralel kenarlarına merkez simetrisi içinde eşit uzaklıkta değil de, pozitif sapma açılarının oluşturulduğu kenarlarının aynı duvarlara daha yakın olarak konumlandığı görülür. O halde, tünel içerisinde plan düzleminin normal aksının iki tarafında simetrik oluşumlar içinde olması gereken hava akımları tünel dışındaki ve laboratuvar ortamındaki deverenlerini eşit kesitlerde yapmadıkları için bu dengesizlik sonuçlara yansımaktadır. Ancak Deney C'nin amacı böyle bir saptama yapmak değildi.

- Deney C'den gözetilen amaç hangi sapma açısı altında A. Blok III ve IV altında max. hızlar üretileceğini saptamaktır ve $H_p = 7.5$ mm 'de;

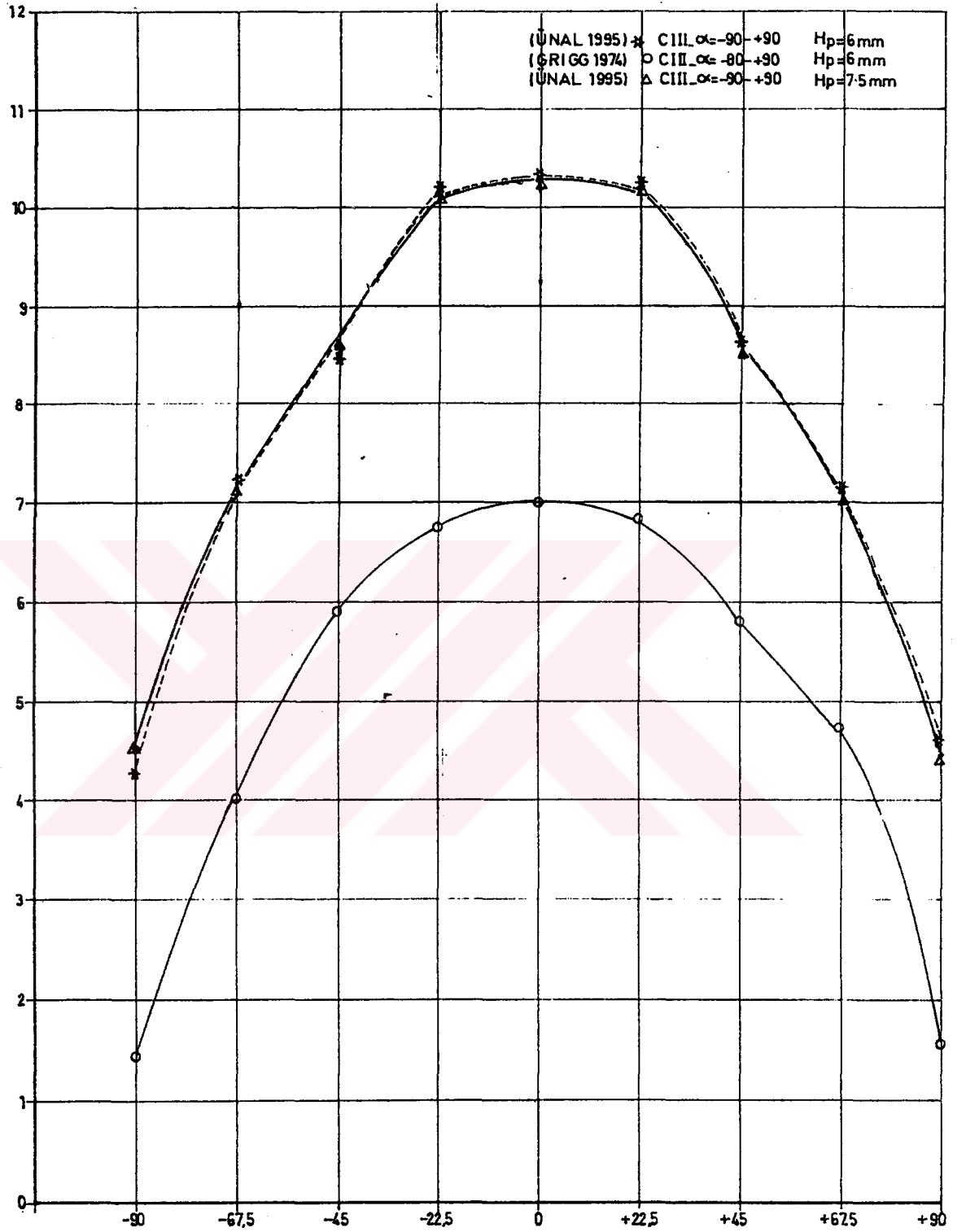
- A. Blok III için $\bar{U}_{max} = 10.193$ m/sn.

- A. Blok IV için $\bar{U}_{max} = 9.590$ m/sn.

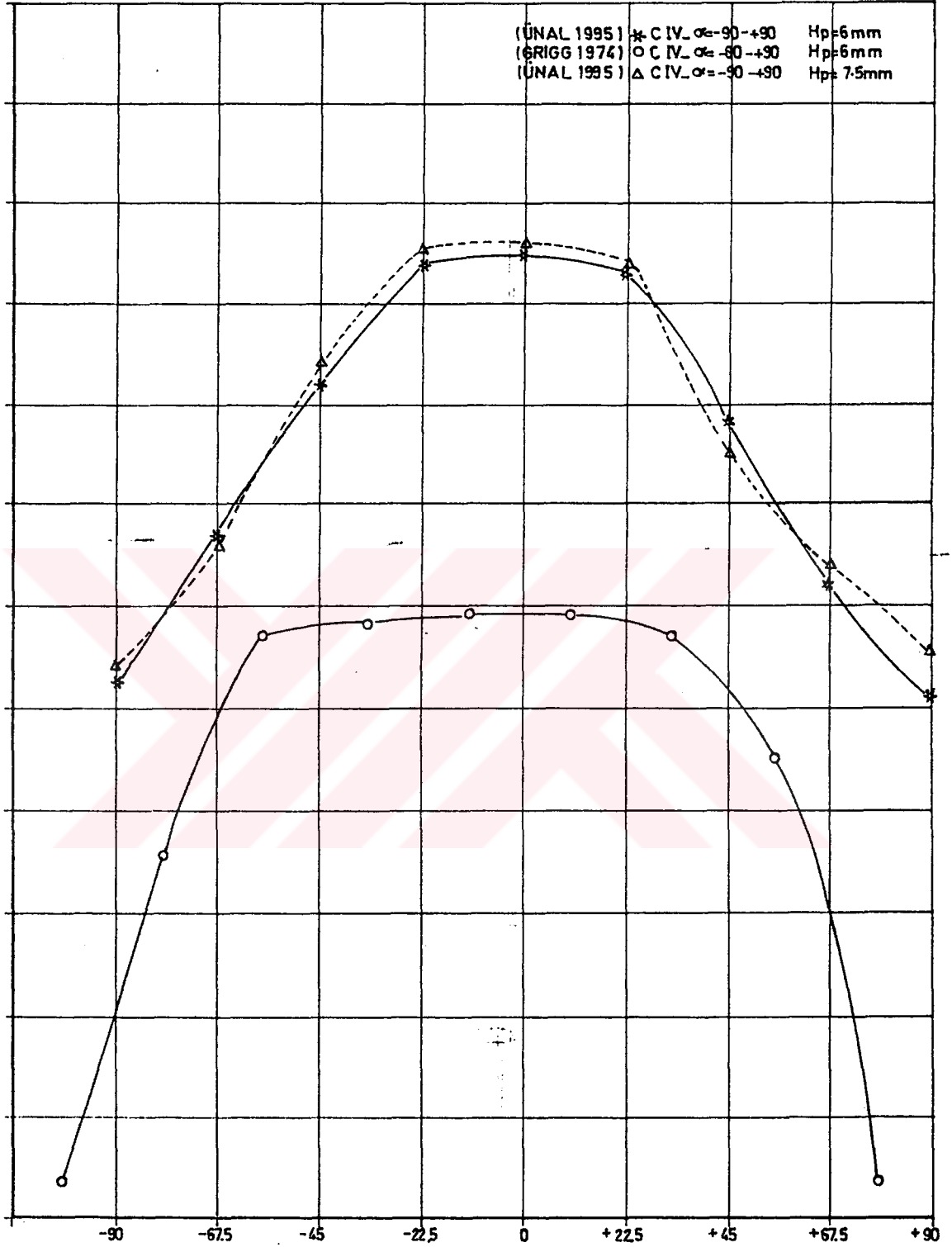
olarak saptandı. Ve $\bar{U}_{max}$ değerlerinin $\alpha = 0^\circ$ altında gerçekleştiği ispatlanmış oldu.

3.2. Portik Altı Hız Varyasyonu Deneylerinin Sonuçları

Portik altı hız varyasyonu deneyleri ile gözetilen amaç Ö. Bloğu geçen hava akımının A. Bloğun rüzgar üstü cephesine çarptığı anda oluşan düşey girdabın, A. Bloğun rüzgar üstü konsollarına bağlı olarak nasıl yapılanacağını ve bu yapılanmanın A. Blok altındaki hızlar üzerinde ne gibi etkiler yapacağını görmektir (Şekil 3.12).



Şekil.3.10. Deney C'de GRIGG'in $H_p=6\text{ mm}$ 'de, ÜNAL'ın $H_p=6\text{ ve }7,5\text{ mm}$ 'de ölçtüğü hızların sapma açısına bağlı derecelerinin süperpozisyonu .



Şekil.3.11. Deney C'de GRIGG'in $H_p = 6 \text{ mm}$ 'de, ÜNAL'ın $H_p = 6$ ve $7,5 \text{ mm}$ 'de ölçtüğü hızların sapma açısına bağlı değerlerinin süperpozisyonu.

Bu deneylerde A. Blok III kullanılmış ve 300 mm rüzgar üstü mesafesindeki Ö. Blokla birlikte $\alpha = 0^\circ$ ile gözlem odasına konumlanmıştı. Ölçümler sonucunda elde edilen veriler Ek.Şek.E., F. ve Ek.Tab.E., F. de grafik ve nümerik tablolar olarak geniş bir şekilde sunulmaktadır.

Bu bağlamda elde edilen sonuçlar iki grupta açıklandı:

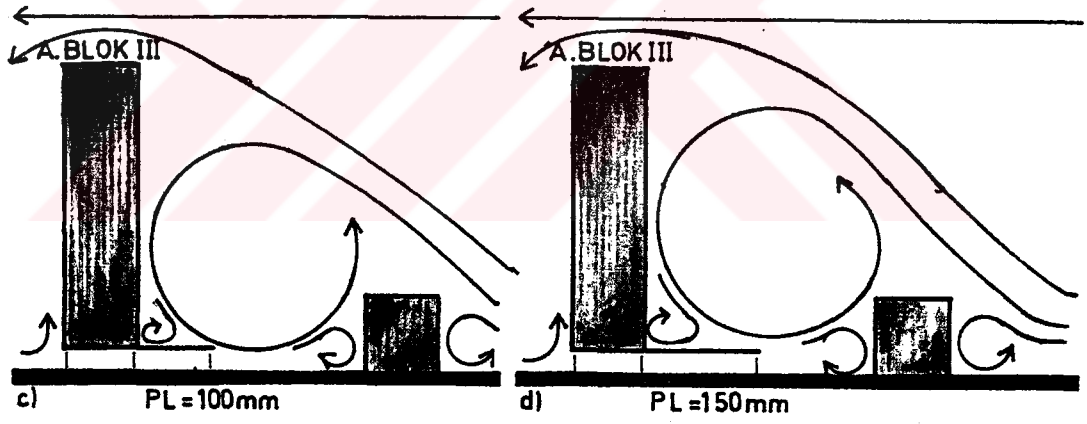
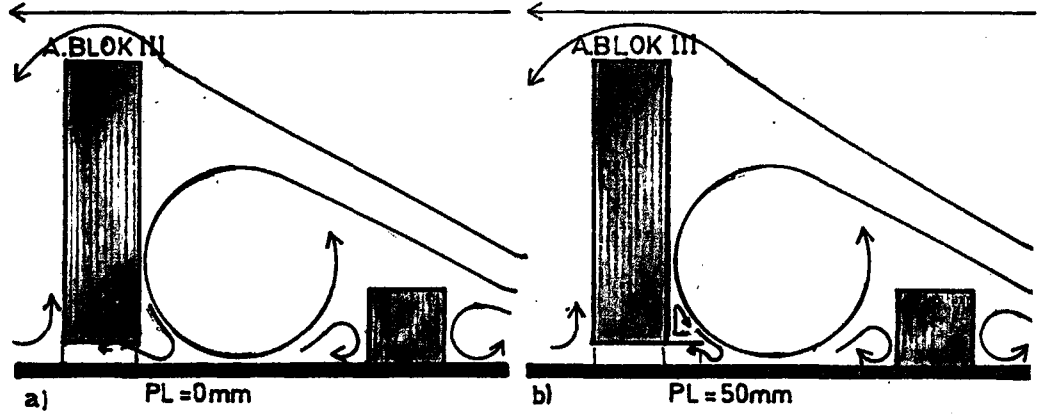
- Deney D'den elde edilen sonuçlar
- Deney E'den elde edilen sonuçlar

3.2.1. Deney D'nin Sonuçları

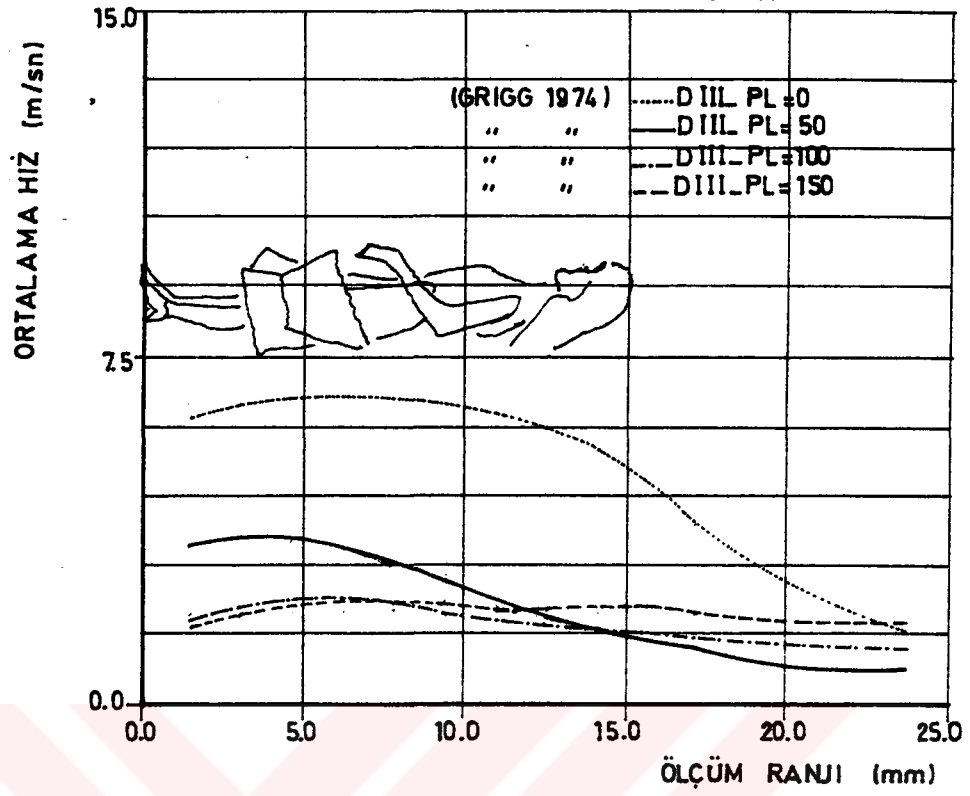
Deney D'de $P_L = 0,50, 100$ ve 150 mm'lik rüzgar üstü konsollar için A.Blok III'ün zemin katındaki 25 mm'lik düşey ranjda alınan ölçümlerden elde edilen hız profilleri ve aynı deneyi yapan GRIGG'in [1, s: 1-3] saptadığı hız profilleri Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'de görülmüyor. Bu profillerin genel yapısında büyük bir benzerlik vardır. Ancak bu projede yapılan ölçümlerin ilk 2.5 mm'si ile son 5 mm'sinde görülen akım zıtlıkları GRIGG'in grafiklerinde yoktur. Belki GRIGG'in bunları ihmal ettiği veya o günkü ölçüm aletleri ile (1974) sağlıklı olarak ölçemediği akla gelebilir. Çünkü; Şekil 3.12.a ve b'de görüldüğü gibi Ö. Bloğu aşan rüzgar akımı A. Blok önünde yeryüzü seviyesine dayalı bir girdap oluşturacaktır. Girdap zemine dayalı olduğundan ve çapı da küçük olduğundan, yani girdabın merkez-kaç kuvveti zayıf ve momentumu büyük olduğu için, rüzgar altı arka cepheden rüzgar üstü cepheye doğru, zemin katı geçerek gelen negatif yönlü bir akıma izin vermeyecektir. Bu büyük girdabın basıncı altındaki, A Bloğun, rüzgar üstü eteğindeki küçük girdabın, zemin kat tavanına doğru, gittikçe hızlanan bir pozitif yönlü akımı oluşacaktır. Portik uzunluğunun sıfır olduğu durum için oldukça bariz olan bu durum, portik uzunluğu arttıkça etkinliği azalan bir pozitif jet-stream oluşumuna yol açar.

Pozitif jet-stream'in portik boyu uzadıkça ($P_L = 100-1500$ mm.) azalmasının nedeni ise, A Blok'un önündeki rüzgar üstü cephesindeki etek girdabının artık portik üzerinde oluşmasıdır (Şekil 3.12.c ve 3.13.b).

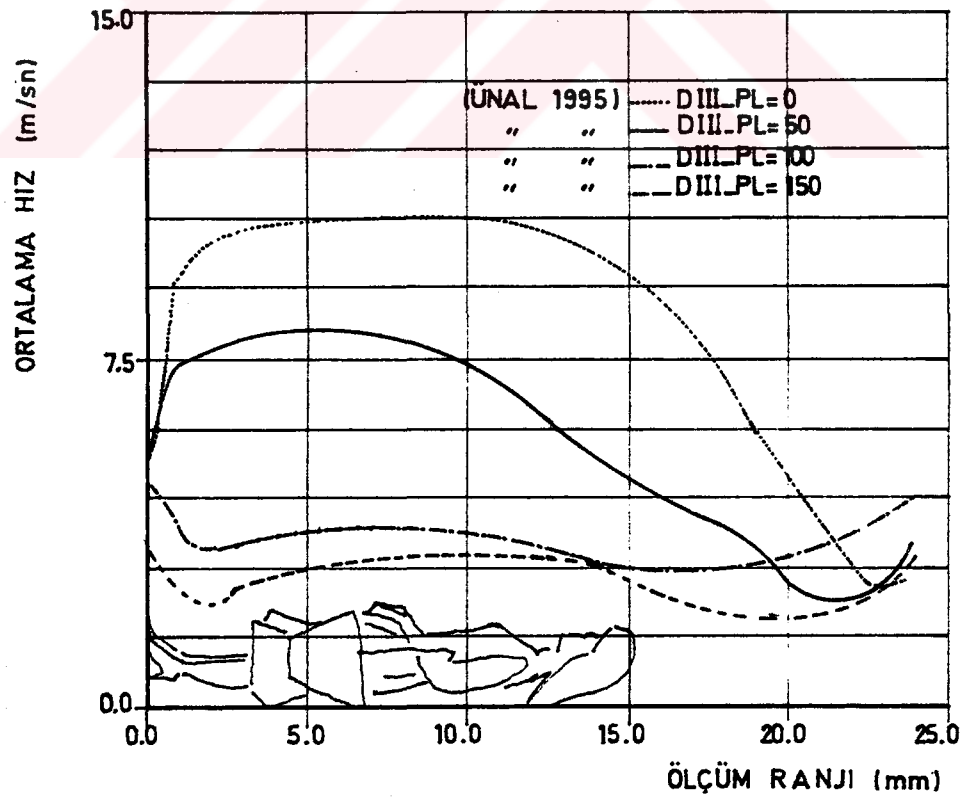
- $0 \leq H_p \leq 2.5$ mm. için; zeminden yükseldikçe ilk $1, 1.5$ mm.'ler arasında $P_L=0$ ve $P_L=25$ için bir rüzgar hızı artışı olacaktır. $P_L=100$ mm.'den $P_L=150$ mm.'ye kadar ki portik uzunlukları ise Ö. Bloğu aşan hava akımının zemine inmesine ve zemine dayalı bir girdap oluşturmaya engel olduğundan, bölüm 1.5.2. ve 1.5.3. de sözü edildiği gibi, bir tür "bağımsız pürüzlülük akımı"ndan, "girişim akımı"na



Şekil.3.12. Rüzgar üstü portiklerin, akım biçimlenmesine etkileri.



Şekil.3.13. Deney D'de GRIGG'in A. Blok III altında portik uzunluğuna bağlı olarak saptadığı düşey hız profilleri [1].



Şekil.3.14. Deney D'de ÜNAL'ın A.Blok III altında portik uzunluğuna bağlı olarak saptadığı düşey hız profilleri.

geçiş yaşanacaktır (Bkz. Şekil 1.107, 1.108, 1.115). Portik boyu daha da arttıkça bu oluşum “seken akım”a benzeşmeye başlayacaktır.

Bu durumda $P_L = 100 - 150$ mm.’ler arasında portik altında rüzgar ötesi konsol ucu yakınında bir negatif basınç bölgesi oluşacak ve onun yarattığı vakumdan dolayı $H_p = 0 - 25$ mm.’ler arasında zemine doğru güçlenen negatif yönlü akımlar açığa çıkacaktır. Çünkü zemine yaklaşıldıkça negatif yönlü akımları frenleyen, pozitif yönlü akımların etkisi azalmaktadır. Ancak konsol ucundaki negatif basınç bölgesine daha yakın olan ancak momentumu az olduğunda etkisi fazla hissedilmeyen bir başka girdap daha vardır ki; bu da Ö. Bloğun rüzgaraltı etek girdabıdır. Söz konusu edilen pozitif yönlü akımların kaynağı da bu girdaptır ve o da portik altındaki negatif basınç bölgesine doğru akar ancak etkinliği sadece negatif yönlü akımları frenlemek şeklinde açığa çıkar.

- $2.5 < H_p \leq 11$ mm. için; ölçülen hızlar, bütün portik uzunluklarında hız profillerinin max. değerlerini aldığı durumlardır. Bu aralıkta akım karşılıklarının yol açtığı frenleme etkileri minimumdur.
- $11 < H_p \leq 20$ mm. için; $P_L = 0$ ve 25 mm.’ler arasında ise hız profilinde sürekli bir düşüş vardır. Bunun nedeni A. Bloğun iki cephesi arasındaki basınç farklarının $H_p = 20$ mm. yüksekliği civarında birbirine eşit ve dengede olmaya en yakın pozisyonlarında olmalarıdır. $P_L = 0$ ve 25 mm. için $H_p = 20$ mm. civarında en düşük hızlar oluşur.

$P_L = 100$ ve 150 mm. konsolları için ise tam belirgin olmamakla birlikte aynı şeyler söylenebilir.

- $e_0 < H_p \leq 25$ mm. için; $P_L = 100-150$ mm.’ler arasında “ $0 \leq H_p \leq 2,5$ mm.” de oluşana benzer bir jet-stream olayı tüm portik uzunlukları için yaşanmaktadır.

Ancak bu kez rüzgaraltı A. Bloğun arka cephesindeki zemine dayalı girdabın etkinliği ön plandadır. Bu durum $P_L = 0$ durumu için çizilen hız profilinden kolayca anlaşılabilir. $P_L = 0$ için jet-stream çok zayıftır ve sadece ön bloğun küçük bir etkisinden kaynaklanmaktadır. Çünkü A.Bloğun rüzgar üstü ve rüzgar altı cepheleri tamamen konsolsuzdur. Ancak tek yönlü konsol uzadıkça rüzgar altı ve rüzgar üstü cephedeki girdabın $H_p = 20-25$ mm arasındaki etkinliği yavaşlayacaktır. $H_p = 23$ mm’de;

D III. $P_L = 0$ mm için Skew $U = 0.845$, TURB $U = 1.583$

D III. $P_L = 150$ mm için Skew $U = -0.238$, TURB $U = 0.970$

değerleri bu görüşü desteklemektedir. Rüzgar üstü cephedeki bu basınç azalması, rüzgar altı cepheden rüzgar üstü cepheye doğru hızlı bir akıma yol açacaktır. Konuyla ilgili daha geniş değerlendirmeler yapmak için Ekler incelenebilir.

Özetle, Deney D; A. Blok altındaki düşey hız profilleri üzerinde portik uzunluklarının etkinliğini göstermiştir.

3.2.2. Deney E'nin Sonuçları

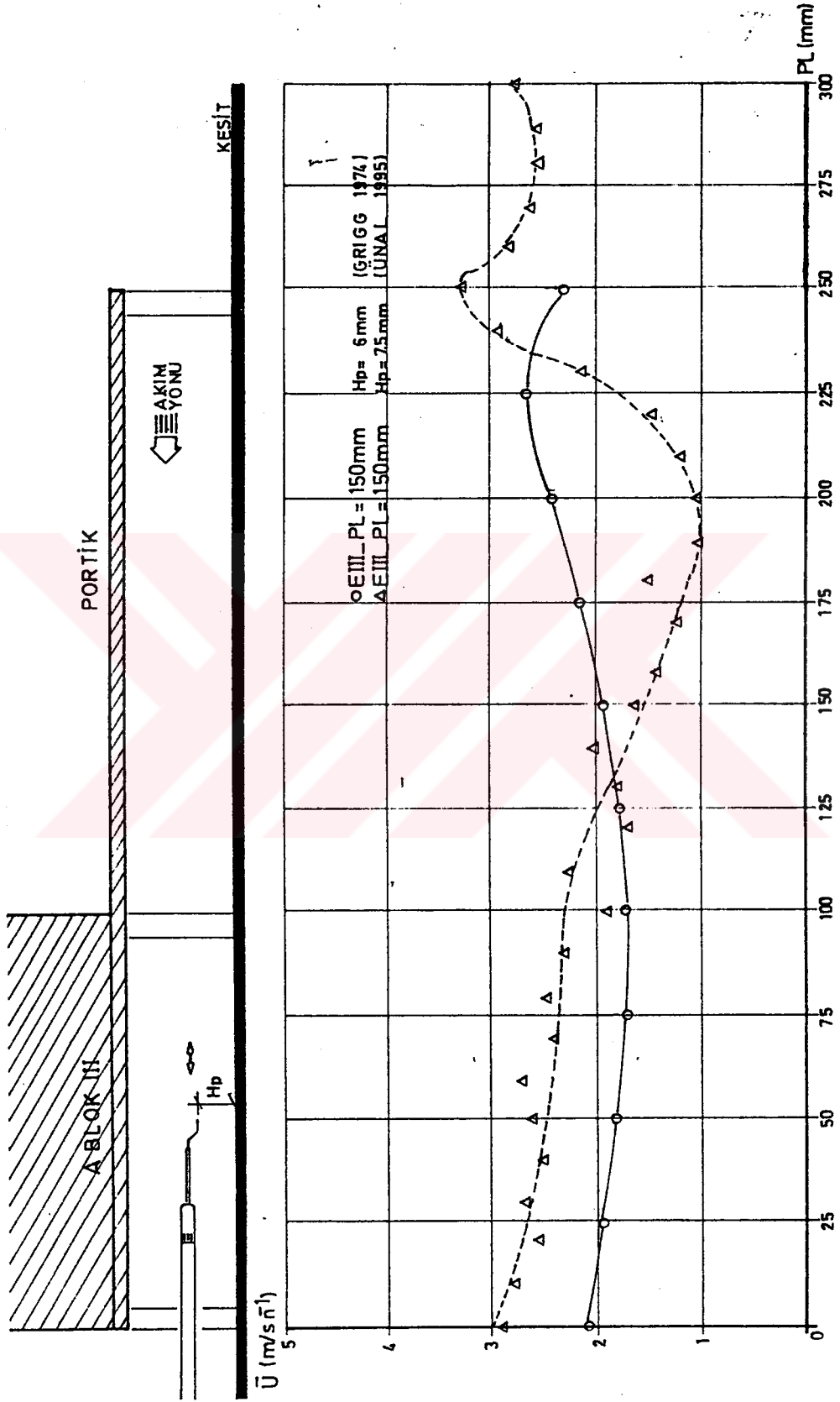
Deney E'de, A. Blok III'ün altındaki hız profili 0–300 mm'lik yatay ranjda alınmıştır. GRIGG bu deneyde probun zeminden yüksekliğini $H_p = 6$ mm tutmuştu. Ancak bu araştırmada yapılan yatay ranj ölçümleri için $H_p = 7.5$ mm olarak belirlendi. Ayrıca GRIGG[1, s: 1-3] ölçümlerini 0–250 mm'lik ranjda aldığı için Şekil 3.15'de görülen grafikde, GRIGG'in profili 250 mm'de kesilmiştir. Sonuçlar A. Blok altında yani 0–100 mm ranjında her iki deney için paralel görülmektedir. Ancak 100 mm'den sonra $H_p = 7.5$ mm'de yapılan ölçümlerde bir düşüş görülmektedir. 200 mm'de minimum değerine ulaşan hızlar 250 mm'ye kadar yükselmekte yani portik ucunda max. değerini bulmaktadır. Bundan sonrası örtülü olmayan alanlardaki rüzgar hızlarıdır. Hızlar genelde örtülü alanlar için oldukça düzenli spektrumlar verdi (Bkz. Ekler: Şek.F., Tab.F.).

3.3. Portik Boyutu Etkinliği Deneylerinin Sonuçları

Bu deneylerin sonuçları, bütün A. Blok versiyonları kullanılarak portik uzunluğu (P_L) ve Portik genişliği (P_w) değerleri için yapılmış yatay ranj ölçümlerinden türetildi. Sonuçlar direkt hız olarak değil de R_H oranları olarak verildi. Bu R_H oranları Ek.Tab.H.'dan izlenebilir. Ayrıca Şek.G. ve Tab.G.'de grafik ve nümerik ölçüm sonuçları sunuluyor.

3.3.1. Deney F'nin Sonuçları

Deney F'nin şekillerinde kesikli çizgi ile gösterilen GRIGG'in[1, s: 1-3] sonuçları genelde bu araştırmada elde edilen sonuçlarla büyük bir benzerlik göstermedi. Ancak tümüyle de yabancı değildi. Ayrıca bir değerlendirme yapılırken unutulmaması gereken nokta, GRIGG'in sonuçlarının $H_p = 6$ mm'de yapılan, bu araştırmanın sonuçlarının ise $H_p = 7.5$ mm'de yapılan ölçümlerden türetilmiştir.



Şekil.3.15. Deney E'de $P_L=150$ mm ile, A. Blok III için GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de saptadığı yatay hız profillerinin süperpozisyonu .

Bu açıklamalardan sonra, sonuçlar üzerinde yapılacak kritiklerde GRIGG'in R_H profillerinin sadece geniş bir toleransla başvurulacak bir kriter olacağı söylenebilir.

3.3.1.1. Portik Uzunluğunun Etkinliği (PL)

R_H oranları için türetilen grafikler oldukça karmaşık bir işlemin sonucudur. Bu işlemin daha kolay anlaşabilmesi için Şekil 2.17'deki gözlem odası koordinatlarına bakılırsa;

PP = 0 mm için probun K – 47

PP = 50 mm için probun K – 46 (A. Blok merkezi)

PP = 250 mm için probun K – 42

PP = 300 mm için probun K – 41

gridlerinde sabitlenmiş olduğu ve herbiri $P_L = 0,25, 50, 100, 150, 200$ mm'lik 6 ayrı portiği olan 4 tip A. Bloğun bu sabit problemlerin üzerine yerleştirilip kaldırıldığı ve elde edilen hız ölçümlerinin de R_H oranlarına dönüştürülüp, bu portik uzunluklarına bağlı olarak, her bir bina tipi için toplam 4 adet $R_H - P_L$ grafiği türetilmiştir.

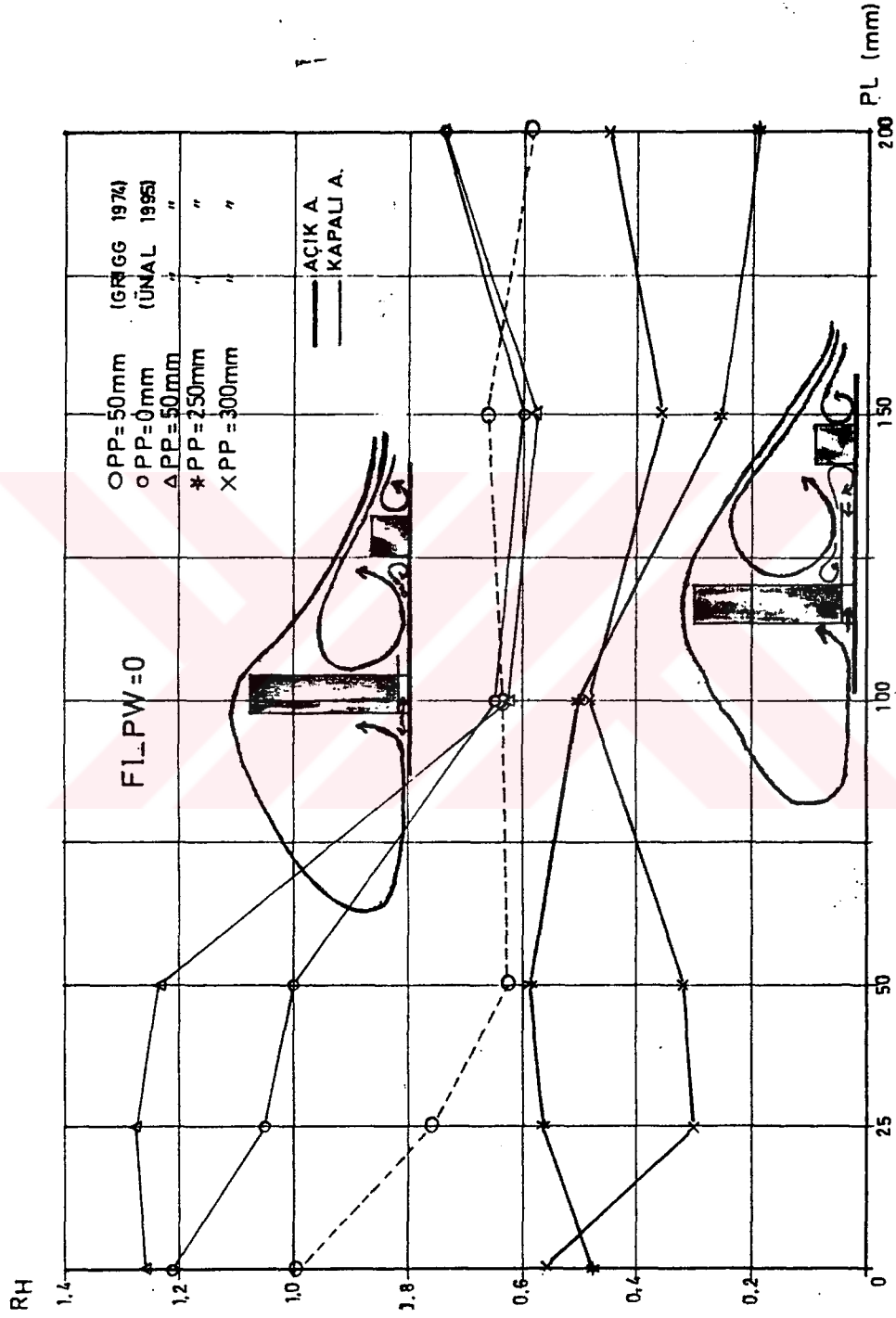
Bu durumda prob K – 42 pozisyonunda iken sadece $P_L = 200$ mm portiği altında yapılan ölçümler tamamen kapalı alanda, $P_L = 150$ mm için yapılan ölçümler ise tam konsol ucunda alınmıştır.

Ayrıca prob K – 41 pozisyonunda iken ise sadece $P_L = 300$ mm portiği için tam konsol sınırında 4 ayrı bina tipi için alınmış birer kapalı alan ölçümü vardır. K – 47 ve K – 46 koordinatlarında alınan ölçümler ise tamamen kapalı alanlar altında alınmıştır. Bu kapalı alanlar grafiklerde ince çizgi ile, açık alanlar ise kalın çizgilerle gösterilmiştir.

- $FI - P_w = 0$ (Şekil 3.16);

A. Blok I için $P_w = 0$ mm tutulmuş ve prob'un A. Bloğun rüzgar altı cephesinden PP = 0,50, 250, 300 mm uzaklıklarda yatay randa konumları için dört R_H profili türetilmiştir.

Her dört profile de; $P_L = 0-50$ mm arasındaki portikler altındaki hız oranlarının (R_H), $P_L = 150 - 200$ mm arasındaki hız oranlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. PP = 0 ve 50 mm profilleri birbirlerine oldukça yakın ve benzerdir. Çünkü her iki prob pozisyonu da A. Blok I altında ve örtülü alandadır. Ancak daha düzensiz görünen PP = 250 ve 300 mm profillerinden PP = 250 mm'nin sadece $P_L = 150$ ve 200 konsolları için ve PP = 300 mm'nin ise $P_L = 200$ mm için tam konsol sınırında yapılan



Şekil 3.16. Deney F'de $P_W=0$ mm ile, A.Blok I için GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik uzunluğuna bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.

ölçümlerin derlemesi olduğu dikkate alınırsa A. Blok I ile Ö. Blok arasındaki örtüsüz alanlarda oldukça karmaşık akım oluşumlarının meydana geldiği söylenebilir. Bu açık akımlar grafiklerde kalın çizgi ile simgelenmiştir.

- $F_{II} - P_w = 0$ (Şekil 3.17);

A. Blok I içinde söylenmiş olan "her dör profilde de; $P_L = 0-50$ mm arasındaki portikler altındaki hız oranlarının (R_H), $P_L = 150-200$ mm arasındaki hız oranlarından daha yüksek olduğu" cümlesi A.Blok II için daha kuvvetle söylenebilir.

Ayrıca $PP = 250$ ve 300 mm pozisyonlarında açık alanlardaki R_H oranlarının da daha düzenli ve birbirine yakın hale geldiği görülmektedir. Bu da şu anlama gelir ki; zemin katı bir pasajla delinmiş A. Bloğun, birinci katı tamamen boşaltıldığında, ön ve A. Blok arası açık alanlarda oluşan yeryüzü seviyesindeki aşırı türbilanslı ve düzensiz akımlar daha düzgün bir rejime kavuşmaktadır. Bu oluşumun nedeni birinci katı boşaltılan binanın rüzgar üstü cephesinin üzerinde oluşan yüksek basıncın azalmasının pasaj içerisindeki akımları ($PP = 0-50$ mm) pek fazla etkilemese de açık alanlardaki yaya seviyesi akımlarını ($PP = 250-300$ mm) daha düzenli hale getirdiği olarak saptanabilir.

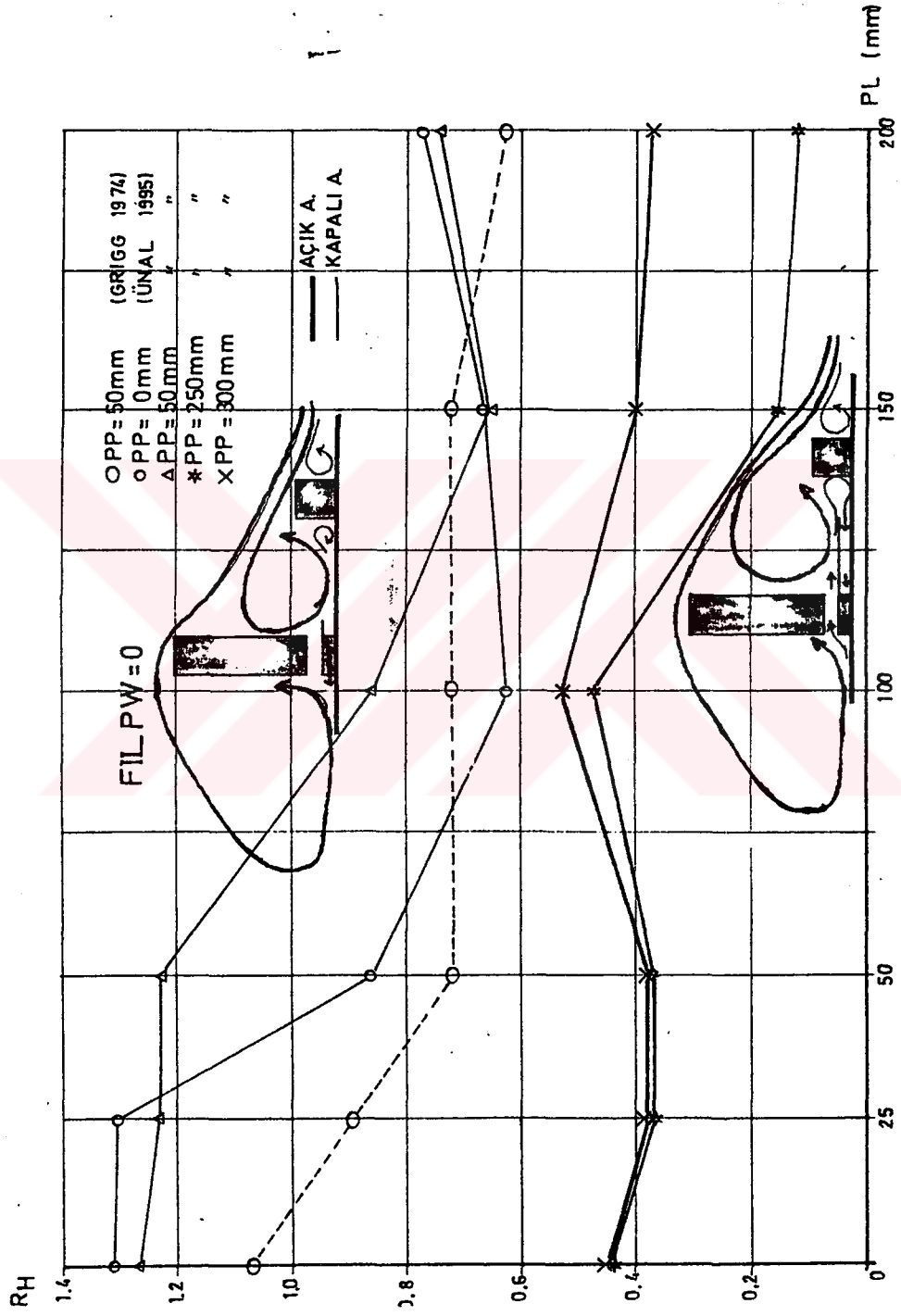
- $F_{III} - P_w = 0$ (Şekil 3.18);

A.Blok III için, $P_w = 0$ mm tutulmuş ve Prob'un A. Bloğun rüzgar altı cephesinden, $PP = 0, 50, 250, 300$ mm uzaklıklarda yatay randaaki konumları için dört R_H profili türetilmiştir.

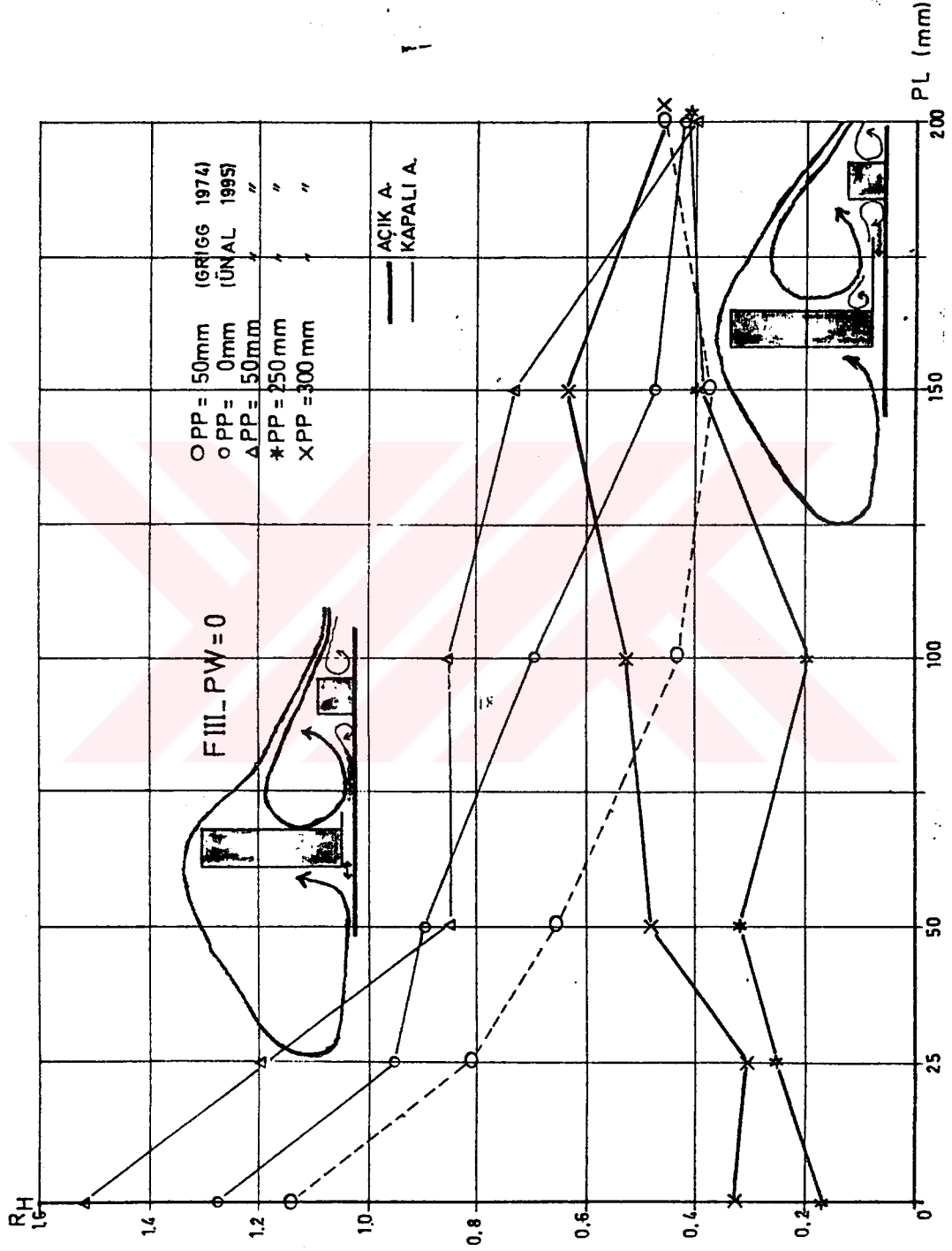
A. Blok III'ün $PP = 0-50$ mm profillerinden, portiksiz durumdan, $P_L = 200$ mm durumuna yaklaşıldıkça R_H oranlarında oldukça düzenli ve hızlı bir düşüş olduğu görülmektedir. Bu şu anlama geliyor ki; portik uzunluğu arttıkça A. Blok III'ün altındaki hızlarda da önemli düşüşler olmaktadır. R_H ve P_L değerleri arasında ters orantılı bir ilişki vardır.

Ancak $PP = 250$ ve 300 mm profillerinde R_H ve P_L değerleri arasındaki ilişki doğru orantılı hale gelmektedir. Yani zemin katı tamamen boşaltılmış bir binanın sahip olduğu rüzgar üstü portik ne kadar uzun olursa, iki bina arasındaki açık alanlardaki hızlar da o kadar büyük ve düzensiz oluyor. Bu çok ilginç bir sonuçtur. Çünkü, zemin katı tamamen boşaltılmış bir binanın örtülü alanları altında yaya konforu portik boyu uzatılarak iyileştirilebilir ancak, bununla ters orantılı olarak açık alanlarda dolaşan yayaların konforu bozulmuş oluyor.

Eğer $PP = 0$ ve 50 mm profilleri, $P_L = 200$ mm konsolu altında R_H oranların minimuma indirildiğini gösteriyorsa, A. Bloğun rüzgar altı cephesinden, rüzgar üstü



Şekil.3.17. Deney F'de $P_W=0$ mm ile, A. Blok II için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik uzunluğuna bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.



Şekil.3.18. Deney F'de $P_W=0$ mm ile, A.Blok III için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik uzunluğuna bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.

cepheye doğru A. Bloğun zemin katından geçerek gelen ters yönlü bir akımın açık alanlarındaki hızları indüklendiği söylenemez. Yani A. Bloğun rüzgar altı cephesinde oluşan etek girdaplarının bu oluşumda bir etkinliği yoktur. Ayrıca portik uzunluğu arttıkça Ön ve A. Blok arasındaki girdapta zemin seviyesine tutunamaz hale gelecek ve en azından birinci kat seviyesine yükselecektir. O halde açık alanlardaki yükseltilmiş hızların sebebi A. Bloğun rüzgar üstü cephesindeki girdapta değildir. Çünkü P_L arttıkça o da girişim akımına dönüşmektedir.

Bu durumda geriye sadece Ö. Bloğun arka cephesinde oluşan rüzgarlatı etek girdabı kalmaktadır. Yani

A. Bloğun portiği uzadıkça düşeyde portik ve Ö. Blok, yatayda ise zemin ve A. Bloğun rüzgar üstü cephesinde oluşan girişim girdabı tarafından çevrelenen bu açık alan hacminde güçlü bir rüzgar altı cephe etek girdabı oluşmaktadır.

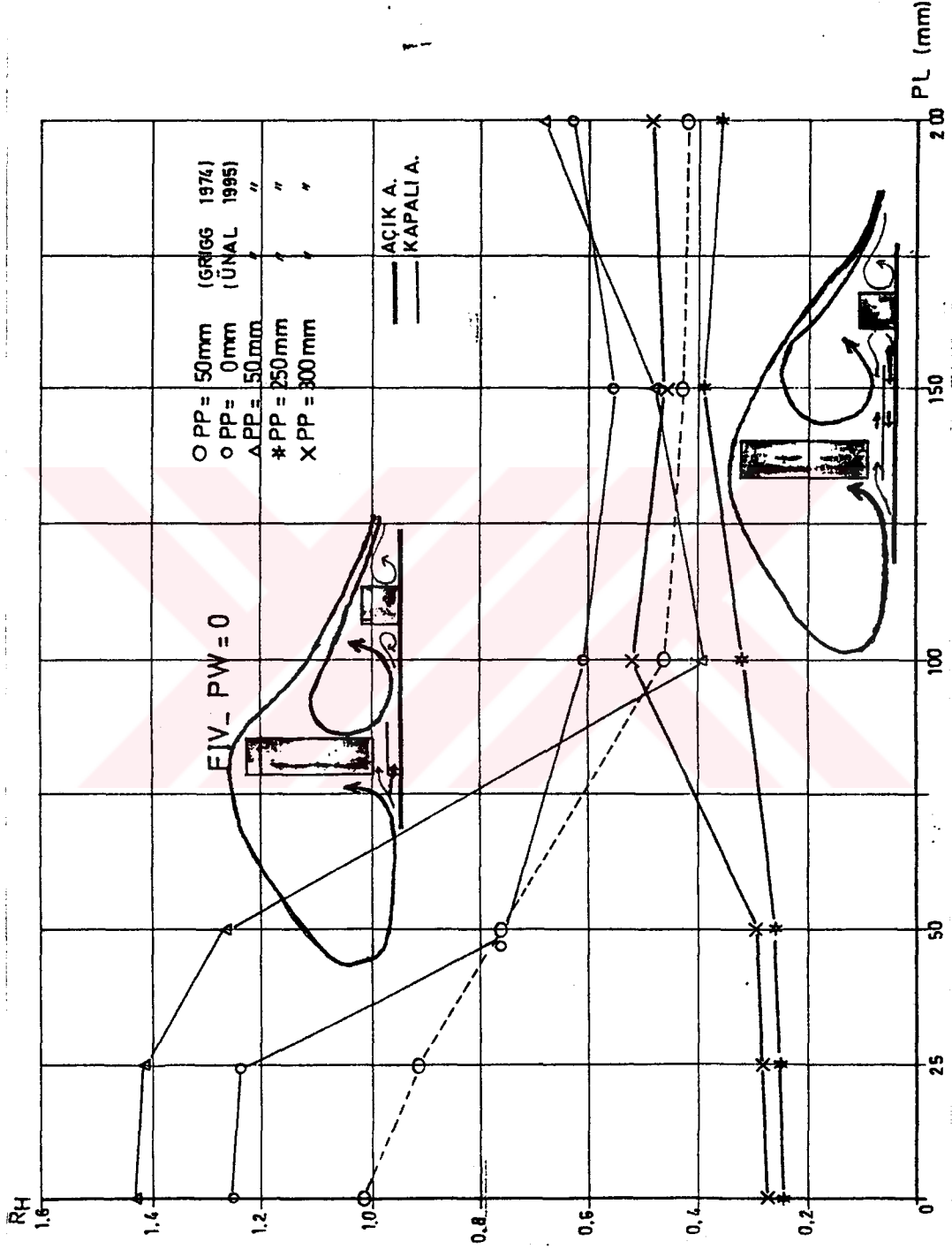
- $F_{IV} - P_w = 0$ (Şekil 3.19);

A. Blok IV için, $P_w = 0$ mm tutulmuş ve Prob'un A. Bloğun rüzgar altı cephesinden, $PP=0, 50, 250, 300$ mm. uzaklıklarda yatay ranjdaki konumları için dört RH profili türetilmiştir.

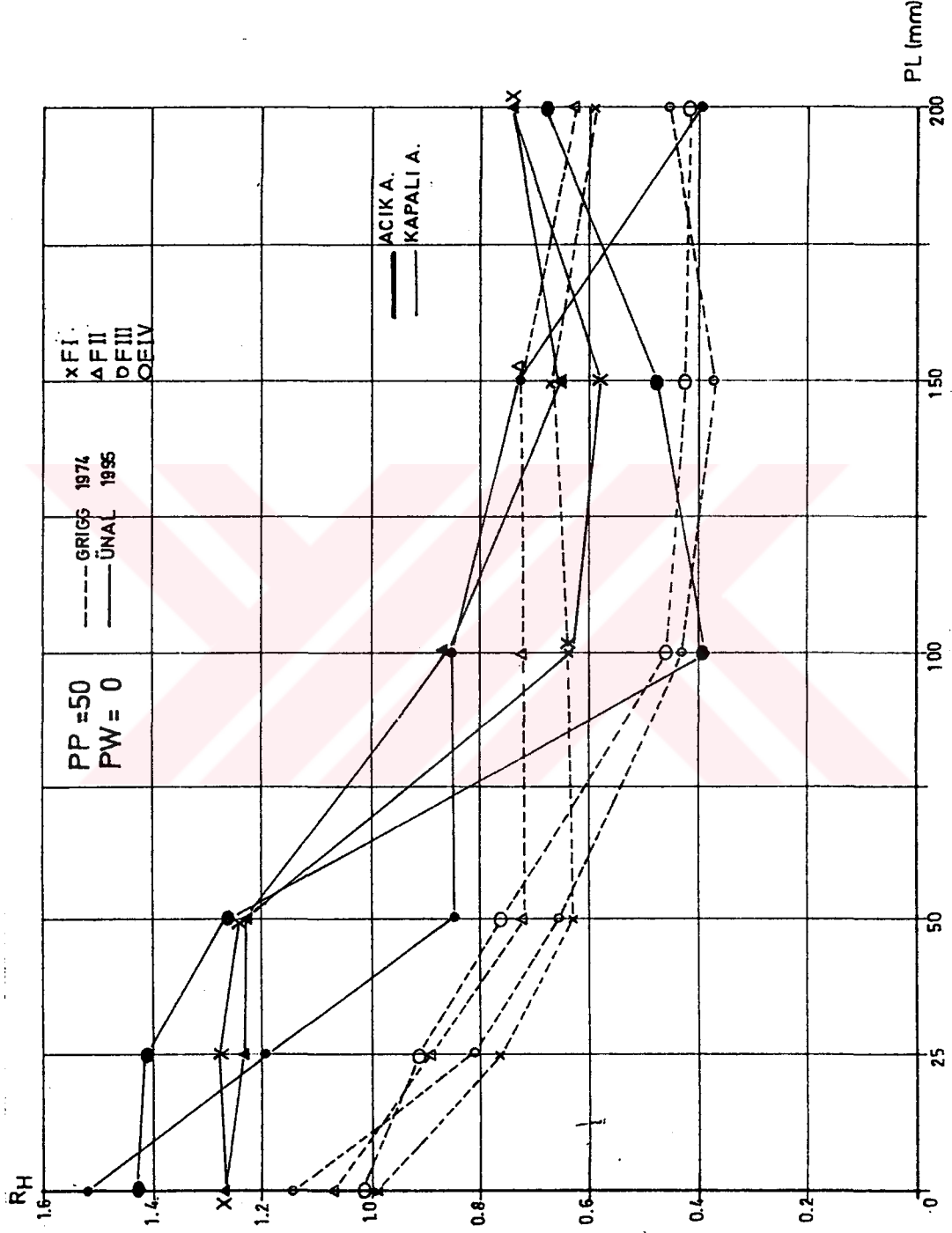
Burada söz konusu olan A.Blok IV, A. Blok III'ün birinci katının boşaltılmış halidir. $PP = 0 - 50$ mm durumları için kısa portikler altında hızı yüksek ve düzensiz akımlar oluşmaktadır. Portik boyu uzadıkça kapalı alanlardaki akımlar daha düzenli ve düşük hızlara sahip olmaya başlamaktadır.

$PP = 250 - 300$ mm profilleri ise açık akımlardaki hava akımlarının kısa portikler kullanıldığında daha düzenli ve düşük hızlara sahip olduğunu, portik boyutları uzadıkça açık alanlardaki hava akımlarının da biraz daha düzensiz ve yüksek hızlara sahip hale geldiğini göstermektedir. Ancak bu oluşum A. Blok III'de olduğu kadar bariz ve aşırı değildir. Çünkü birinci katta oluşturulan boşluk Ö. Bloğun rüzgar altı cephesinde oluşan girdabın büyük kısmının, A. Bloğun rüzgar altı cephesindeki etek girdabının oluşturduğu vakum alanı (negatif basınç alanı) tarafından emilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece Ö. Bloğun rüzgar altı cephesindeki konforsuzluk yaratan etek girdabı açık alanlardaki yaya seviyesini fazla etkileyemeden zemin kat seviyesinden akarak A. Blok IV'ün rüzgar altı cephesine geçmektedir.

Portik boyu etkinliğine ilişkin olarak derlenen $PP = 50$ mm değerleri GRIGG'in sonuçlarıyla karşılaştırıldığında; GRIGG'in R_H profillerinin genel yapı olarak bu araştırmanın sonucunda elde edilen R_H profilleri ile hemen hemen aynı eğime sahip olduğu görüldü (Şekil 3.2.b). Detaylardaki benzeşme farklılıklarının ise yatay ranjda



Şekil.3.19. Deney F'de, $P_W=0$ mm ile, A.Blok IV için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik uzunluğuna bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.



Şekil 3.20: Deney F'de, $P_W=0$ mm ile, bütün A.Blok tipleri için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik uzunluğuna bağlı değişimlerinin, $pp=50$ mm için süperpozisyonları.

probun yerden yüksekliğinin GRIGG tarafından $H_p = 6$ mm, bu araştırmada ise $H_p = 7.5$ mm olarak alınmasından kaynaklandığı söylenebilirse de F.Ç.K. rüzgar tünelinin yapısal olarak henüz tümüyle sağlıklı sonuçlar üretmeye hazır olmadığı da göz önünde bulundurulmalıdır.

3.3.1.2. Portik Genişliğinin Etkinliği (PW)

Portik uzunluğunun etkinliği bölümünde sözü edilen (PL), prob pozisyonu koordinatları, portik genişliğinin etkinliği üzerine üretilen R_H orantılı sonuçlar içinde aynen geçerlidir:

PP = 0 mm için prob K – 47

PP = 50 mm için prob K – 46 (A. Blok merkezi)

PP = 250 mm için prob K – 42

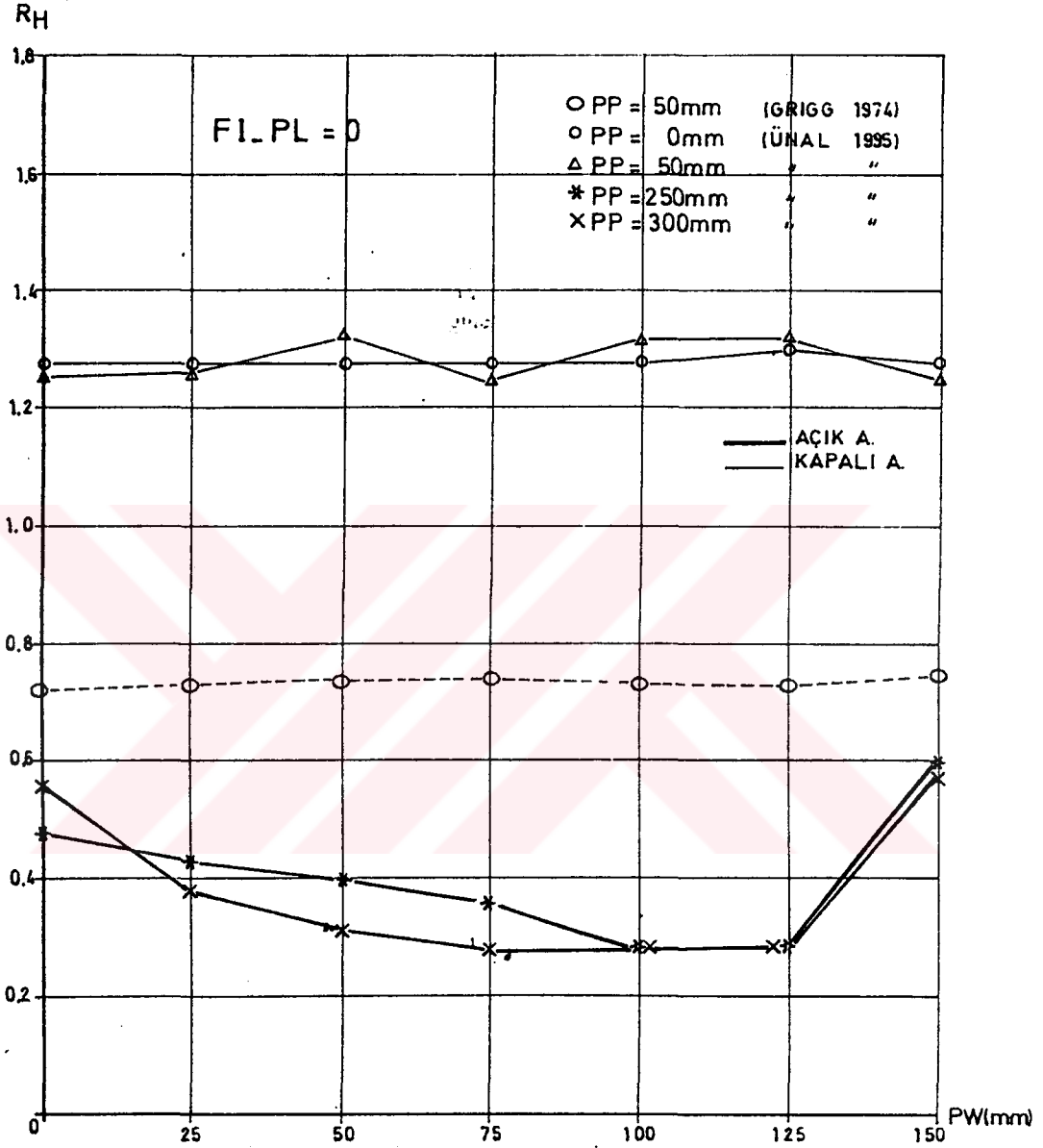
PP = 300 mm için prob K – 41

gridlerinde sabitlenmiştir ve $P_w = 0, 25, 50, 75, 100, 125$ ve 150 mm portik genişlikleri 4 A. Blok tipi için ayrı ayrı denenmiştir. Bu pozisyonlarda ölçülen ort. hızlar R_H oranlarına dönüştürülerek her bir bina tipi için toplam 4 adet $R_H - P_w$ grafiği oluşturulmuştur.

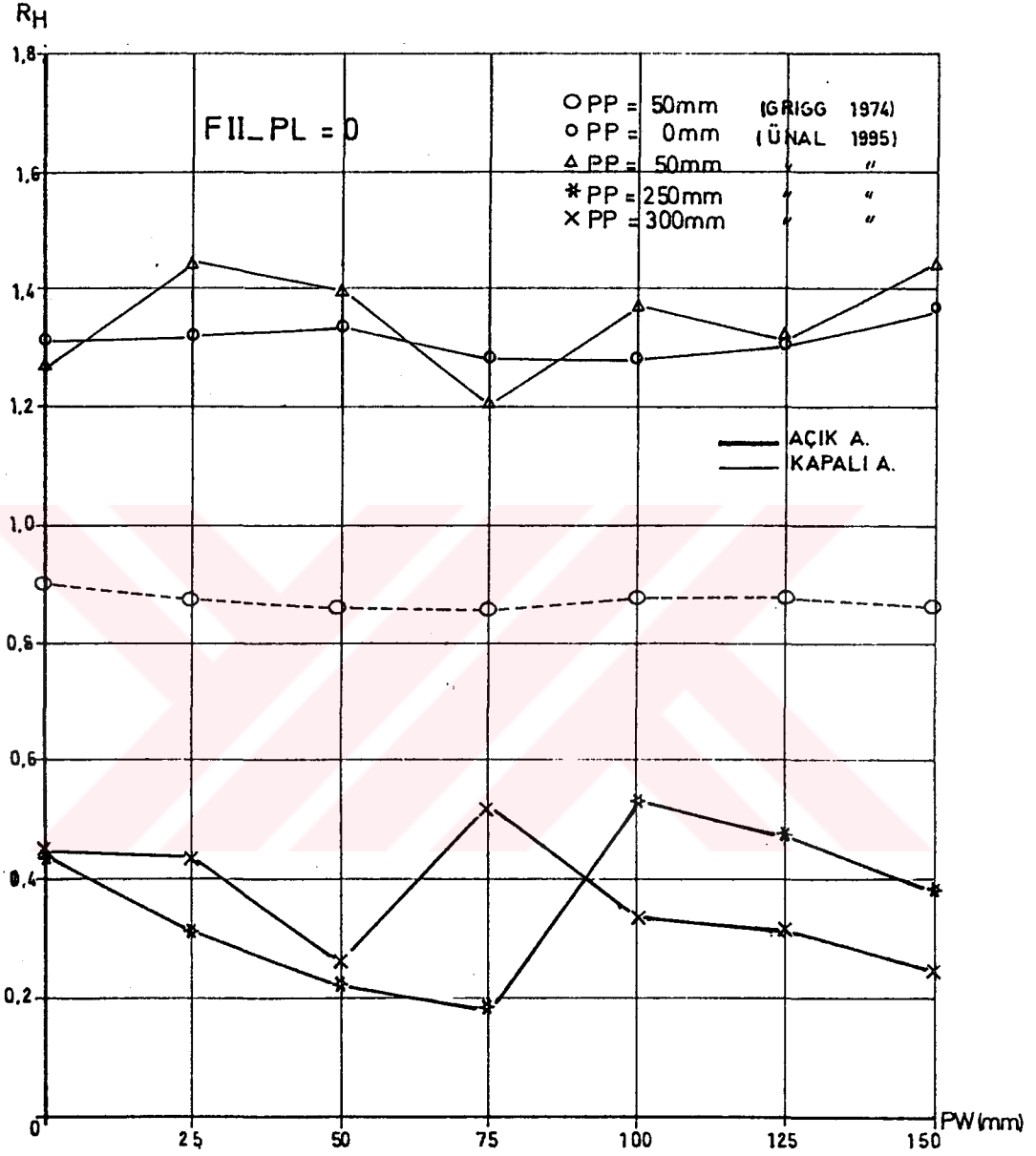
Yine A. Blok ve Ö. Blok arasındaki örtüsüz alanlarda yapılan ölçümlerin R_H oranları kalın çizgi ile, portik altı ve A. Blok altı örtülü akımlarda yapılan ölçümlerin R_H oranları ise ince çizgi ile gösterilmiştir (Şekil 3.21, 3.22, 3.23 ve 3.24).

Her dört bina tipi için yapılan değerlendirmeler; kapalı alanlarda yapılan, PP = 0 ve 50 mm ölçümlerinden türetilen R_H oranlarının, portik genişliğine (P_w) bağlı pek önemli bir değişim göstermediğini belgeledi. Yani A. Blok altında oluşan hızlar portik genişliğinden bağımsızdı. Ancak A. Blok tiplerine bağlı olarak R_H oranlarında görülen artışlar ve düşüşler bina yapısındaki boşlukların bina altında oluşan hızlar üzerinde dikkate değer bir etkinliği olduğunu gösterdi. Tüm bu açıklamalar açık alanlarda yapılan PP = 250 ve 300 mm ölçümlerinin R_H profilleri içinde küçük sapmalar dışında geçerlidir. O halde açık alan - kapalı alan etkileşimleri bölüm 3.3.1.1.'de yeterince açıklandığına göre sadece PP = 50 mm pozisyonu için Şekil 3.25'de görülen A. Blok tiplerine bağlı R_H oranlarını değerlendirmek yerinde olacaktır.

Gerek GRIGG'in gerekse bu araştırmanın P_w-R_H grafiği A. Blok merkezi altındaki en düşük hızların A. Blok I tipi için oluştuğunu gösterdi. Ancak GRIGG'in sonuçları A. Blok altında en konforsuz koşulların yaşandığı durumun A. Blok IV tipinde

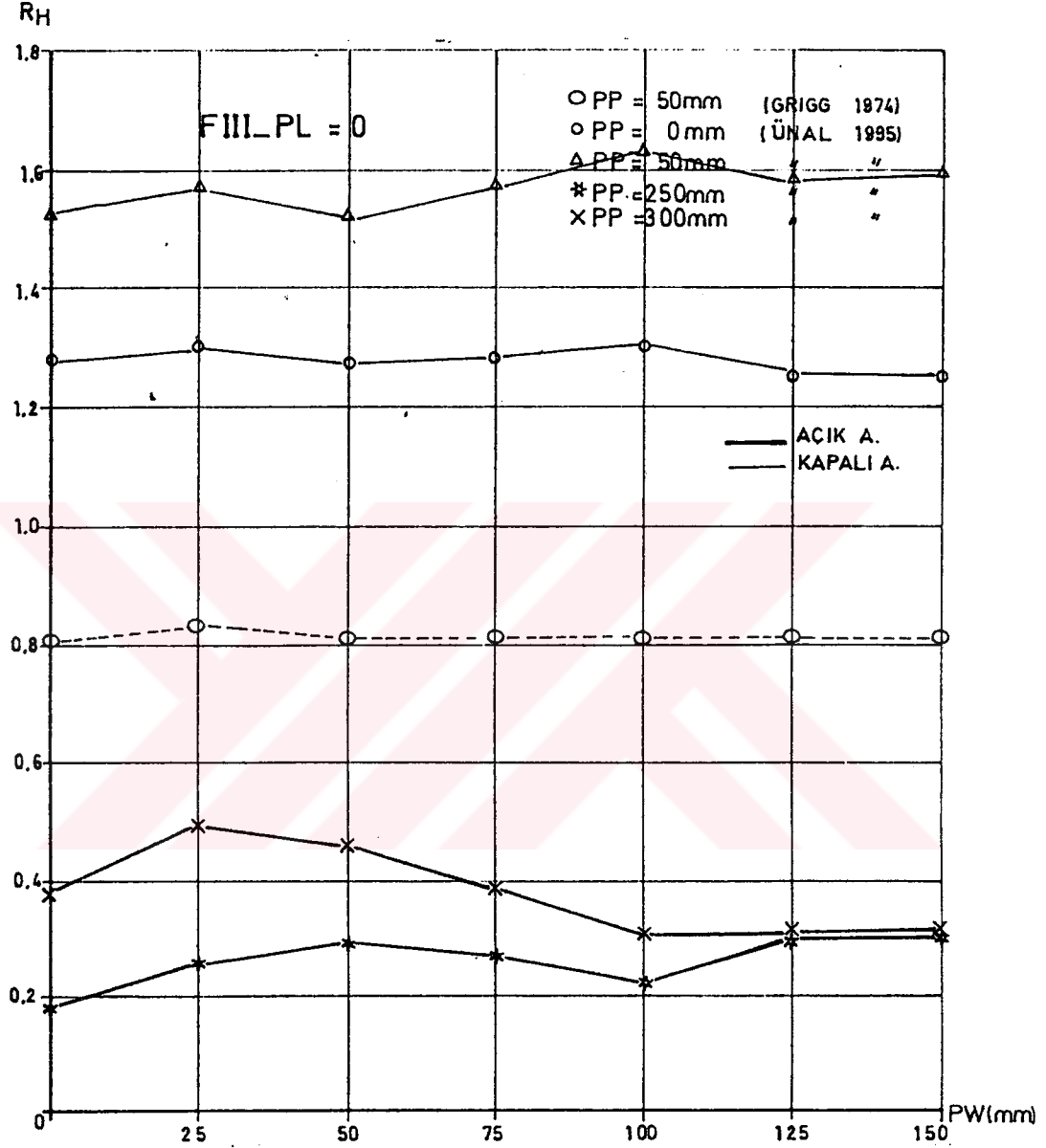


Şekil.3.21. Deney F'de, $P_L=0$ mm ile, A Blok I için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik genişliğine bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.

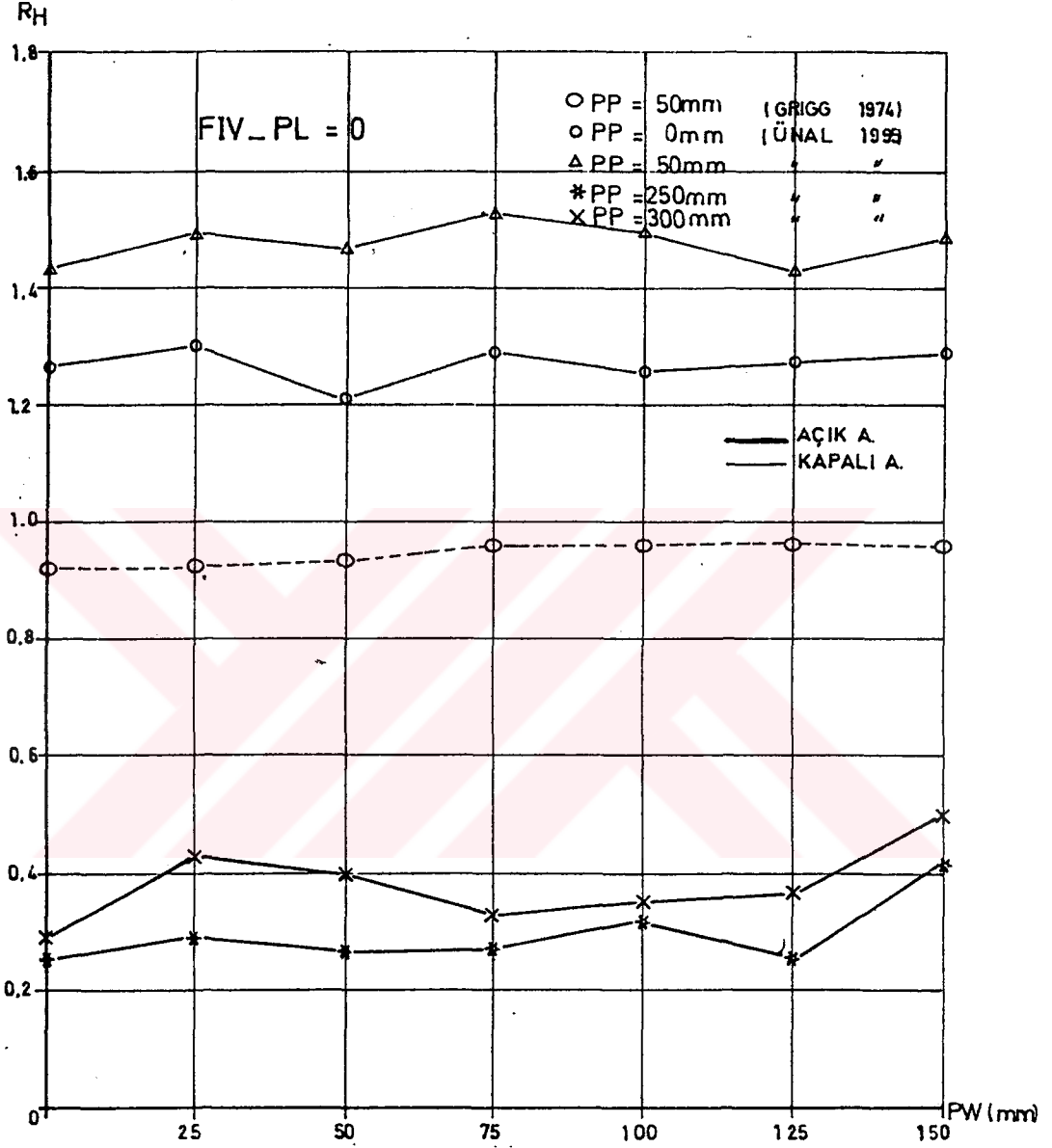


Şekil.3.22. Deney F'de $P_L=0$ mm ile, A Blok II için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik genişliğine bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.

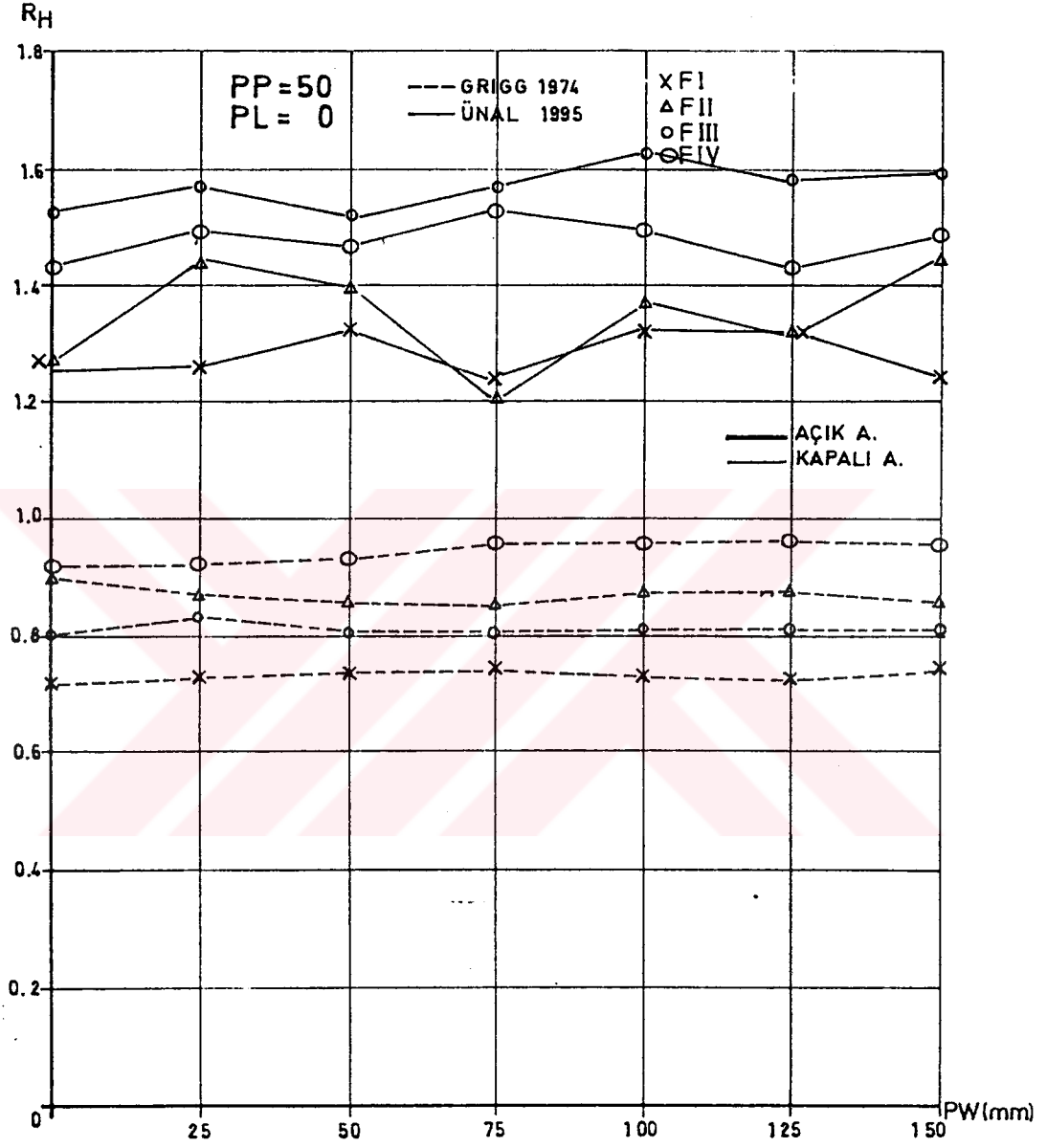
Y.C. 1974 YÖNÜNDEN
DENEYLERİNİN SONUÇLARI



Şekil.3.23. Deney F'de, $P_L=0$ mm ile, A.Blok III için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik genişliğine bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.



Şekil.3.24. Deney F'de, $P_L=0$ mm ile A.Blok IV için, GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik genişliğine bağlı değişimlerinin süperpozisyonu.



Şekil.3.25. Deney F'de, $P_L=0$ mm ile, bütün A Blok tipleri için GRIGG'in $H_p=6$ ve ÜNAL'ın $H_p=7,5$ mm'de hesapladığı R_H oranlarının, portik genişliğine bağlı değişimlerinin $pp=50$ mm için süperpozisyonları.

gerçekleştğini simgeliyordu. Şekil 3.19'daki alt figür için bu durum geçerlidir. Yani portik uzun ise, A. Blok IV.'ün zemin ve 1. katı arasındaki tabliye etrafında devam eden bir akım döngüsü vardır. Ancak portüğün kısa olduğu veya $P_L = 0$ mm olduğu durumda A. Blok önündeki zemine dayalı girdap bu oluşumu engelleyecektir. Üstteki figürden izlenebilecek bu durum için GRIGG'in Şekil 3.25'de görülen A. Blok IV.'e ilişkin sonucu çelişik görülmektedir[1, s: 1-3].

Bu araştırmada yapılan P_w ölçümleri sonucunda ise en konforsuz bina tipi olarak A. Blok III belirlenmiştir. Bu sonuçların doğruluğu, Ek.Şek.G.'deki, zamana bağlı (U) bileşen grafiklerinin üzerindeki $PP = 50$ mm için verilmiş "mean" değerlerinden izlenebilir.



4. TARTIŞMALAR

Bu bölümde, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Taşkışla'daki F.Ç.K. laboratuvarının rüzgar tüneline yapılan bu araştırma projesine ilişkin deneylerin sonuçlarının ve Peter F. GRIGG'in 1974 yılında BRS.'de yapmış olduğu aynı türden bir grup deneyin sonuçlarının değerlendirilmesi yapılacaktır[1, s: 1-3].

Genelde her iki rüzgar tüneline elde edilen bulgular arasında benzerlik vardır. Ancak gerek GRIGG'in deneylerini yaptığı yıllardaki teknoloji düzeyi ve kullandığı rüzgar tüneline henüz gelişimini tamamlamamış olduğu ve gerekse bu araştırmanın yapıldığı F.Ç.K. laboratuvarındaki rüzgar tüneline henüz detaylı araştırmalara hazır olmadığı ve sağlıklı bir sınır tabaka simülasyonu gerçekleştirmediği düşünülürse, sonuçların tümüyle benzeşmesinin olanaksızlığı anlaşılmış olur.

GRIGG'in, deneyleri sonunda vardığı karar, herhangi bir bina tipinin zemin katı içerisinde rüzgara açık alanlarda dolaşan yayalar için en kötü konforsuzluk koşullarının oluşumunun $\alpha = 0^\circ$ 'lik sapma açılarında olduğu şeklinde idi. Bu sonuç bu araştırmada da aynen kanıtlandı. Yani binalar rüzgar doğrultusu ile 90° 'lik bir açı yapacak şekilde konumlandığında, yeryüzü seviyesindeki hava akımı hızları max. değerlerine ulaşmaktadır. GRIGG, yeryüzü seviyesindeki bu indüklenmiş hava akımlarının, 1/120 modelleme ölçeğinde 4-9 mm arasında en yüksek değerlerine ulaştığını göstermiştir ki, bu birebir ölçekte 48 – 108 cm.'ler arasına denk gelir. Bu araştırmanın sonuçları ise düşey hız profilindeki bu max. hızları modelleme ölçeğinde 4-11 mm arasında, yani birebir ölçekte 48-132 cm arasında belirledi.

Eğer uzun bir bina, rüzgar üstü yönünde, kendisine paralel ve aynı genişlikte bir diğer bina tarafından, hava akımına 90° 'lik bir açı ile perdeleniyorsa, arkadaki binanın zemin katı seviyesinde oluşacak akım yapılanmalarını incelemek için yapılan deneylerin sonuçları da GRIGG'in deneylerinden elde edilen sonuçlarla benzerdir. Her iki sonuç da; öndeki bloğun yüksekliğinin azaltılmasının, arka bloğun zemin katı seviyesindeki hava akımı hızlarının artmasına yol açtığını göstermiştir. Ancak ön bloğun yüksekliği ile arka bloğun altında ve önünde oluşan hızlar arasındaki bu etkileşim;

$$\text{Ön blok yüksekliği} / \text{Arka blok yüksekliği} = 1/4$$

olduğu orantıya kadar geçerlidir. Bundan sonraki ön blok yüksekliğindeki azalmalar, arka blok altında ve önündeki akım hızlarını hemen hemen hiç etkilememektedir.

Sapma açılarının, düşey hız profili üzerindeki etkinliğini bu 1/4'lük yükseklik orantısı altında araştıran deneylerde, hem GRIGG'in çalışmalarında hem de bu araştırmada aynı sonuca ulaşılmış ve hava akımının doğrultusu ile 90°'lik açı yapan konumda arka blokların zemin katlarındaki hızların max. hız profillerini oluşturduğu görülmüştür. Yani bir binanın önünde onu perdeleyen 1/4 h yüksekliğinde ikinci bir bina olsun veya olmasın eğer bina rüzgar doğrultusu ile 90°'lik bir açı yapıyorsa, zemin katındaki hızlar max. değerlerine ulaşmaktadır.

Binaların konumlarıyla ilgili buraya kadar ki değerlendirmelerden sonra, arka bloğun konsollarına ilişkin değerlendirmelere geçilebilir.

Arka bloğun, yanlara ve rüzgar altı arka cepheye hiç konsol yapmadığı ve sadece rüzgar üstü cepheden $P_L = 0, 50, 100$ ve 150 mm'lik konsollar yapan, portik eklentilerine sahip olduğu durumlarda saptanan düşey hız profilleri, portik uzunluğu arttıkça A. Bloğun altındaki hızların da düştüğünü gösterdi. Bu sonuç GRIGG tarafından da böyle belirlenmişti. Ancak 150 mm uzunluğundaki portik altında alınan yatay hız profili ölçümlerindeki dalgalanmalar arasında bir gecikme farkı görüldü. GRIGG'in yatay hız profili $P_L = 100$ mm'de minimum değerine ulaşırken bu araştırmada saptanan yatay hız profili minimum değerine $P_L = 200$ mm'de ulaştı. Bu farkın nedeni GRIGG'in yatay ranj yüksekliğini $H_p = 6$ mm, bu araştırmanın ise $H_p = 7,5$ mm kabul etmiş olması olabileceği gibi rüzgar tünellerinin veya ölçüm aygıtlarının fonksiyonel farklarından da doğmuş olabilir. Bu nokta F.Ç.K. rüzgar tünelinin işlevselliğini idealize etmek isteyen gelecekteki araştırmacılar için bir ipucu noktası olabilir.

Portik boyutu etkinliği ile ilgili değerlendirmeler Bölüm 3.3.'de geniş bir biçimde ele alındığı için burada daha fazla tartışılmayacaktır. Ancak burada şunu da belirtmek gerekir ki, eğer GRIGG'in saptadığı RH oranları ile bu araştırmada saptanan RH oranları birbirleriyle karşılaştırılırsa, $pp = 50$ mm için çizilen RH profillerinin paralellik göstermekle birlikte çakışık olmadıkları görülür. Oysaki, RH oranlarıyla değerlendirmelerin bir amacı da, aynı konuda yapılan araştırmaların sonuçlarını süperpoze edince birbirleriyle çakışmaları beklentisidir. Bu durumda, yine her iki araştırmada kullanılan prob yüksekliği seçiminin ($H_p = 7,5$ mm. ve 6 mm.) farklılığından doğmuş olabilir. Ancak araştırmaların sonuçları genelde ele alındığında, RH profillerinin farklı noktalardan geçmiş olma nedeninin rüzgar tünellerinin yapısından ve ölçüm aletlerinin farklılığından kaynaklanmış olması olasılığı daha kuvvetlidir.

Bir genelleme yapılacak olursa, F.Ç.K. rüzgar tüneline yapılan deneylerle, Peter F. GRIGG'in BRS.'de yapmış olduğu deneylerin sonuçları detaylardaki aksamalar dışında benzeşmektedir. Ancak detaylardaki bu problemlili noktalar gelecekteki araştırmacıların

üzerinde durması gereken ve F.Ç.K. rüzgar tünelinin sınır tabaka simülasyonunda yetersiz kalmasından mı, yoksa BRS rüzgar tünelinin 1974'deki sınır tabaka simülasyonu hatalarından mı? kaynaklandığını açığa çıkarması gereken noktalardır.



5. ÖNERİLER

Bu bölümde, sonuçlar ve tartışmalar bölümünde sözü edilen, Peter F. GRIGG'in saptamaları ile bu araştırmanın sonuçları arasındaki detay farklılıklarının işaret ettiği F.Ç.K., sınır tabaka rüzgar tünelinin fonksiyonel ve strüktürel sorunlarının giderilmesi için öngörülen değişikliklerin önerileri yapılacaktır:

- Rüzgar tünelinin yüksek akım hızları üretecek kapasitede (yaklaşık 10 K.wattlık) bir motora ve hız kontrolü için bir reostaya ihtiyacı vardır. Böylece kalibrasyon işlemleri de F.Ç.K. laboratuvarında yapılabilecektir.

- Rüzgar tüneli içerisindeki akımların istenen sınır tabaka simülasyonuna eriştirilmesi için, çan ağzına yerleştirilecek bir bal peteğine, akım kafeslerine ve pürüzlendirme yüzeyine gereksinim vardır. Bu eklentiler tünel içindeki hava hareketini düzenli hale getirmek ve çalışılacak olan modelleme ölçeğine uygun sınır tabaka simülasyonlarını oluşturmak için zorunludur.

- Deneyler sırasında, maketlerin gözlem odasına yerleştirilmesi ve traversing sistemin daha sağlıklı çalışmasını sağlamak için gözlem odasının yapısının yeniden ele alınması gerekmektedir.

- Özellikle büyük modelleme ölçeklerinde daha sağlıklı ve hızlı çalışabilmek için iki boyutlu traversing sisteme gereksinim vardır.

- Tünelde oluşan titreşimleri ve bunların ölçüm sonuçlarına yansımaları engellemek için fan bölümünün tünelle olan bağlantısını titreşimleri izole edecek hale getirmek gereklidir. Ayrıca hem bu titreşim sorunu daha az olacağından ve hem de daha güçlü ve düzenli hava akımı üreteceğinden BRS'de olduğu gibi salyangoz fan tercih edilmelidir.

- Özellikle, sıcak tel probu elektrik akımının voltajına endeksli olarak çalıştığından, elektrik akımındaki voltaj inip-çıkmaları hem ölçüm sonuçlarına yansımakta, hem de gerek ölçüm aletleri, gerekse elektronik ekipmanlar üzerinde hasar verici etkiler yapmaktadır. Bu yüzden laboratuardaki elektrik akımının kontrollü bir hale getirilmesi gerekmektedir.

- Laboratuardaki bilgisayarın kapasitesi dosyalama işlemleri ve dosyalama sonrası değerlendirme çalışmaları için yeterli değildir. Bu nedenle eldeki bilgisayara paralel bağlanacak veya tek başına kullanılabilecek ikinci bir bilgisayara gereksinim vardır.

- Ve son olarak da tüm bu eksiklerin giderildiğini varsayarsak, yapılan deneylerin sonuçlarının görüntülü olarak yorumlanabilmesi için rüzgar tüneli içerisinde kullanılacak uygun vizüalasyon araçlarına gereksinim vardır. Ayrıca vizüale eidlen hava akımlarının, fotoğraflanarak saklanabileceği gibi, bir video kamera ile daha verimli olarak dosyalanması, hem bir çok araştırmanın tekrar tekrar yapılmasına gerek bırakmayacak ve hem de çalışmaların, görsel olarak sunulabilmesini sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- [1] GRIGG, P.F., A Wind Tunnel of the Effects of Canopies on Velocities Beneath a Tall Building, BRS., Current Paper N83 / 74, Garston, 1974.
- [2] FERRAR, T.A., The Urban Costs of Climate Modification, Pulished by John Wiley and Sons Inc., Canada, 1976.
- [3] OK, V., İstanbul'da iki İstasyon Verilerine Göre Uzun Dönem Rüzgar Hız Profillerinin Yapılaşma İle İlişkisinin İncelenmesi, İ.T.Ü. Rek. Ar. Fonu Proje No: 172, İstanbul, 1991.
- [4] AYNSLEY, R.M., MELBOURNE, W., VICKERY, B.J., Architectural Aerodynamics, Applied Science Pub., London, 1980.
- [5] YÜKSEL, A.N., Tecrübi Aerodinamiğin Endüstriye Uygulanması, Doçentlik Tezi, İ.T.Ü. Mak. Fak., 1974.
- [6] LAWSON, T.V., Wind Effects on Buildings-Volume 2, Statistics and Meteorology, Applied Science Pub., London, 1980.
- [7] MACDONALD, A.J., Wind Loading On Buildings, Applied Science Pub., London, 1975.
- [8] KOENIGSBERGER, O.H., INGERSOLL, T.G., MAYHEW, A., SZOKOLAY, S.V., Manual of Tropical Housing and Building, Published by Logman Inc., New York, 1978.
- [9] ASHRAE, Airflow Around Buildings, Hand book of fundamentals, CH. 14, ASHRAE SI End., 1989.
- [10] GROSSO, M., Wind Pressure Distribution Around Buildings: a Parametrical Model, Energy and Buildings, Vol. 18, pp. 101-131, 1992.
- [11] LAWSON, T.V., Wind Effects on Buildings-Volume 1, Design Applications, Applied Science Publishers, London, 1980.
- [12] Anonim; TEM., Manometers, Liquid Displacement, Gatwick Press Hd., England.
- [13] Anonim; Pitot Static Tube, Airflow Developments Ltd., England.
- [14] Anonim; Steream Line, Taking Hot-Wire Anemometry Into the 21 st. Century, Dantec Measurement Technology A/S., Denmark.
- [15] Anonim; L D A Optics, 55X Series, Dantec Elektronik, Denmark.
- [16] Anonim; Flow Measurements With Higher Efficiency, The New Generation Fiber Flow, Dantec Elektronik, Denmark.
- [17] Anonim; Flow Map, The Integrated Approach to 2D Flow Field Measurements, Dantec Measurement Technology A/S, Denmark.

- [18] HAYES, E., Flow Map, A New Development For Real-Time Processing in PIV., IUTAM Symposium on the Mechanics and Combustion of Droplets and Sprays, Tainan, Taiwan, 1994.
- [19] GRIGG, P.F., SEXTON, D.E., Experimental Techniques for Wind Tunnel Tests on Model Buildings, BRS., Current Paper. 43 / 74, Garston, 1974.
- [20] Anonim; TEM Smoke Generating Systems For Flow Visualisation, Gatwick Prss Ltd., England.
- [21] Anonim; TEM., Flow Visualisation Wind Tunnels, Gatwick press. Ltd., England.
- [22] SUMMERS, D.M., HANSON, T., WILSON, C.B., Validation of a Computer Simulation of Wind Flow Over a Building Model, Building and Environment, Vol. 21, No. 2, pp. 97-111, 1986.
- [23] MURAKAMI, S., MOCHIDA, A., Three-Dimensional Numerical Simulation of Turbulent Flow Around Buildings Using the K- ϵ Turbulent Model, Building and Environment, Vol. 24, No. , pp. 51-64, 1989.
- [24] PATERSON, D.A., APELT, C.J., Simulation of Wind Flow Around Three-Dimensional Buildings, Building and Environment, Vol. 24, No. 1, pp. 39-50, 1989.
- [25] Anonim; FLOware, Flow Velocity Analyzer Software, Dantec Elektronik, Denmark.
- [26] MURAKAMI, S., MOCHIDA, A., HAYASHI, V., HIBI, K., Numerical Simulation of Velocity Field and Diffusion Field in an Urban Area, Energy and Buildings, Vol. 15-16, pp. 345-356, 1990/91.
- [27] NOTO, K., OKAMOTO, H., Thermal Plume From a Heat Source in Thermal Stable Stratified Air: Fundamental Characteristics of Heat Island Phenomenon, Energy and Buildings, Vol. 15-16, pp. 183-190, 1990/91.
- [28] Anonim; 56 HOO Traversing System, Instruction and Service Manual, Dantec Elektronik, Denmark, 1985.
- [29] Anonim, 56 C-System General Purpose, Dantec Elektronik, Denmark.
- [30] Anonim; 57G15 Traversing Interface, Installation and Reference Manual, Dantec Eletronik, Denmark.
- [31] Anonim; 56C01 CTA ve 56B10/56B12 Main Frame, Instruction Manual, Dantec Documentation Department, Denmark.
- [32] Anonim; 56C01 CTA ve 56B10/56B12 Main Frame, Service Manual, Dantec Documentation Department, Denmark, 1986.
- [33] Anonim; 56C17 CTA Bridge, Instruction Manual, DANTEC Documentation Department, Denmark.
- [34] Anonim; 56N20 Signal Conditioner, Instruction Manual, Dantec Elektronik, Denmark.

- [35] Anonim; acqWIRE, Hot-Wire Anemometry Software, Dantec Elektronik, Denmark.
- [36] RODRIGUEZ, E.A.; ALLARD, F. Coupling Comis Airflow Model With Other Transfer Phonemea, Energy and Buildings, Vol. 18, pp. 147-157, 1992.
- [37] BOUCHER, K., The Monitoring of Air Pollutons in Athens With Particular Reference to Nitrogene Dioxide, Energy and Buildings, Vol. 15-16, pp. 637-645, 1990/91.
- [38] ESCOURROU, G., Climate and Pollution in Paris, Energy and Buildings, Vol. 15-16, pp. 673-676, 1990-91.
- [39] AHMAD, S., Urban Air Pollution and the Occurrence of Bronchitis in Kuala Lumpur, Malaysia, Energy and Building, Vol. 15-16, pp. 775-790, 1990/91.
- [40] ÖZER, U., KARTAL, Ş., Kayseri'deki Hava Kirliliği ve Meteorolojik Parametrelerle İlişkisi, TÜBİTAK Proje No. ÇAĞ-64, Kayseri, 1986.
- [41] ÖZER, U., CEBE, M., GÜNEŞ, M., Bursa'daki Bazı Hava Kirleticilerinin Konsantrasyonları ve Meteorolojik Parametrelerle İstatistiksel İlişkileri, TÜBİTAK Proje No. ÇAĞ-118, Bursa, 1989.
- [42] GÜNEŞ, M., Hava Kirliliğinde Etkili Parametrelerin İstatistiksel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, U.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı, Bursa, 1987.
- [43] ARAS, N.K., TULUNAY, Y.K., Hava Koşullarıyla Hava Kirleticileri Arasındaki İlişkiler, TÜBİTAK Proje No. 186 A, 186 B, Ankara, 1976.
- [44] HUNTER, L.J., WATSON, I.D., JOHNSON, G.T., Modelling Air Flow Regimes in Urban Canyons, Energy and Buildings, Vol. 15-16, pp. 315-324, 1990/91.
- [45] HORIKOSHI, T., TSUCHIKAWA, T., KOBAYASHI, Y., Changes of Landscape and Dwellings With Wind Breaks Couused by Urbanization in Central Japon, Energy and Buildings, Vol. 15-16, pp. 305-313, 1990/91.
- [46] SUNAR, Ş., Yangından Korunma ve Bina Yangın Güvenliği, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [47] BASKARAN, A., Wind Engineering Studies on Tall Buildings-Transitions in Research, Building and Environment, Vol. 28, pp. 1-19, 1983.
- [48] SEXTON, D.E., Building Aerodinamics, BRS., current paper. 64-68, Garston, 1968.
- [49] EVANS, B.H., Natural Air Flow Around Buildings, Research paper. No. 59, Texas Eng. Exp. Station, Texas, 1957.

- [50] BASKARAN, A., STATHOPOULOS, T., Computational Evaluation of Wind Effects on Buildings, Building and Environment, Vol. 24, pp. 325-333, 1989.
- [51] BASKARAN, A., STATHOPOULOS, T., Influence of Computational Parameters on the Evaluation of Wind Effects on the Building Envelope, Building and Environment, Vol. 27, pp. 39-49, 1992.
- [52] GERHARDT, H.J., KRAMER, C., Wind Climate and Smoke Control in Covered Shopping Malls, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 36, pp. 489-498, 1990.
- [53] GANDEMER, J., GUYOT, A., Intégration du Phénomène Vent Dans La Conception du Millieu Bati, Premier Ministre Groupe Central des Villes Nouvelles Secrétariat Général, Paris, 1976.
- [54] GERHARDT, H.J., KRAMER, C., Wind Shelters at the Entrance of Large Buildings-Case Studies, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 23, pp. 297-307, 1986.
- [55] DURGIN, F.H., Proposed Guidelines for Pedestrian level Wind Studies for Boston-Comparison of Results from 12 Studies, Building and Environment Vol. 24, pp. 305-314, 1989.
- [56] ARENS, E., BALLANTI, D., BENNET, C., GULDMAN, S., WHITE, B., Developing the San Francisco Wind Ordinance and its Guidelines for Compliance, Building and Environment, Vol. 24, pp. 297-303, 1989.
- [57] ANSLEY, R.M., Politics of Pedestrian Level Urban Wind Control, Building and Environment, Vol. 24, pp. 291-295, 1989.
- [58] Anonim; Bilim ve Teknik, TÜBİTAK, Pro-Mat Basım Yayın A.Ş., Sayı: 325, Ankara, 1994.
- [59] KRAMER, C., GERHARDT, H.J., Wind Tunnels For Industrial Aerodynamics, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 16, pp. 225-264, 1984.
- [60] SEXTON, D.E., A Simple Wind Tunnel For Studying Air-Flow Round Buildings, BRS., Current paper 69/68, Garston, 1968.
- [61] COOK, N.J., A Boundary Layer Wind Tunnel For Building Aerodynamics, BRS., Current paper, 49/75, Garston, 1975.
- [62] GRIGG, P.F., Redesing of the Environmental Wind Tunnel at the Building Research Establishment, BRS., Current paper 124/75, Garston, 1975.
- [63] RAYMENT, R., YHAP, B.J., Boundary Layer Simulation in a Small Wind Tunnel, BRS., Current paper 80/76, Garston, 1976.
- [64] MASUMDAR, S., RODI, W., Three-Dimensonal Computation of Flow Past Cylindrical Structures and Model Cooling Towers, Building and Environment, Vol. 24, No. 1, pp. 3-22, 1989.

- [65] WISE, A.F.E, Wind Effects Due to Groups of Buildings, BRS., Current paper, CP 23/70, Garston, 1970.
- [66] WISE, A.F.E., SEXTON, D.E., LILLYWHITE, M.S.T., Studies of Airflow Round Buildings, Architectural Journal, pp. 1185-1189, May 1965.
- [67] Anonim; BRS Digest 141, Wind Environment Around Tall Buildings, Garston, May 1972.
- [68] NEUFERT, E., Neufert, Kelaynak yayınevi ve Matbaası, 1983.
- [69] COOK, N.J., On Simulating The Atmospheric Boundary Layer in Wind Tunnels, BRS., Current Paper, CP 71/78, Garston, 1978.



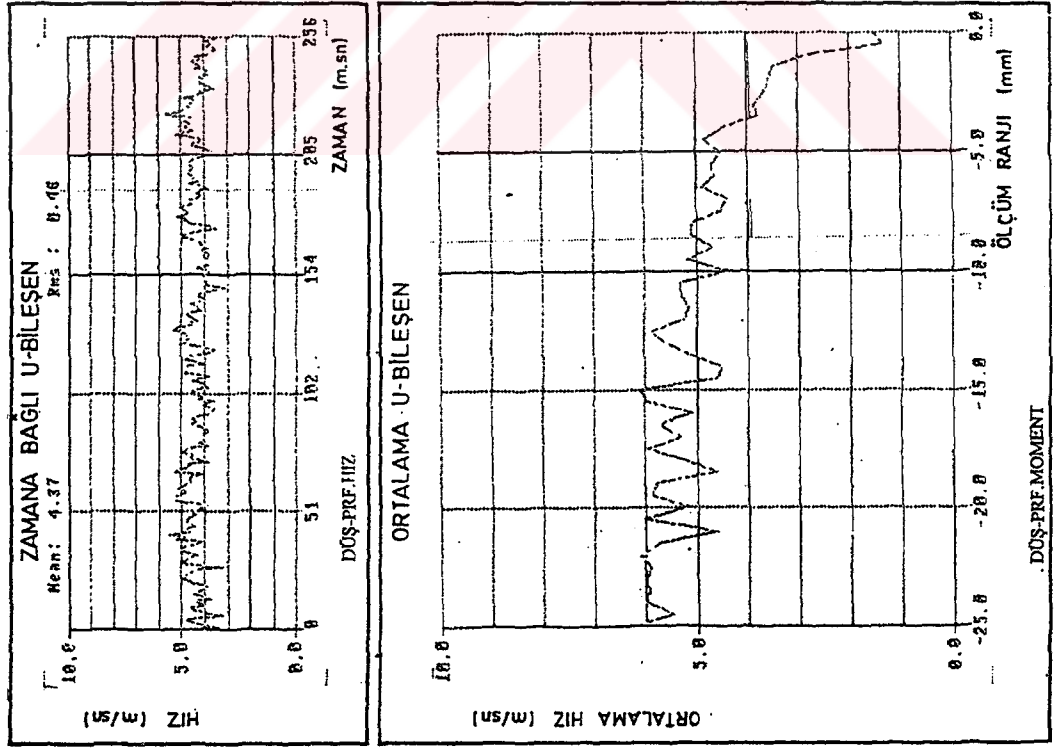
Ekler

Şekil. A., B., C., D., E., F., G.,
(Grafik çıktıları)

EK. A.

Boş gözlem odası 0-25 mm. ranjındaki düşey hız profili ve $H_p = 7,5$ mm. için U bileşeninin 256 mili saniyedeki salınımı

Grafikler için Şekil altı kodlaması Şeması	DÜŞEY	AYRAÇ (-)	PROFİL	AYRAÇ (.)	ÖLÇÜM MODU (HIZ, MOMENT)
	***	*	***	*	*****
	Düş	-	PRF	•	HIZ

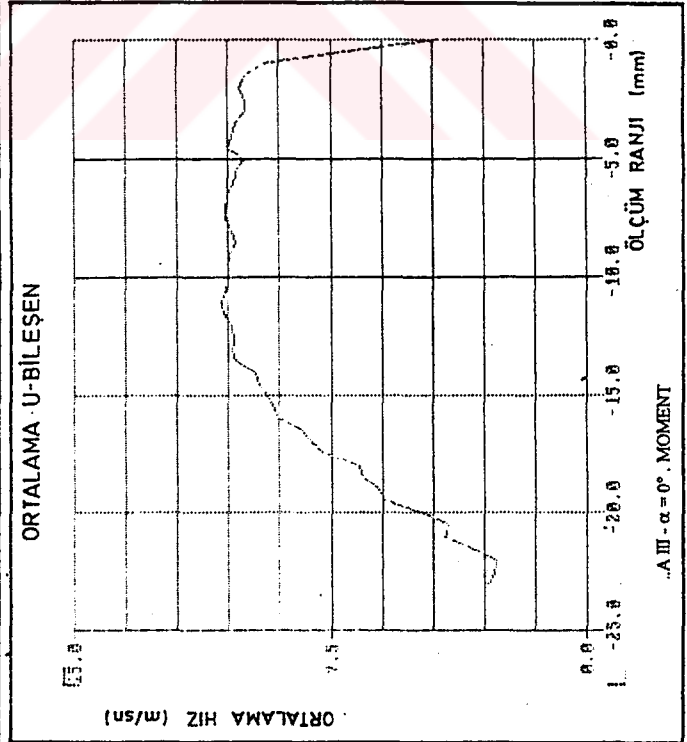
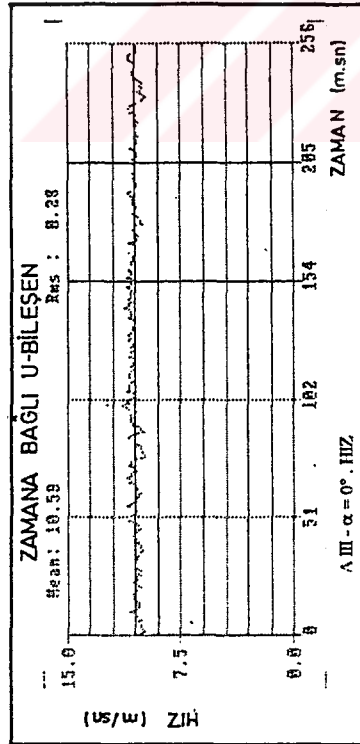
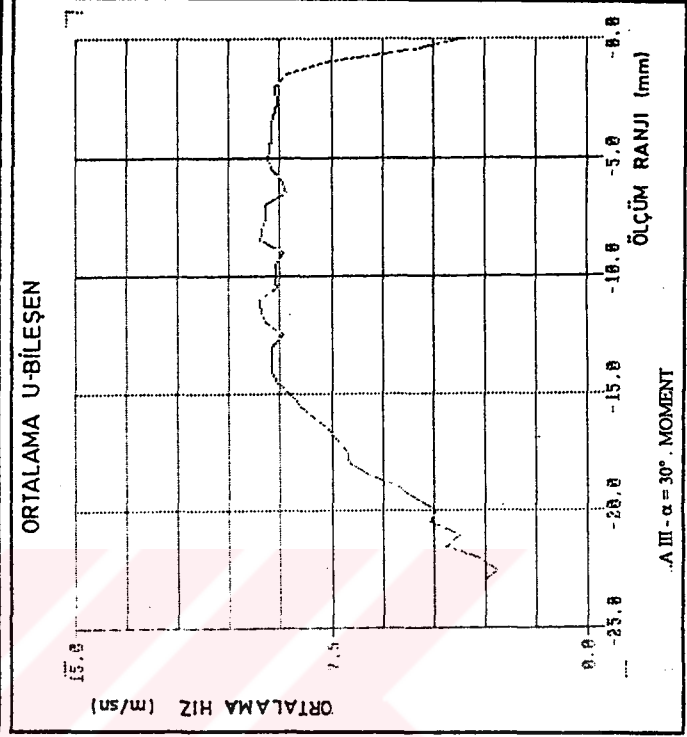
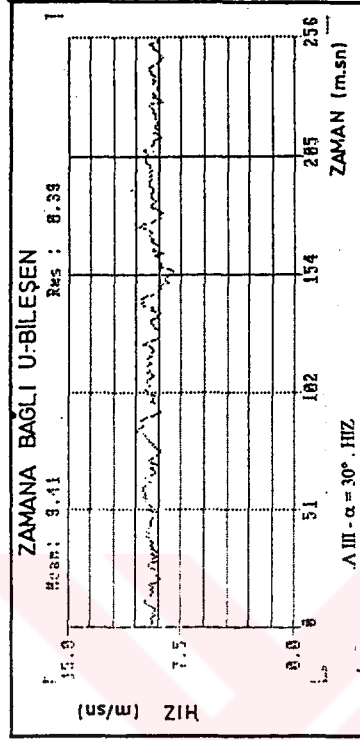


Şekil . A.1. Hız - moment grafikleri.

EK. B. (Deney A)

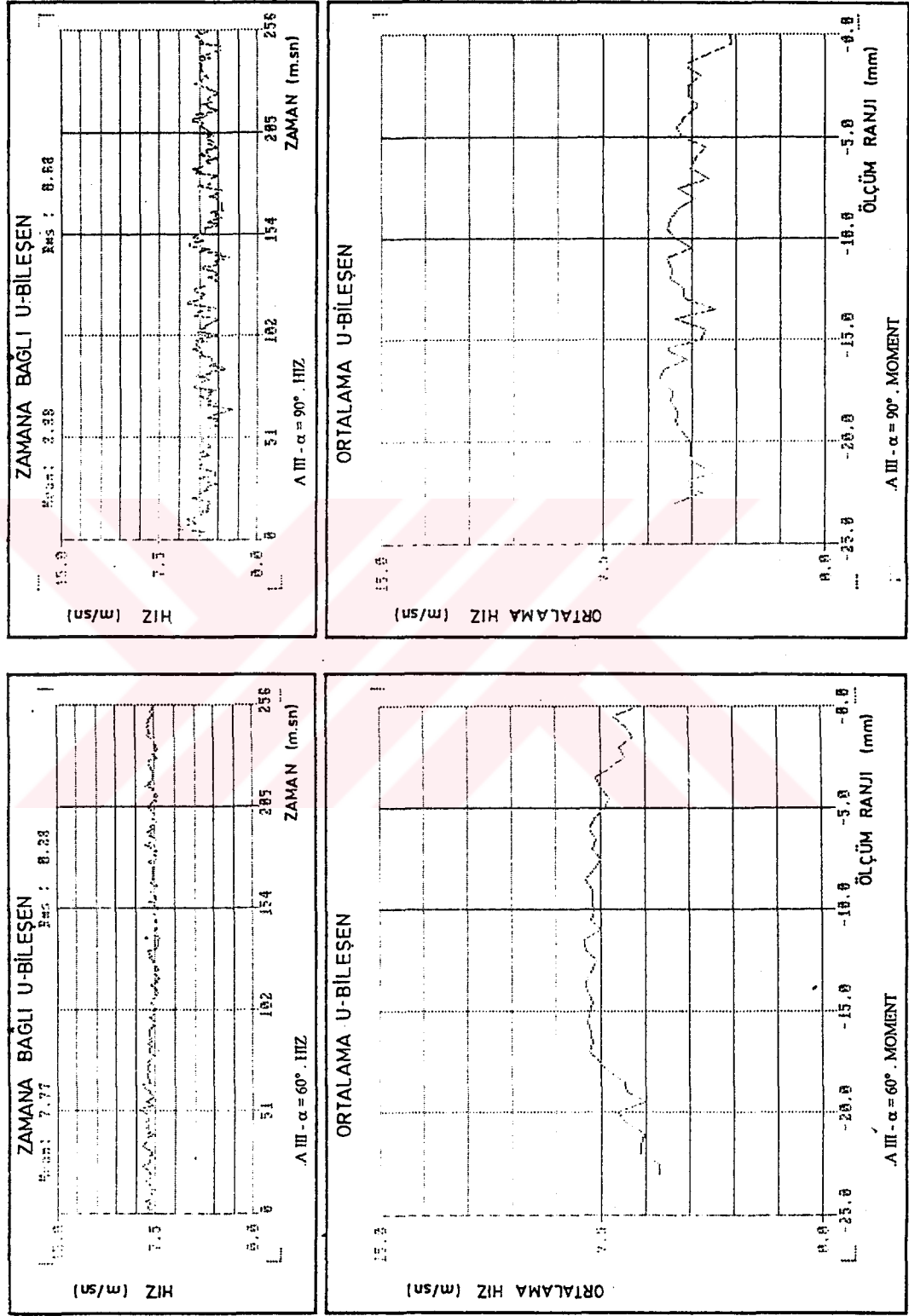
Sapma açıları altında ($\alpha = 0^0, 30^0, 60^0, 90^0$) sadece A. Blok. III. kullanılarak ölçülen 0-25 mm. ranjındaki düşey hız profili ve $H_p = 7,5$ mm. için U bileşeninin 256 milisaniyedeki salınımı

Grafikler için Şekil altı kodlaması Şeması	DENEY ADI (A)	A.BLOK TİPİ (III)	AYRAC (-)	SAPMA ACISI (α)	EŞİTTİR (=)	AÇI ($0^0, 30^0, 60^0, 90^0$)	AYRAC (.)	ÖLÇÜM MODU (HIZ, MOMENT)
Şekil Ek.A.2.	*	*	*	*	*	**	*	***
Şekil Ek.A.2.	A	III	-	α	=	0^0	•	HIZ



Şekil . B.2. Hız - moment grafikleri.

Şekil . B.1. Hız - moment grafikleri.



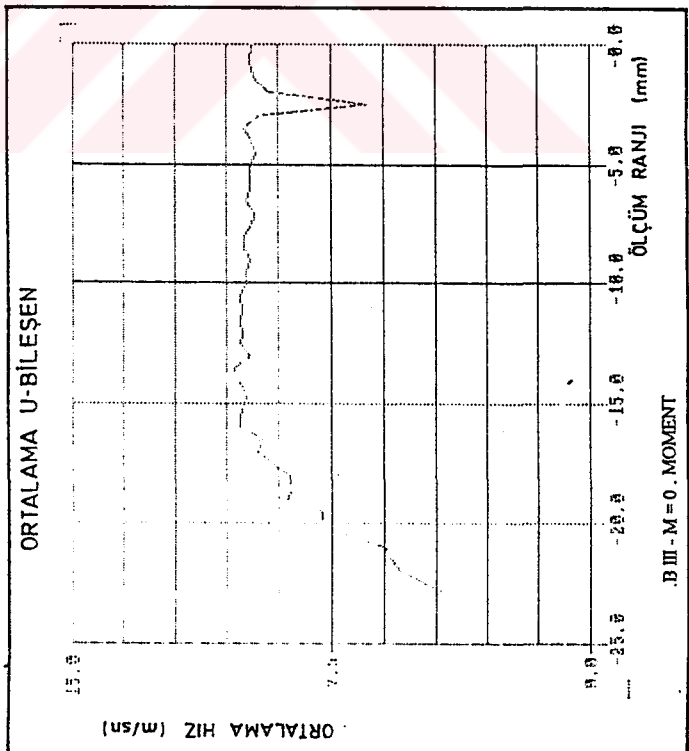
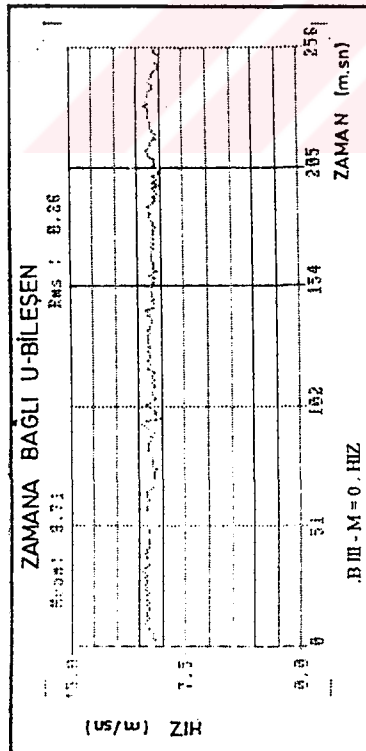
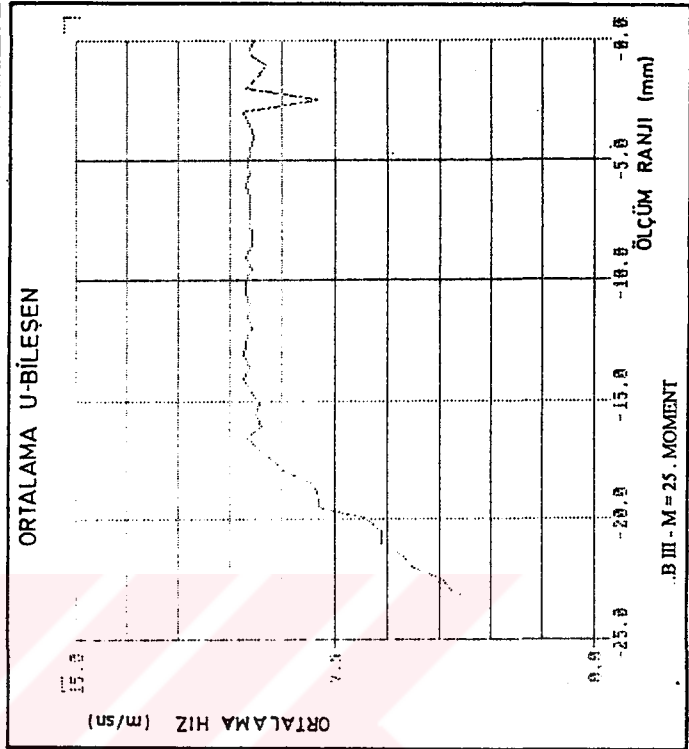
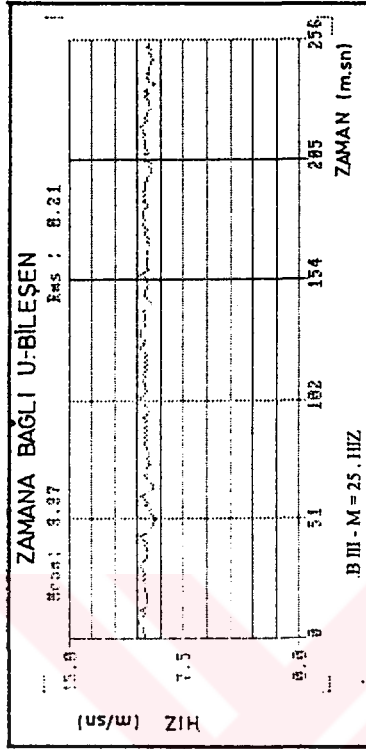
Şekil . B.3. Hız - moment grafikleri.

Şekil . B.4. Hız - moment grafikleri.

EK. C. (Deney B)

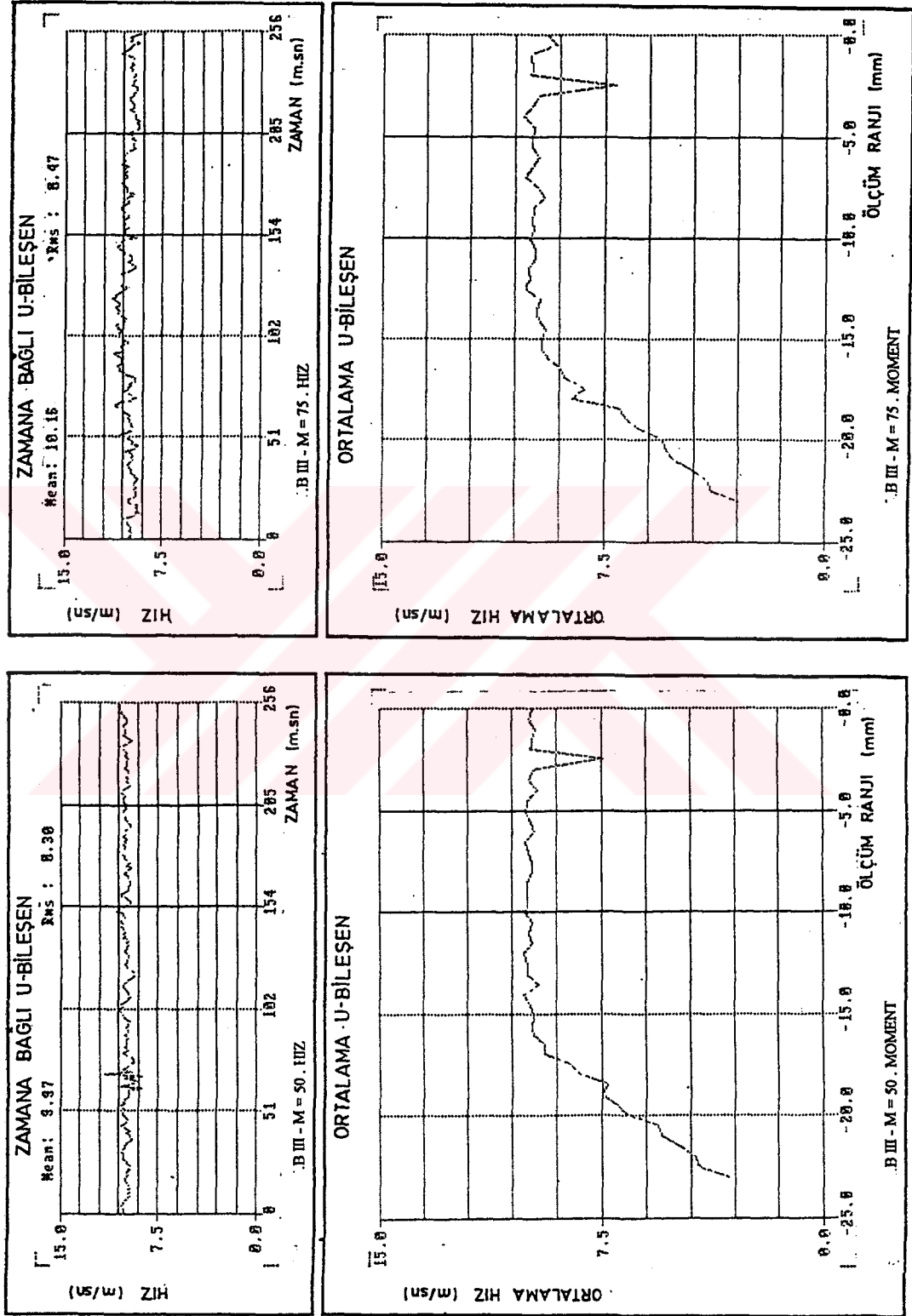
$\alpha = 0^\circ$ sapma açısı altında, A blok III kullanılarak ölçülen 0,25 mm. ranjındaki düşey hız profilinin ve $H_p = 7,5$ mm. için U bileşinin 256 mili. saniyedeki salınımının üzerinde Ö. Blok yüksekliğinin etkileri: (H=0, 25, 50, 75, ...350, 375, 400 mm.).

Grafikler için Şekil altı kodlaması Anahtar Şeması	DENEY ADI (B)	A.BLOK TİPİ (III)	AYRAÇ (-)	Ö.BLOK YÜK. (H)	EŞİTTİR (=)	YÜKSEKLİK DEĞERİ (0,25,.....,375,400)	AYRAÇ (.)	ÖLÇÜM MODU (HIZ , MOMENT)
	*	*	*	*	*	***	*	***
	B	III	,	H	=	0	•	HIZ



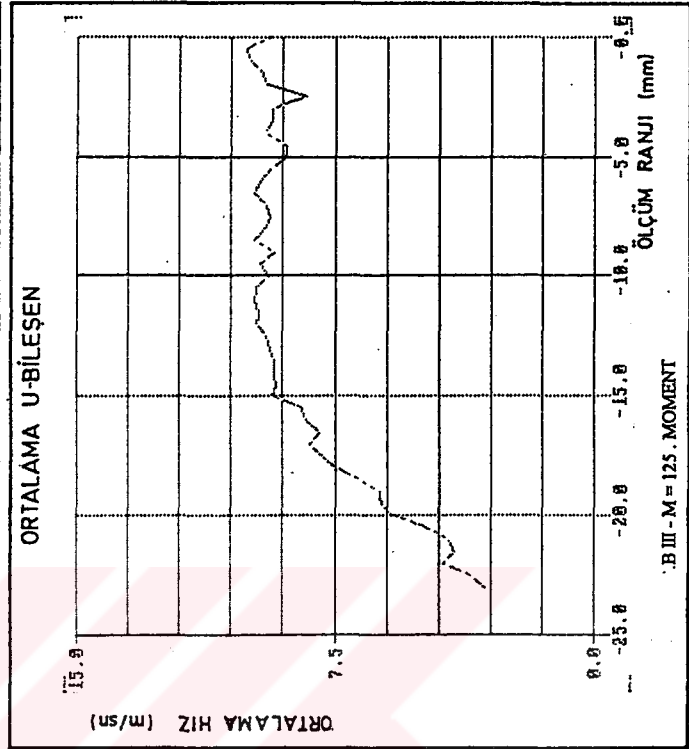
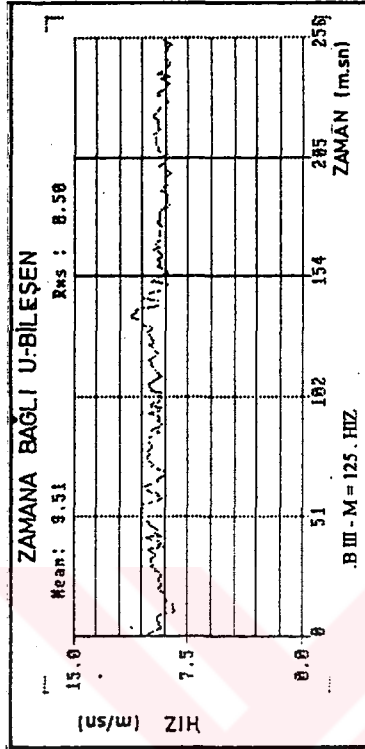
Şekil . C.2. Hız - moment grafikleri.

Şekil . C.1. Hız - moment grafikleri.

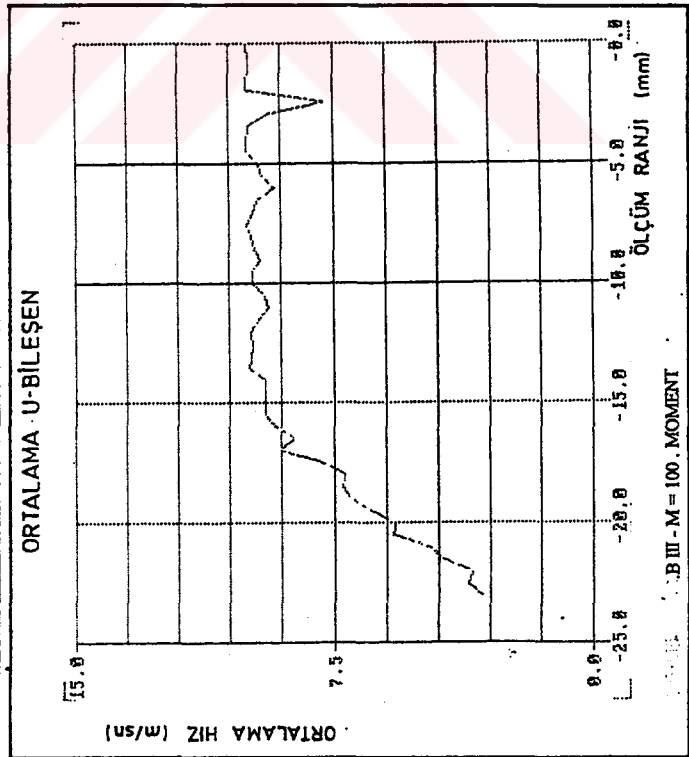
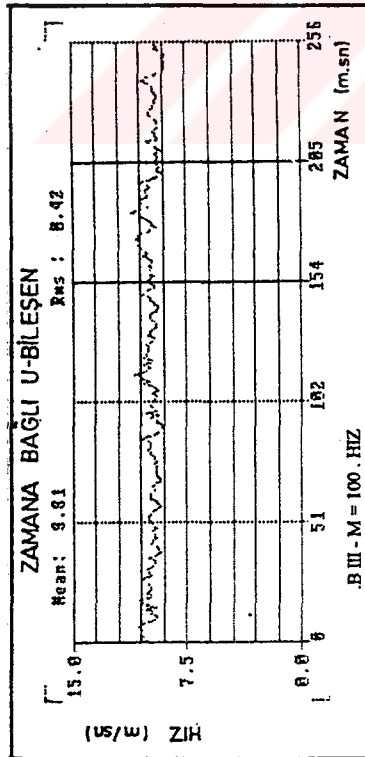


Şekil . C.3. Hız - moment grafikleri.

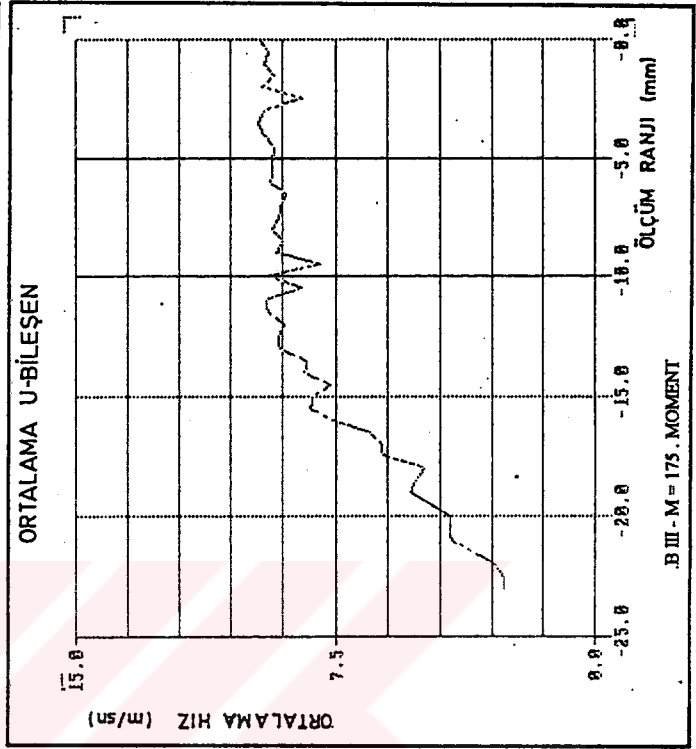
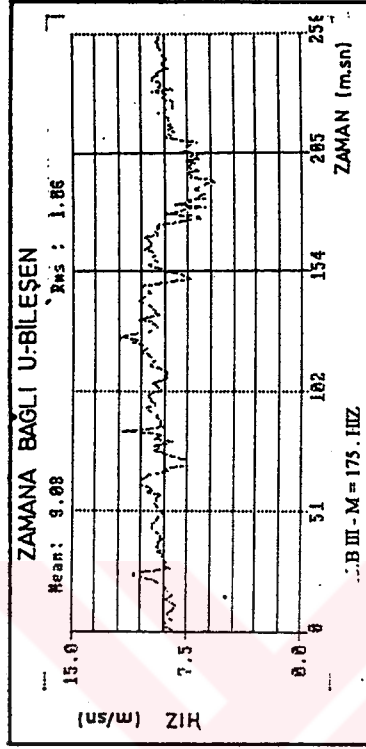
Şekil . C.4. Hız - moment grafikleri.



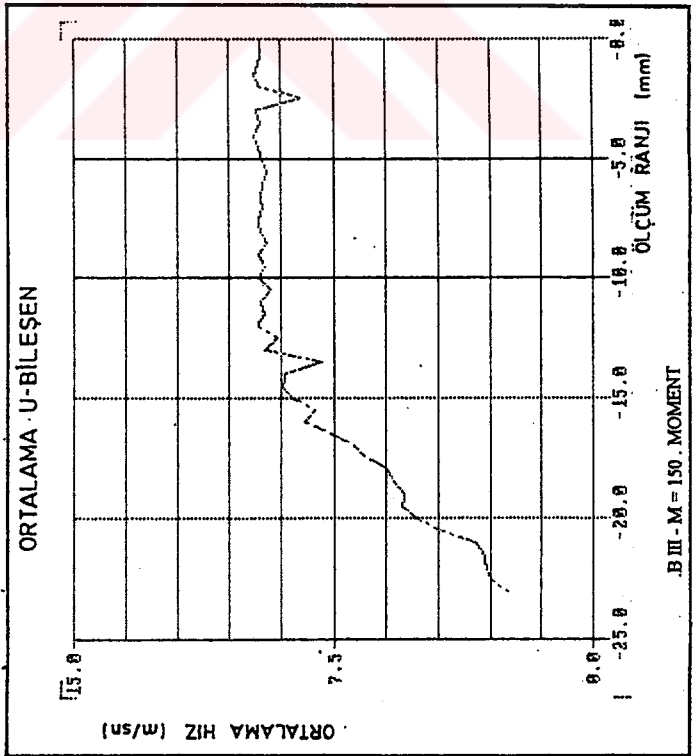
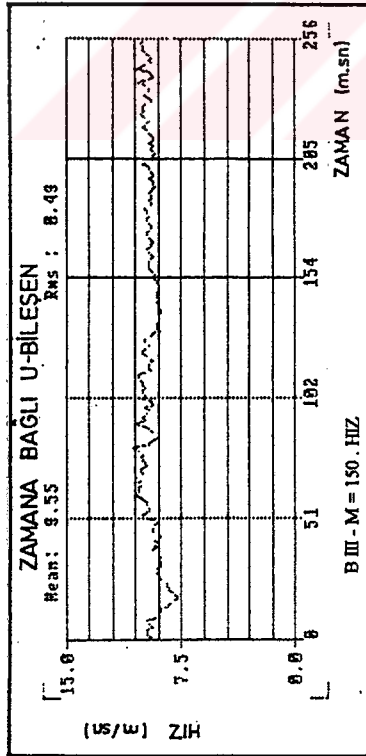
Şekil . C.6. Hız - moment grafikleri.



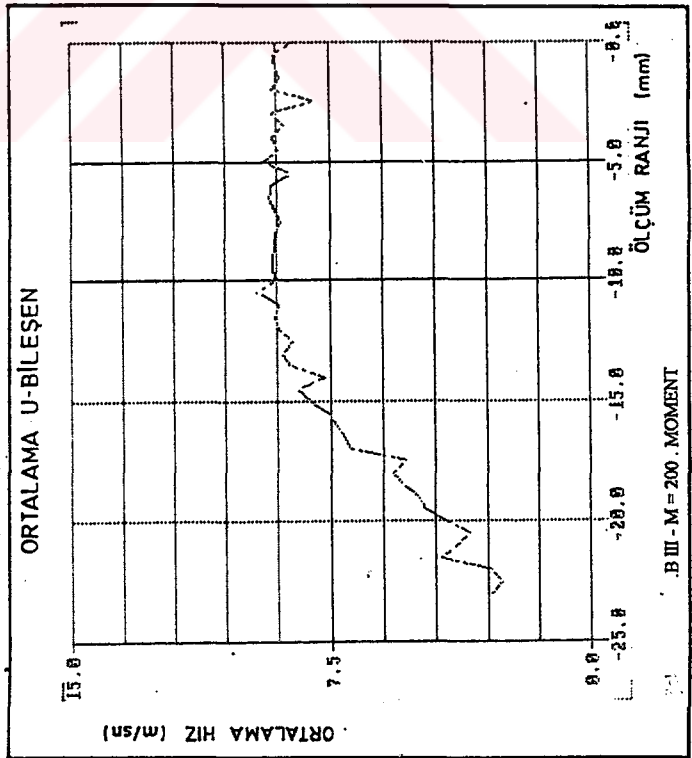
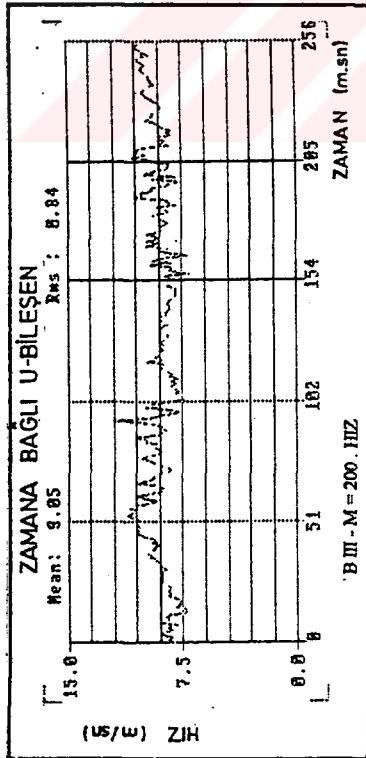
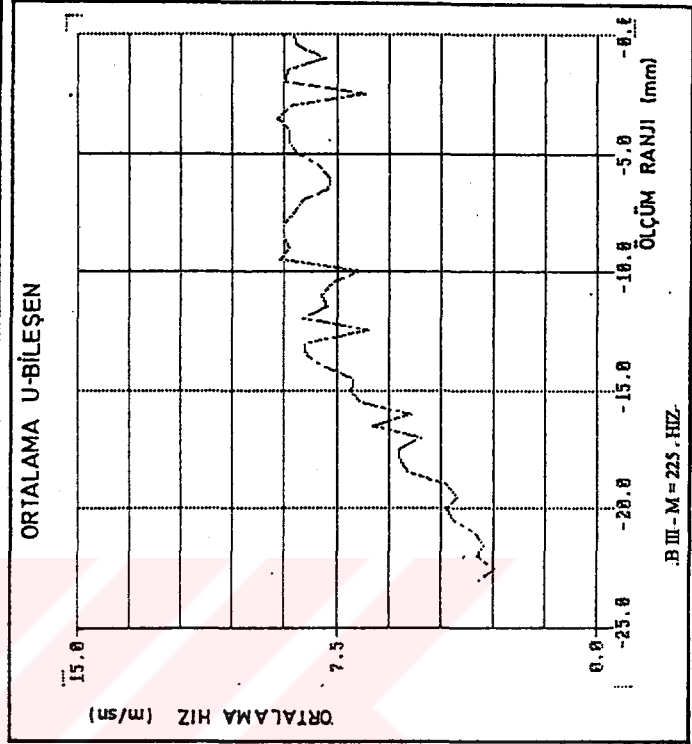
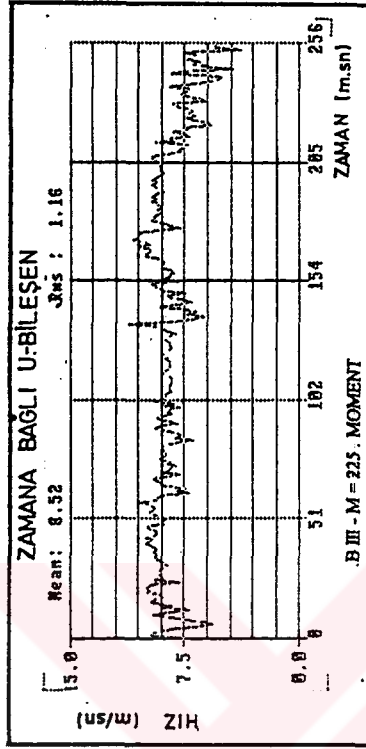
Şekil . C.5. Hız - moment grafikleri.



Şekil . C.8. Hız - moment grafikleri.

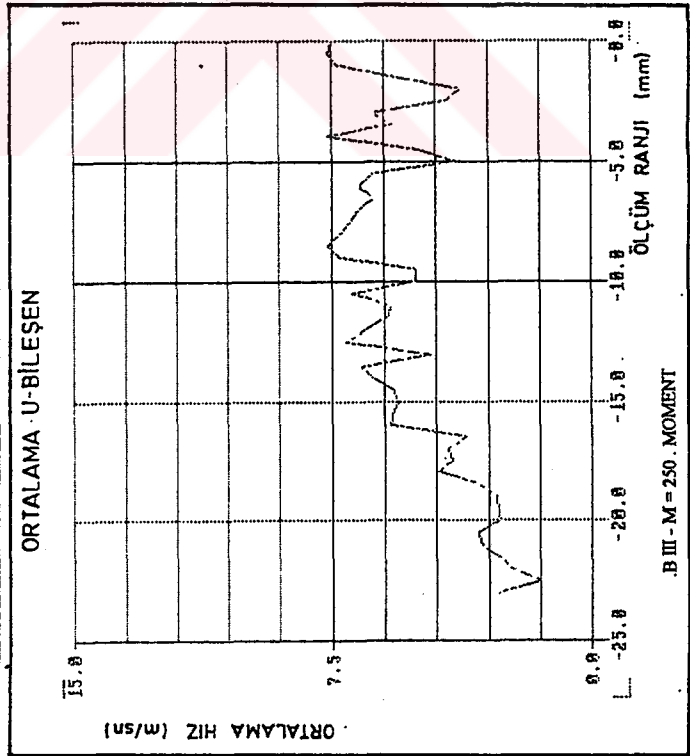
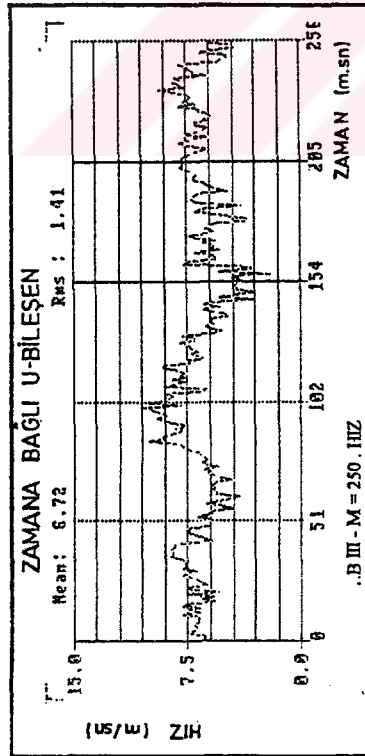
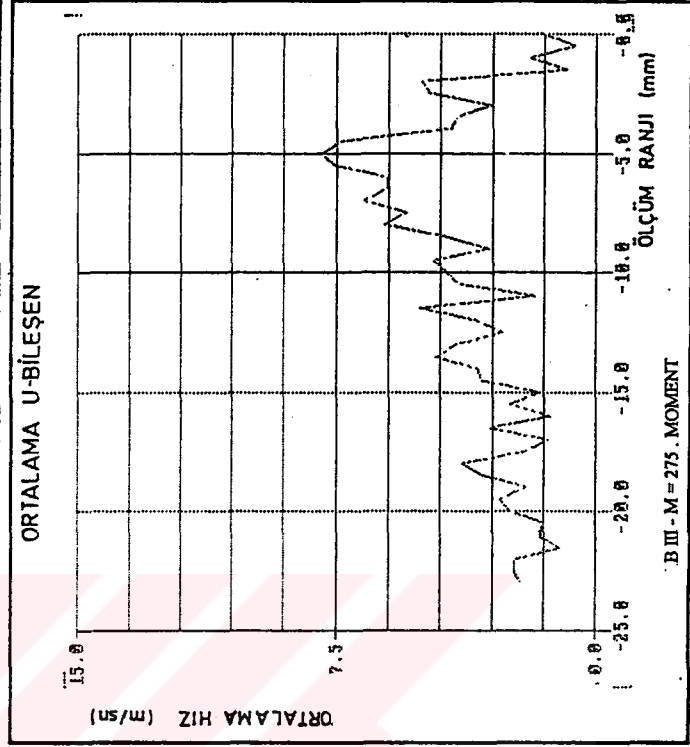
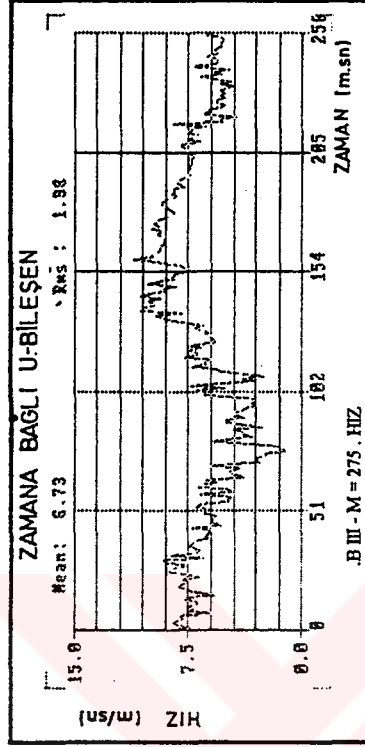


Şekil . C.7. Hız - moment grafikleri.



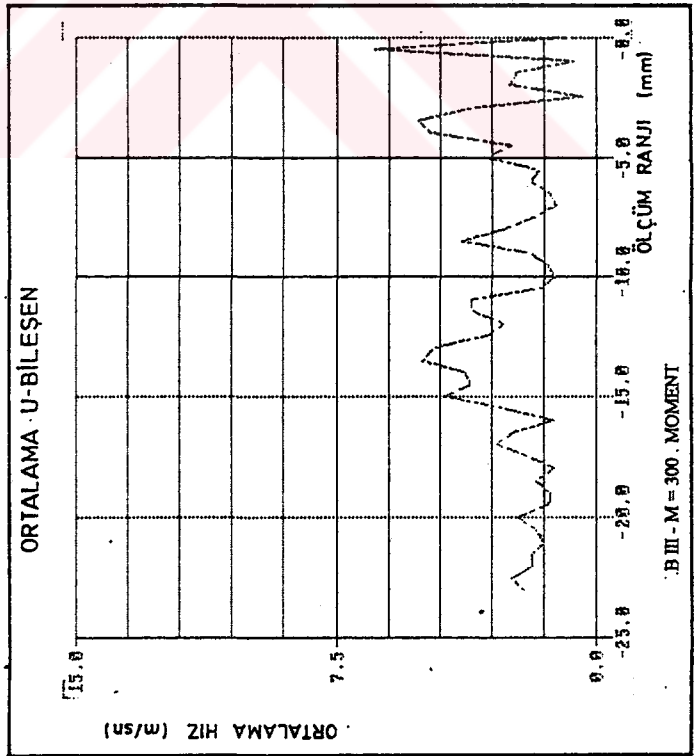
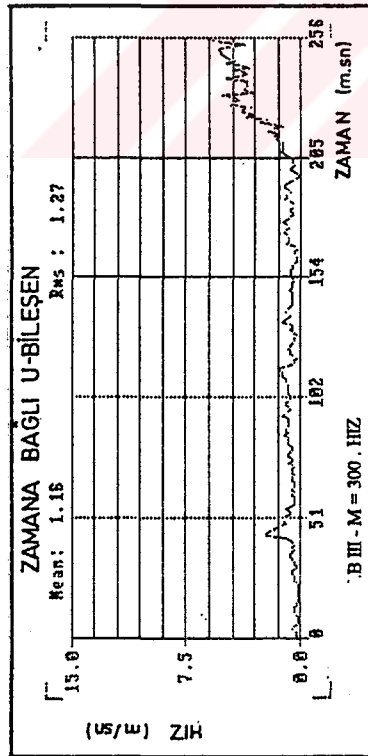
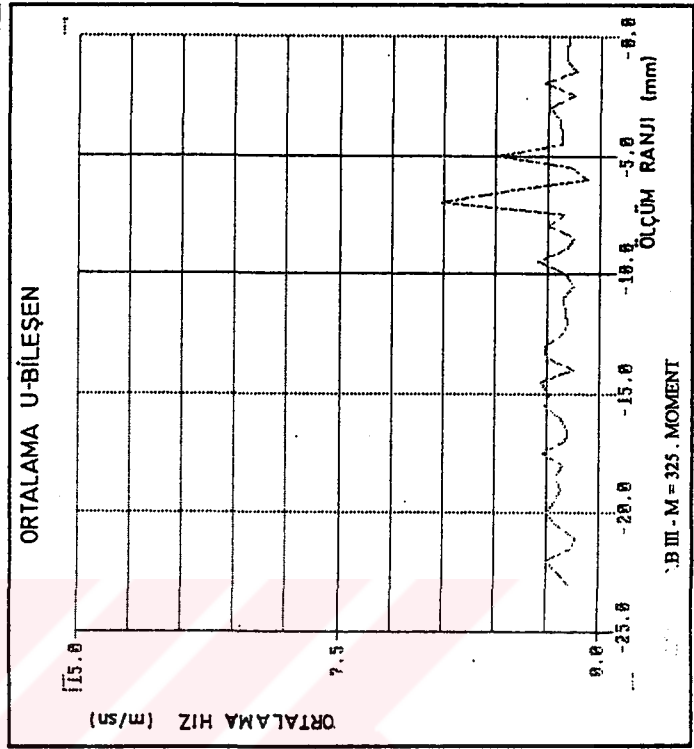
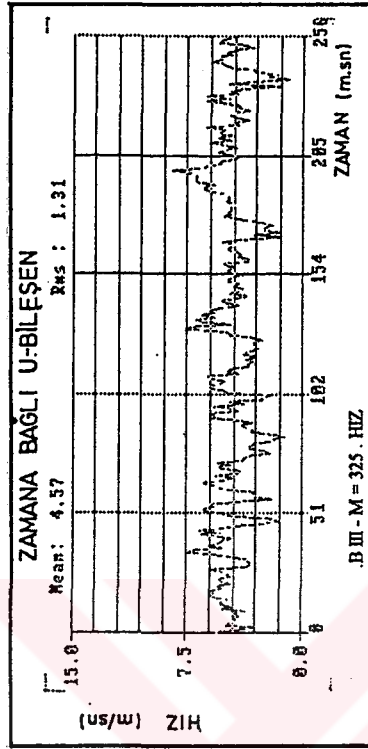
Şekil . C.10. Hız - moment grafikleri.

Şekil . C.9. Hız - moment grafikleri.



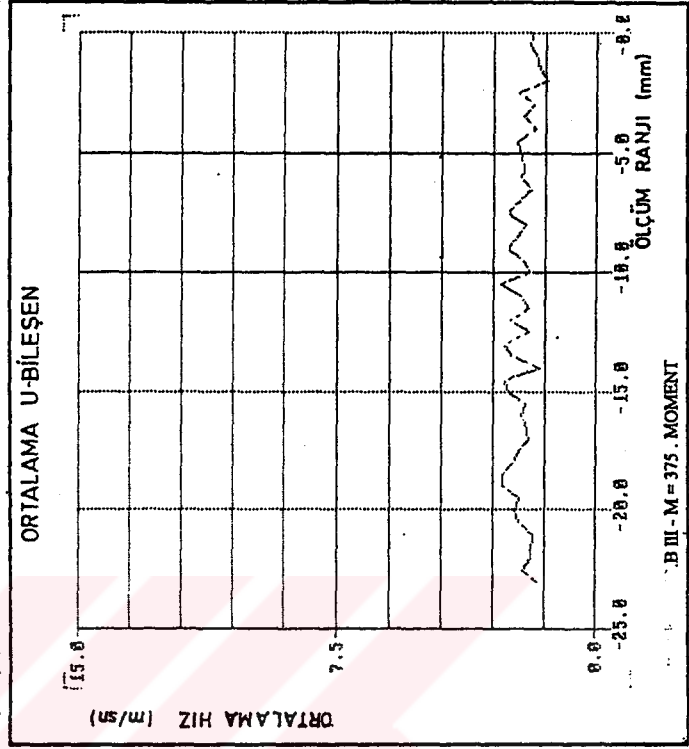
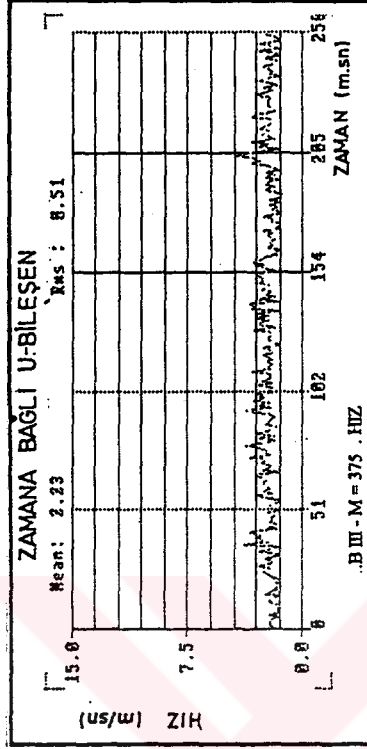
Şekil . C.11. Hız - moment grafikleri.

Şekil . C.12. Hız - moment grafikleri.

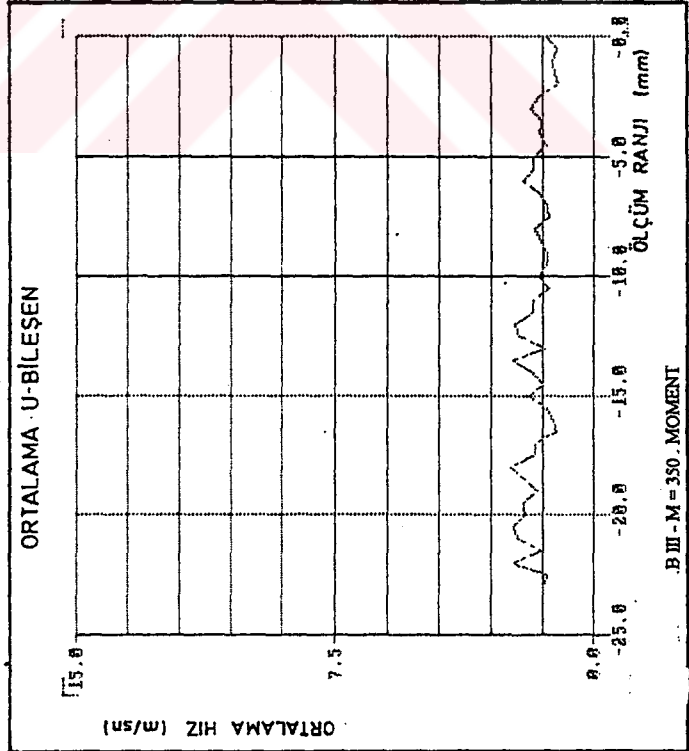
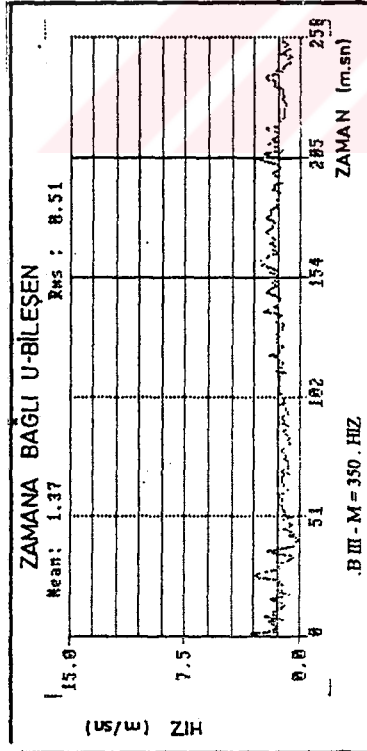


Şekil . C.14. Hız - moment grafikleri.

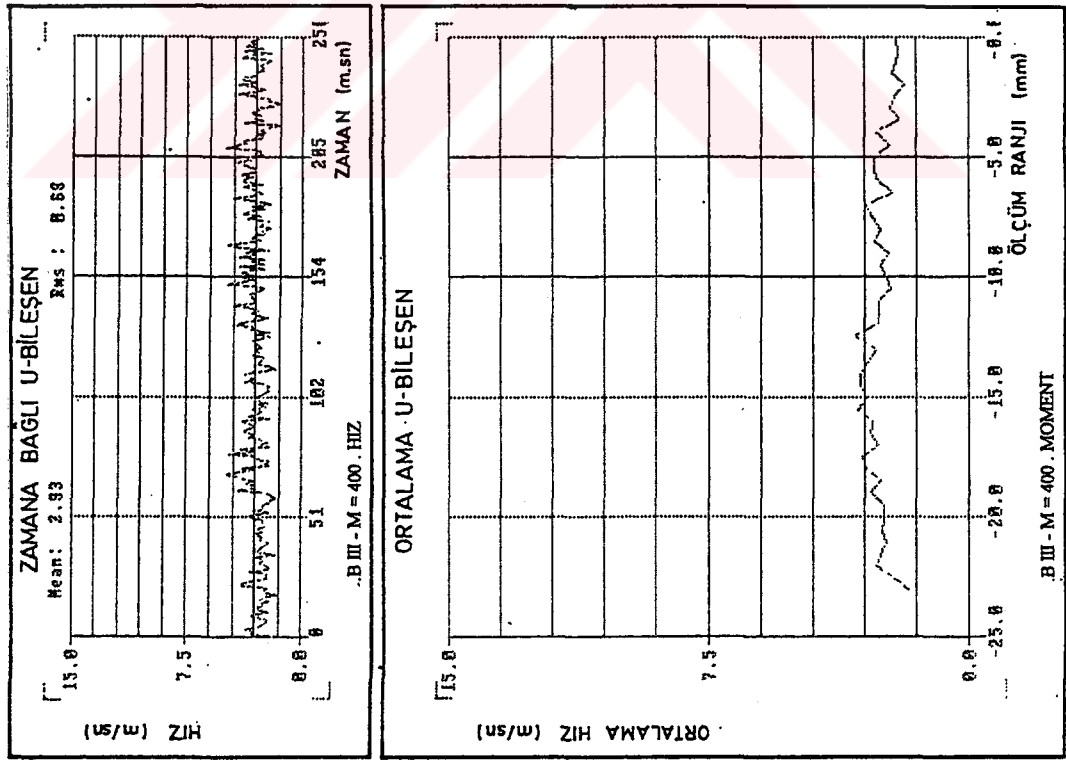
Şekil . C.13. Hız - moment grafikleri.



Şekil . C.16. Hız - moment grafikleri.



Şekil . C.15. Hız - moment grafikleri.

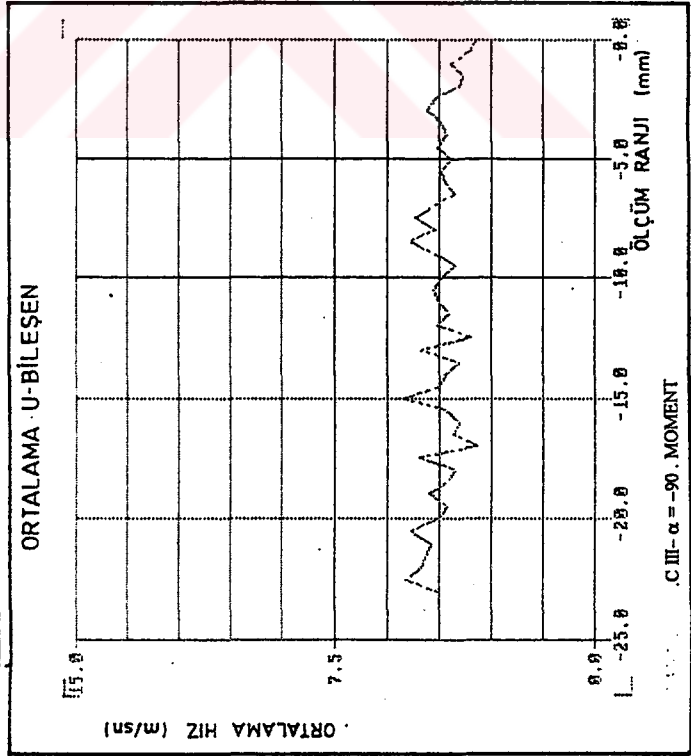
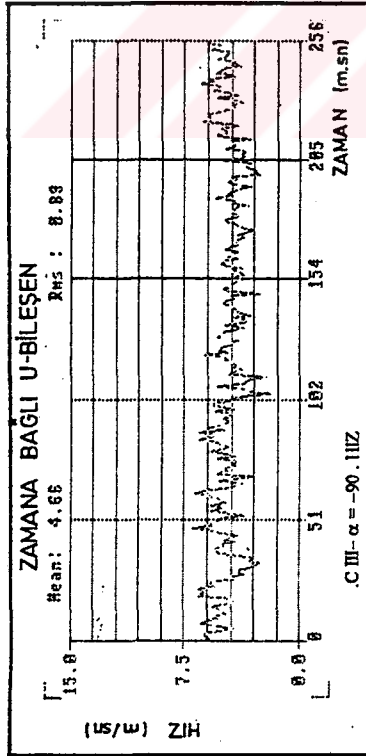
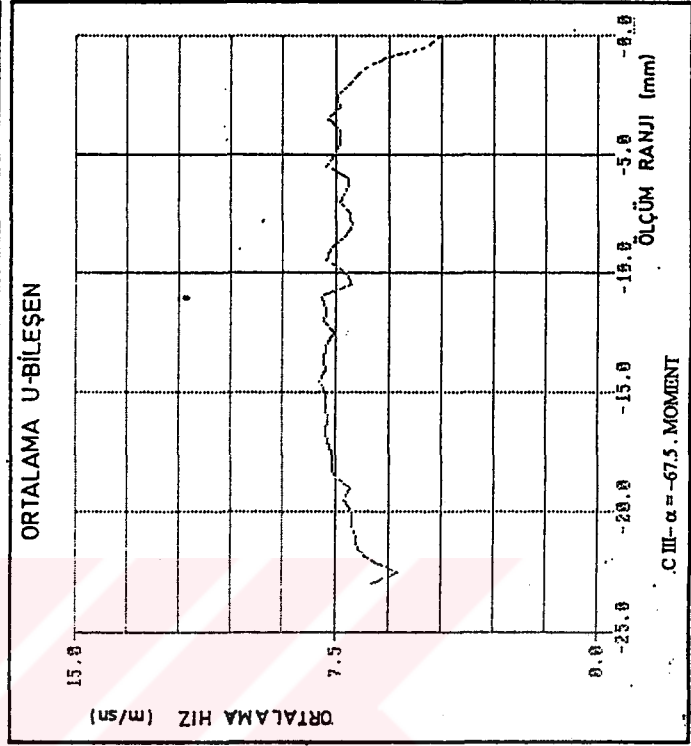
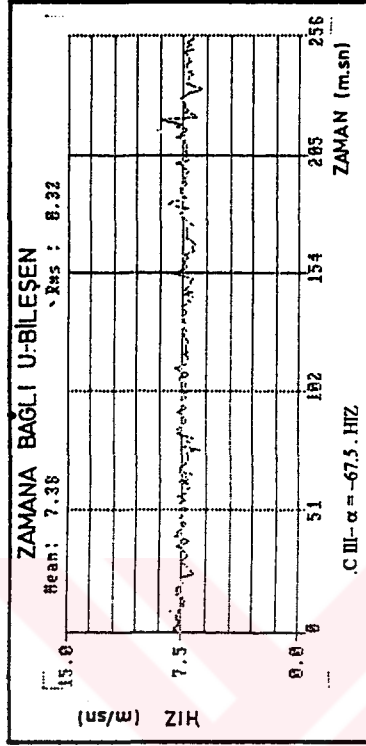


Şekil . C.17. Hız - moment grafikleri.

EK. D.4. (Deney C)

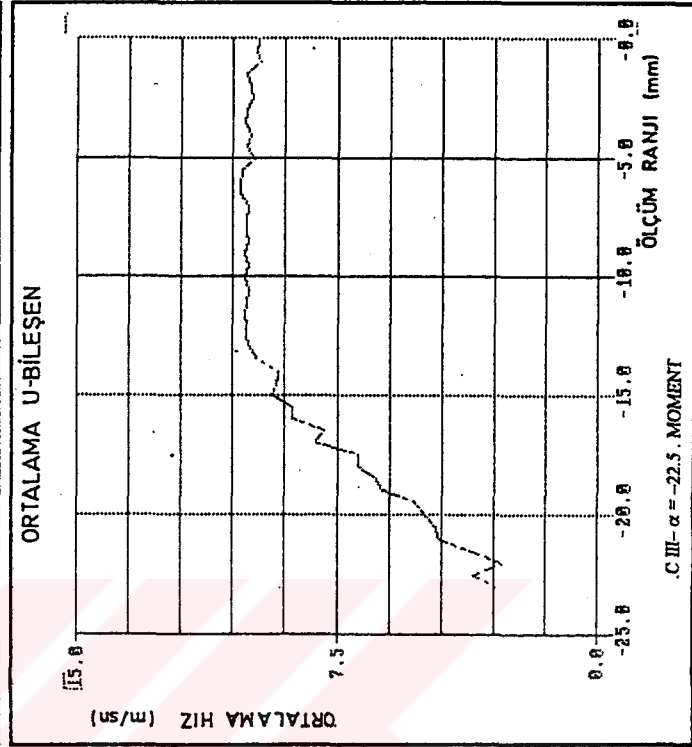
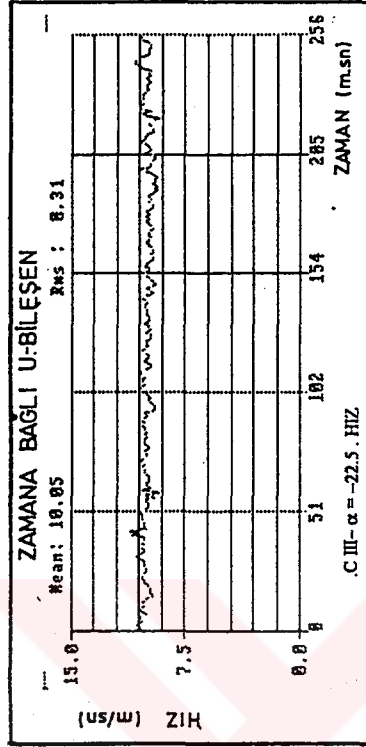
($\alpha = -90^\circ, -67,5^\circ, \dots + 67,5^\circ, +90^\circ$) sapma açıları altında, A. Blok III, IV ve Ö.Blok (H=100 mm.) kullanılarak ölçülen 0-25 mm. ranjındaki düşey hız profili ve $H_p = 7,5$ mm. için U bileşeninin 256 mili-saniyedeki salınımı.

Grafikler için								
Şekil altı								
kodlaması								
Anahtar								
Şeması								
	DENEY ADI (C)	A.BLOK TİPİ (III, IV)	AYRAÇ (-)	SAPMA AÇISI (α)	EŞİTTİR (=)	AÇI DEĞERİ (-90.....+90)	AYRAÇ (.)	ÖLÇÜM MODU (HIZ, MOMENT)
	*	*	*	*	*	***	*	***
	C	III	-	α	=	-90°	•	HIZ

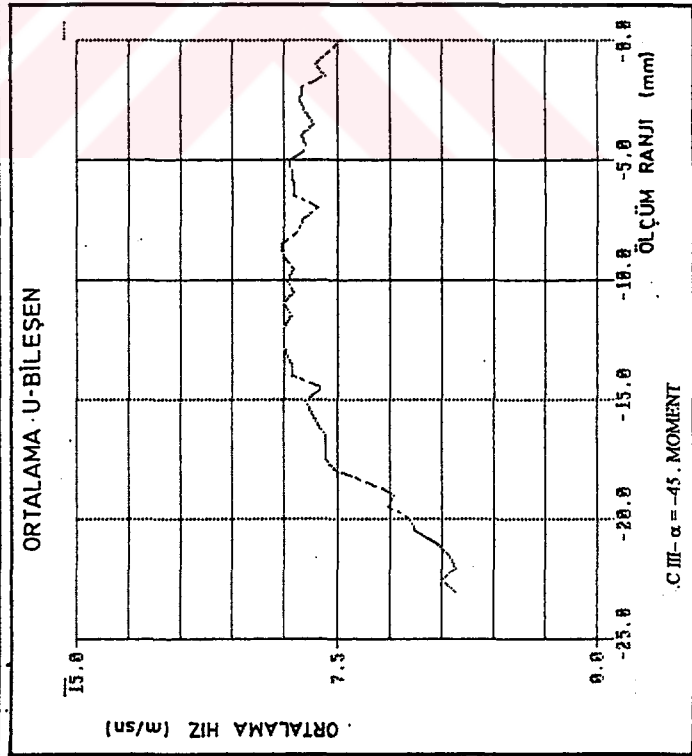
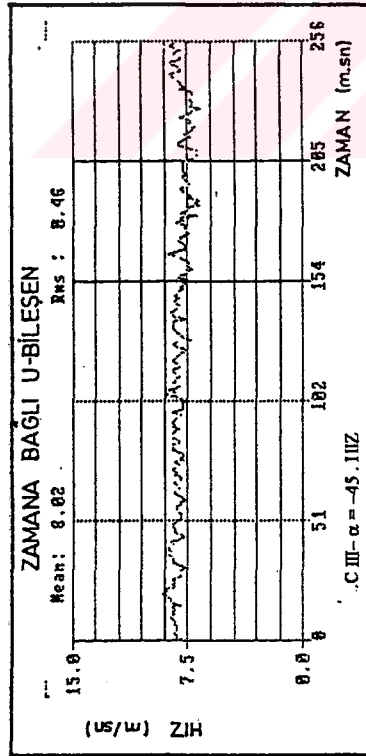


Şekil . D.2. Hız - moment grafikleri.

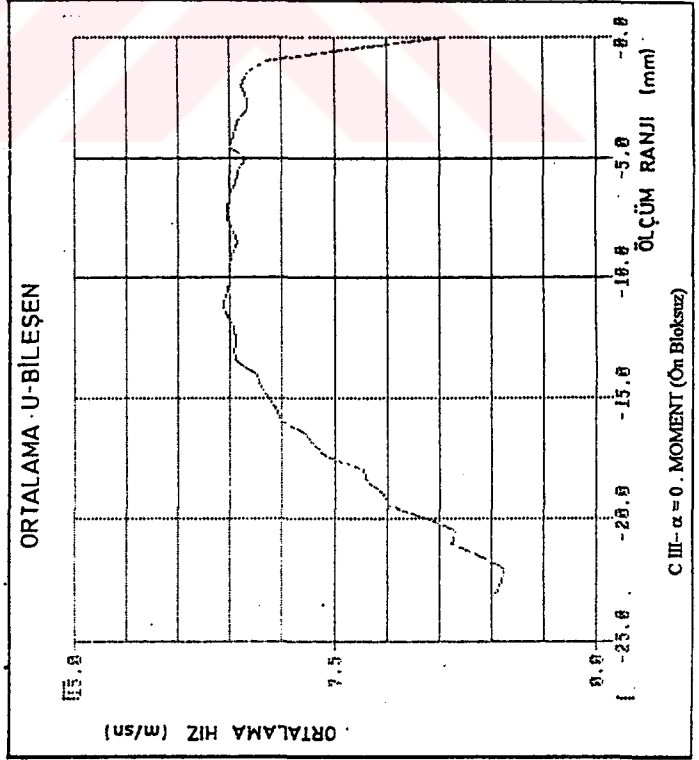
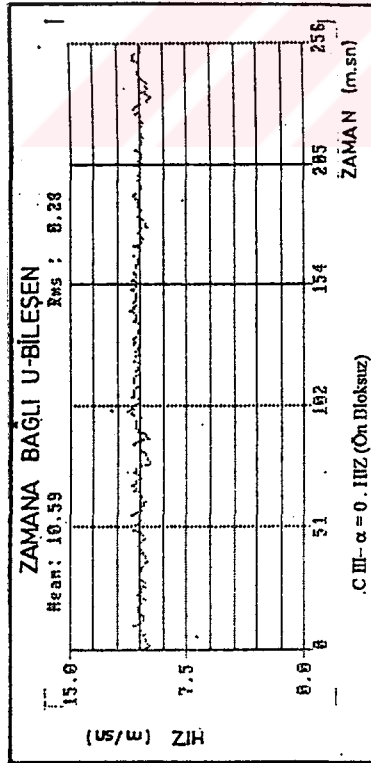
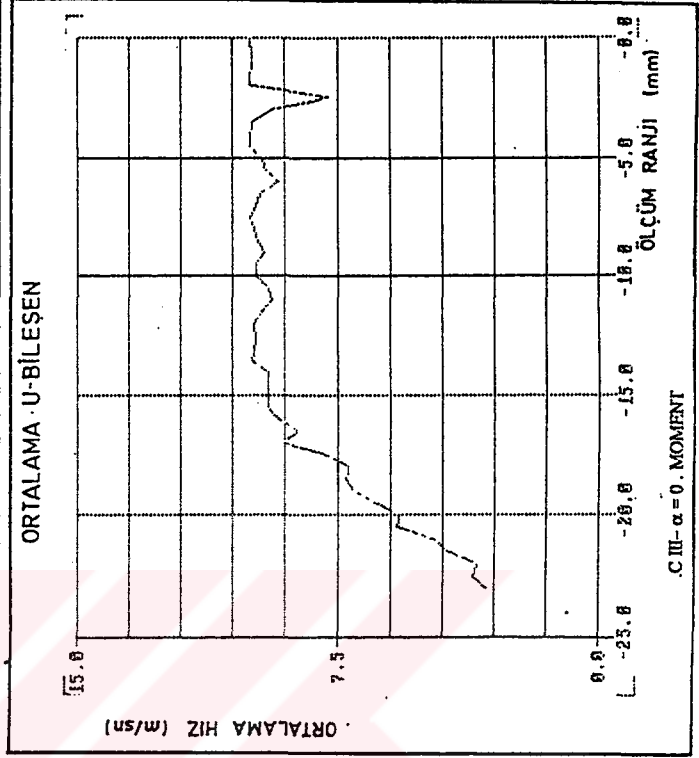
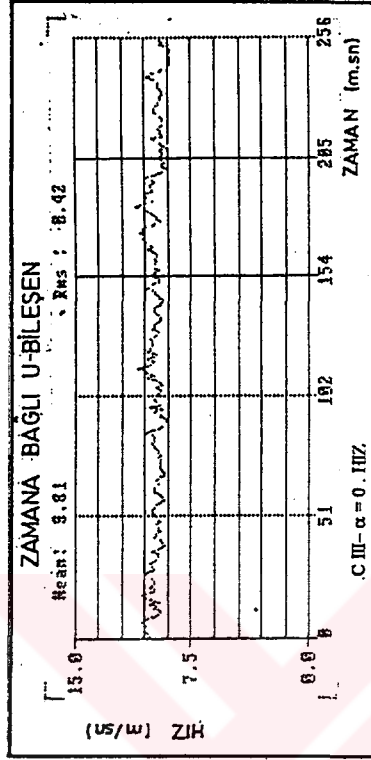
Şekil . D.1. Hız - moment grafikleri.



Şekil . D.4. Hız - moment grafikleri.

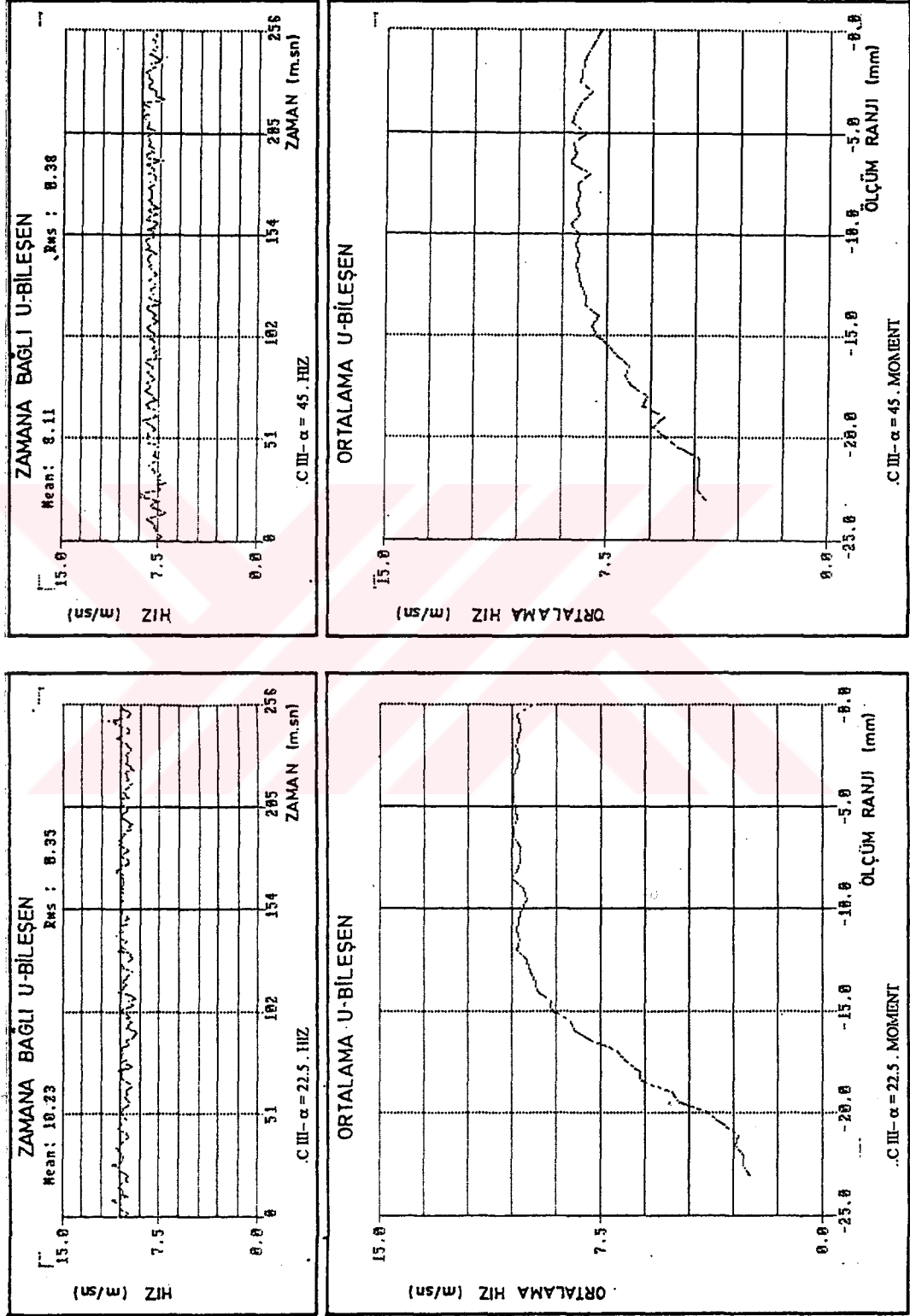


Şekil . D.3. Hız - moment grafikleri.



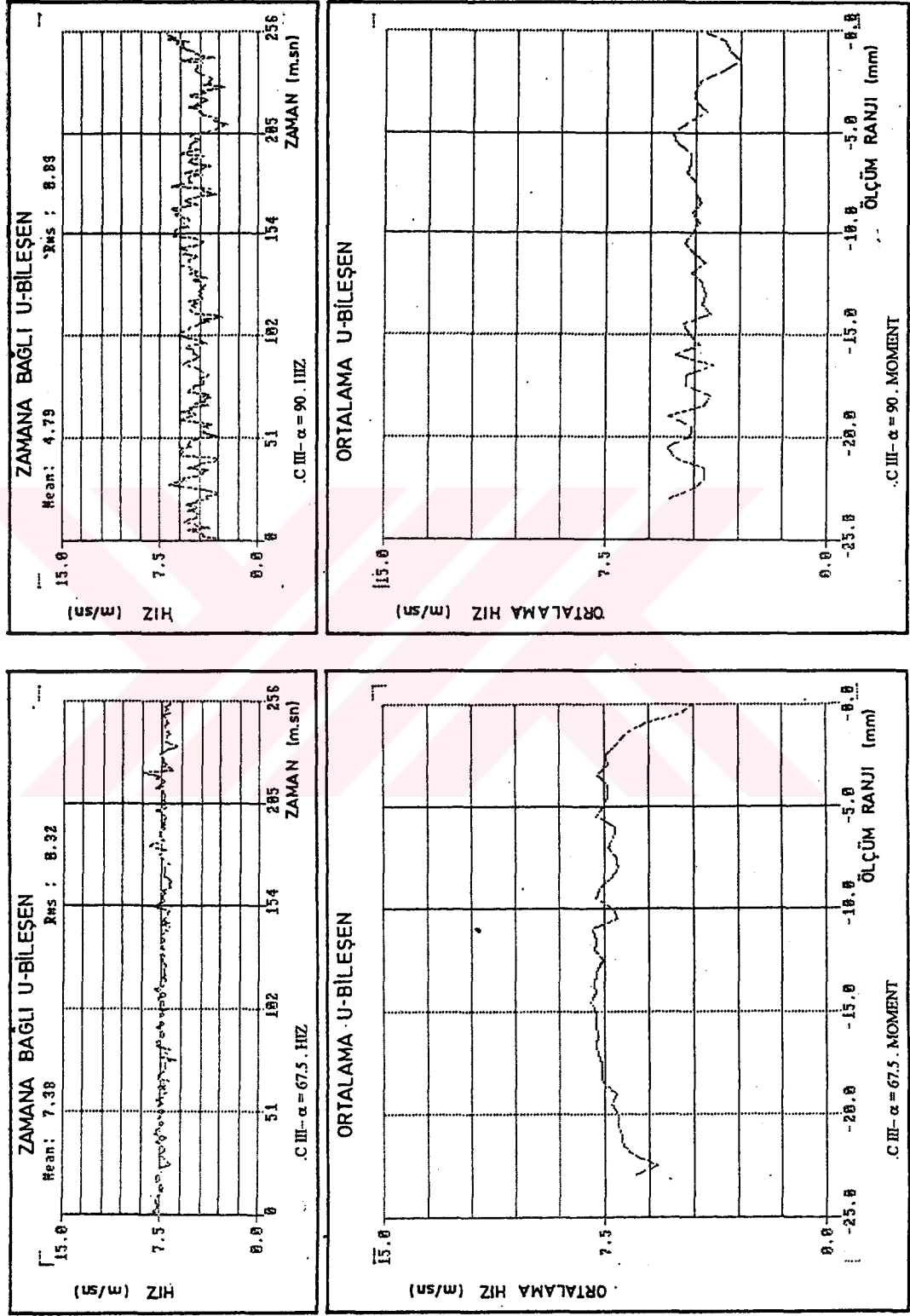
Şekil . D.6. Hız - moment grafikleri.

Şekil . D.5. Hız - moment grafikleri.



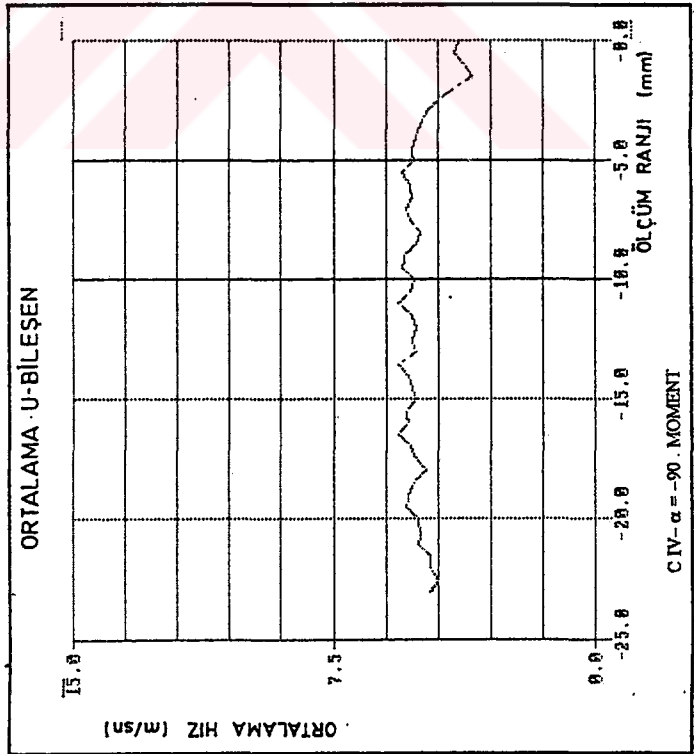
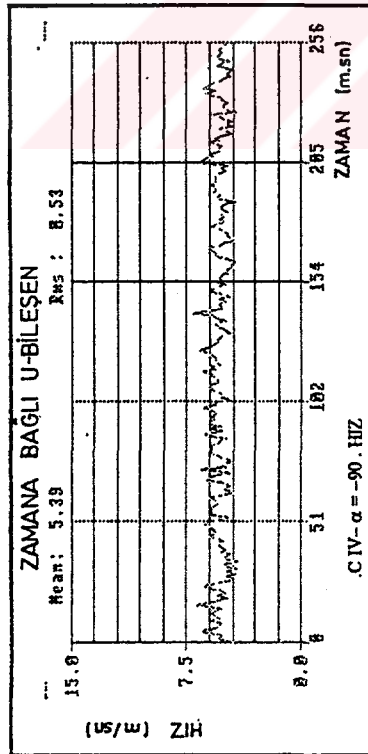
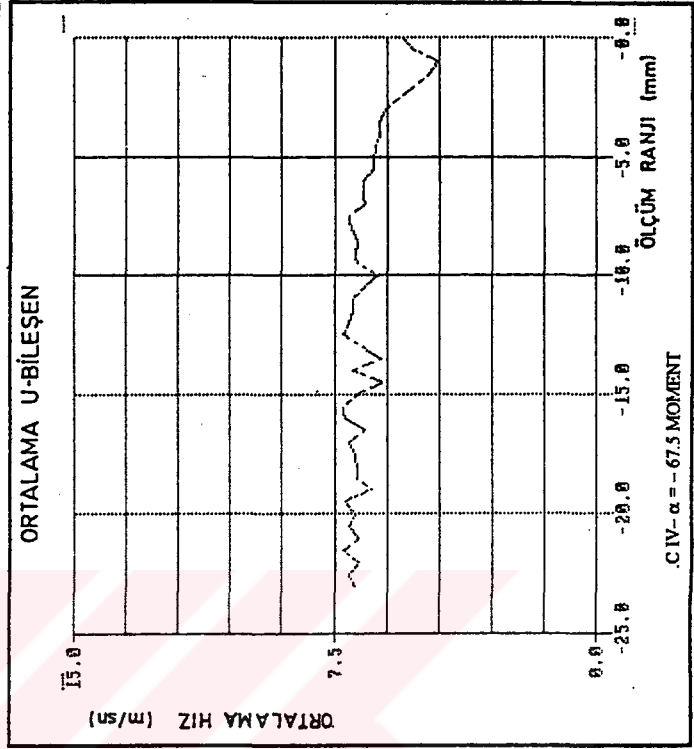
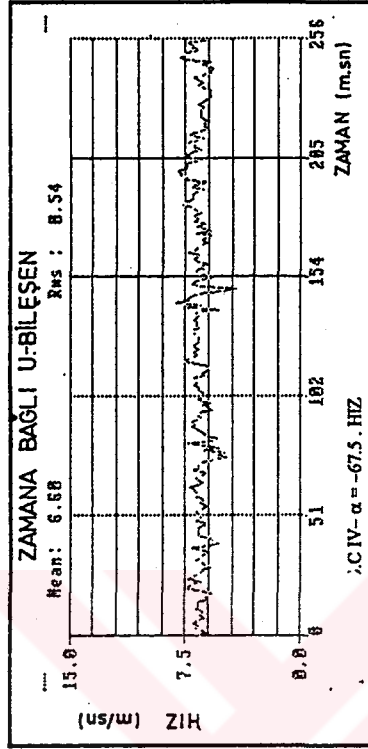
Şekil . D.7. Hız - moment grafikleri.

Şekil . D.8. Hız - moment grafikleri.



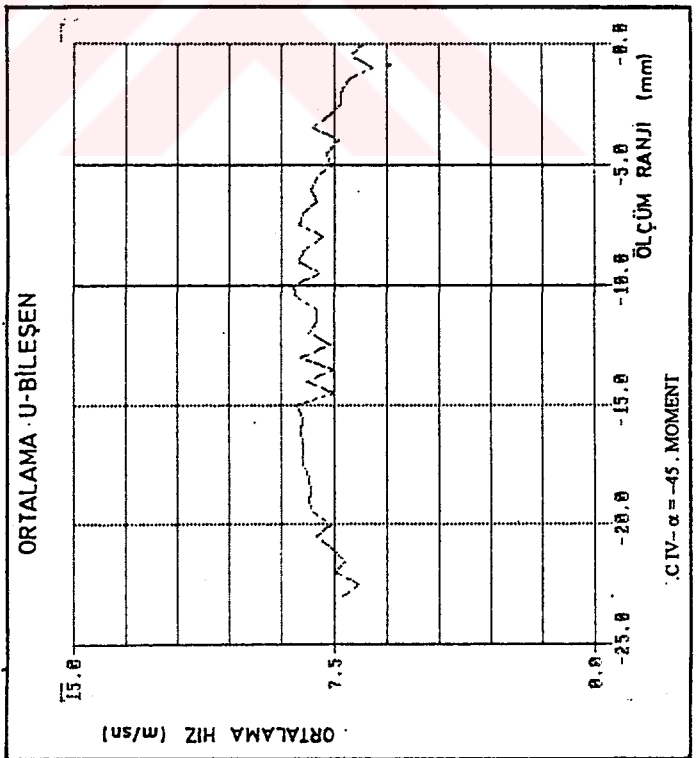
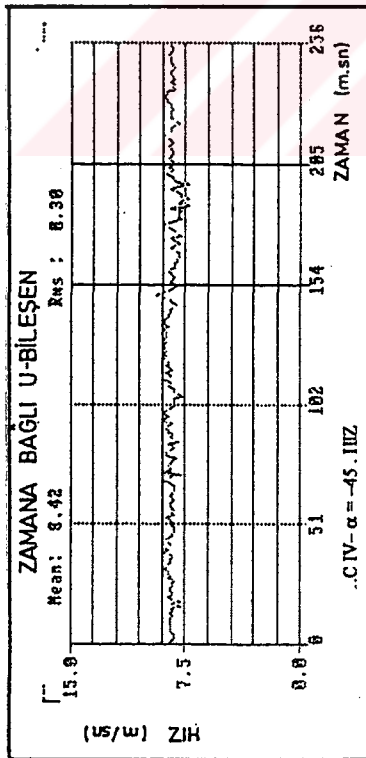
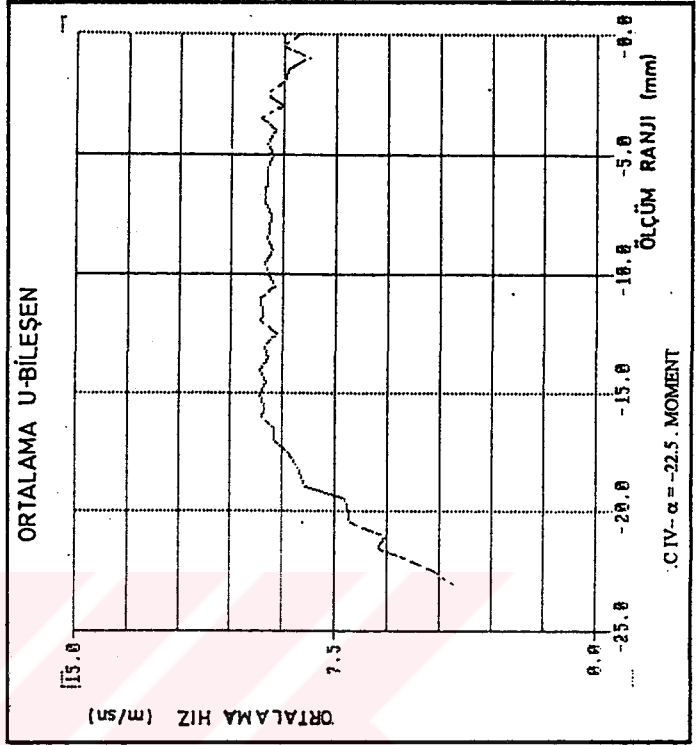
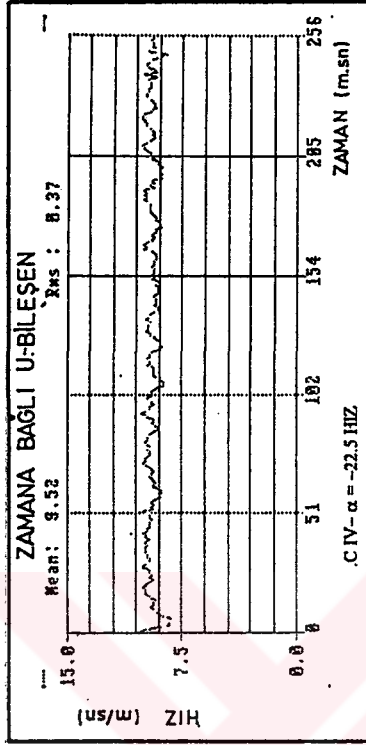
Şekil . D.9. Hız - moment grafikleri.

Şekil . D.10. Hız - moment grafikleri.



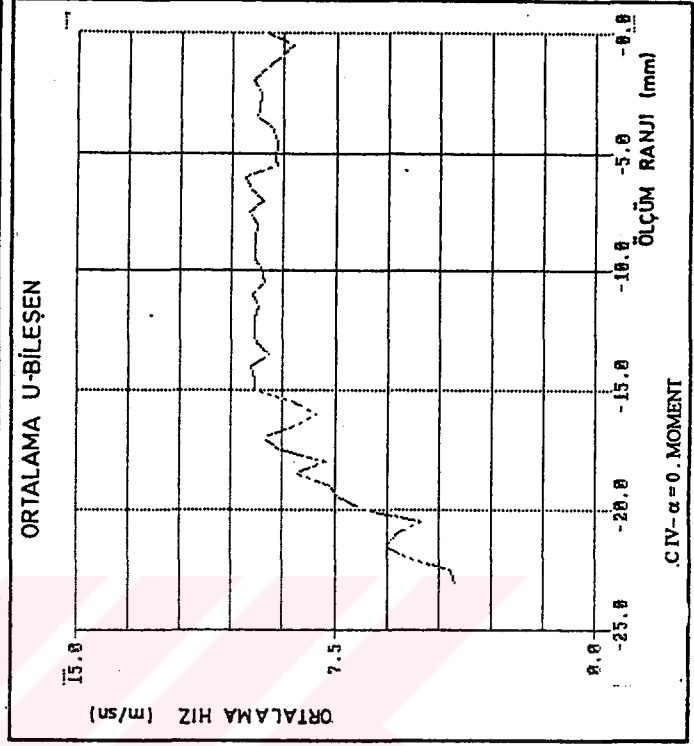
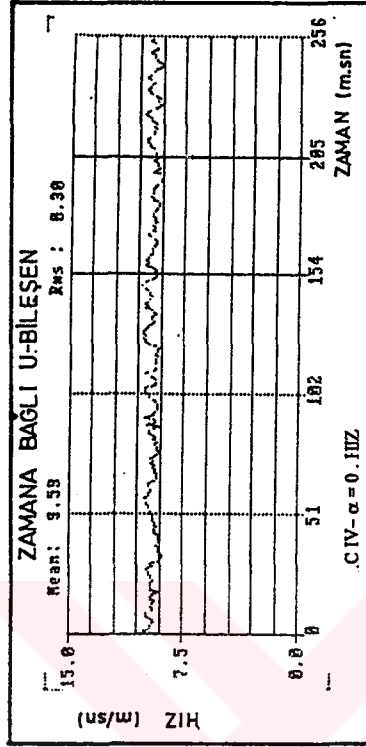
Şekil . D.12. Hız - moment grafikleri.

Şekil . D.11. Hız - moment grafikleri.

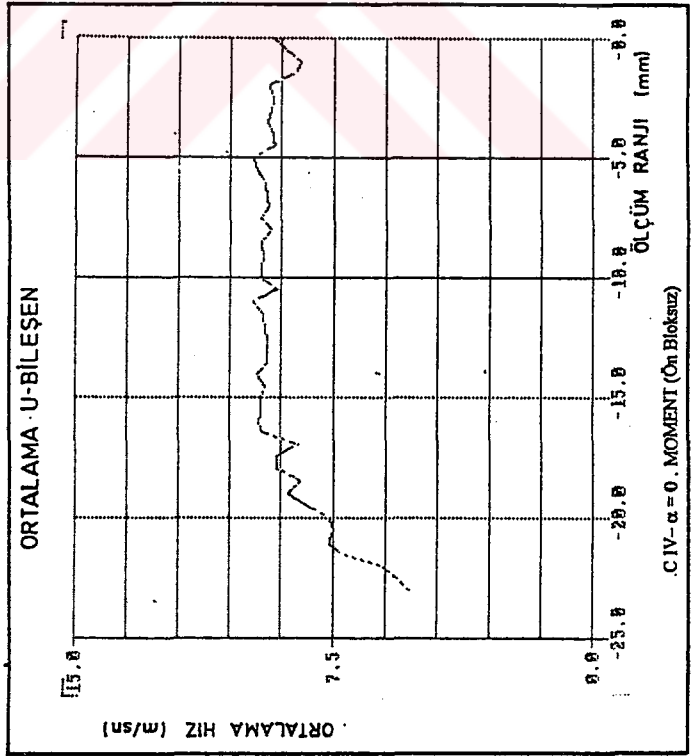
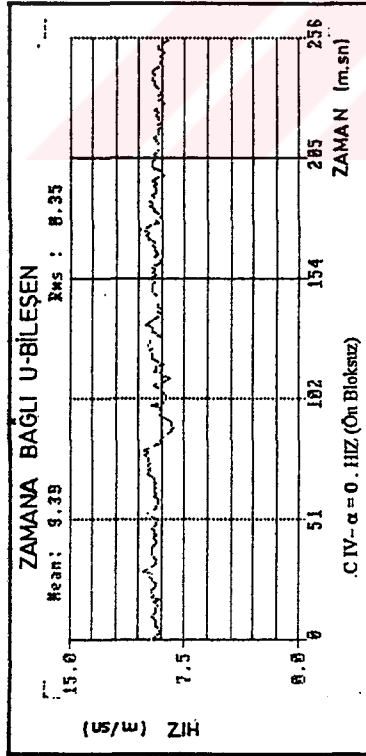


Şekil . D.13. Hız - moment grafikleri.

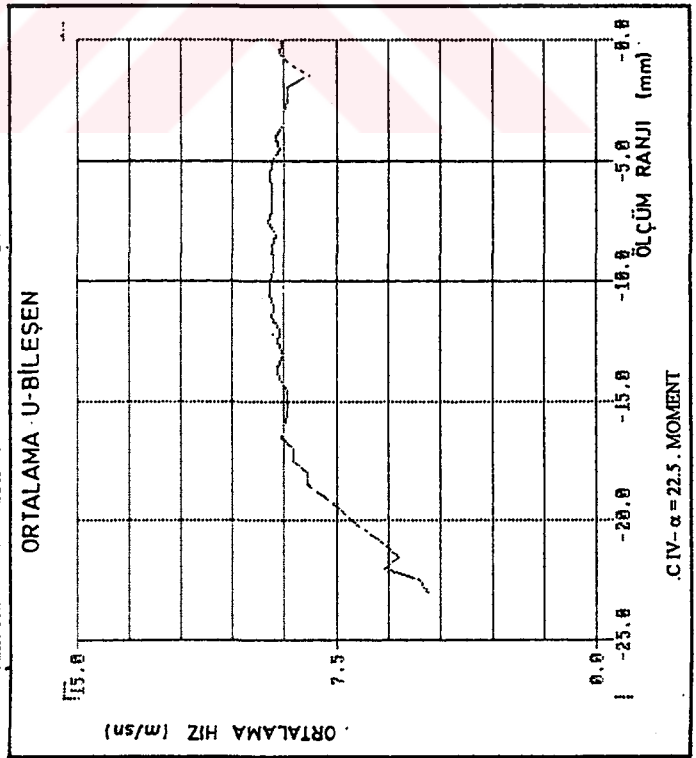
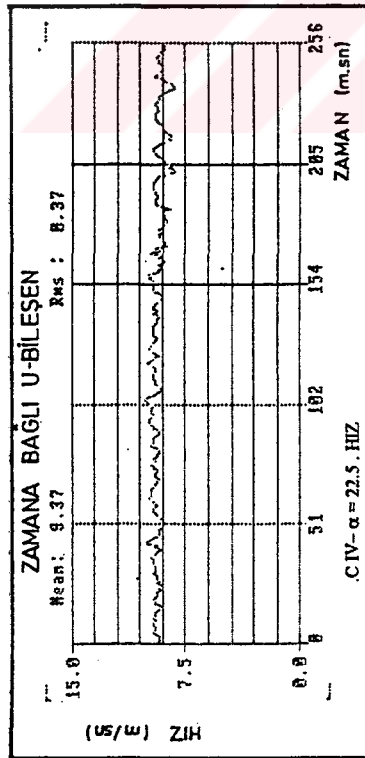
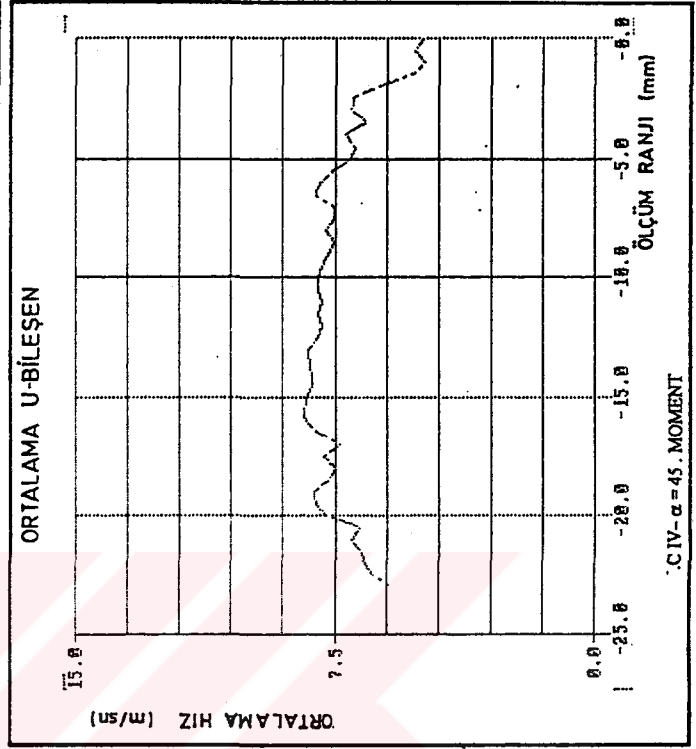
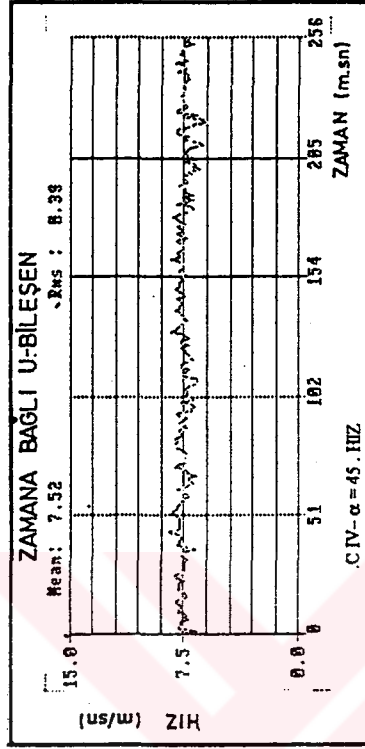
Şekil . D.14. Hız - moment grafikleri.



Şekil . D.16. Hız - moment grafikleri.

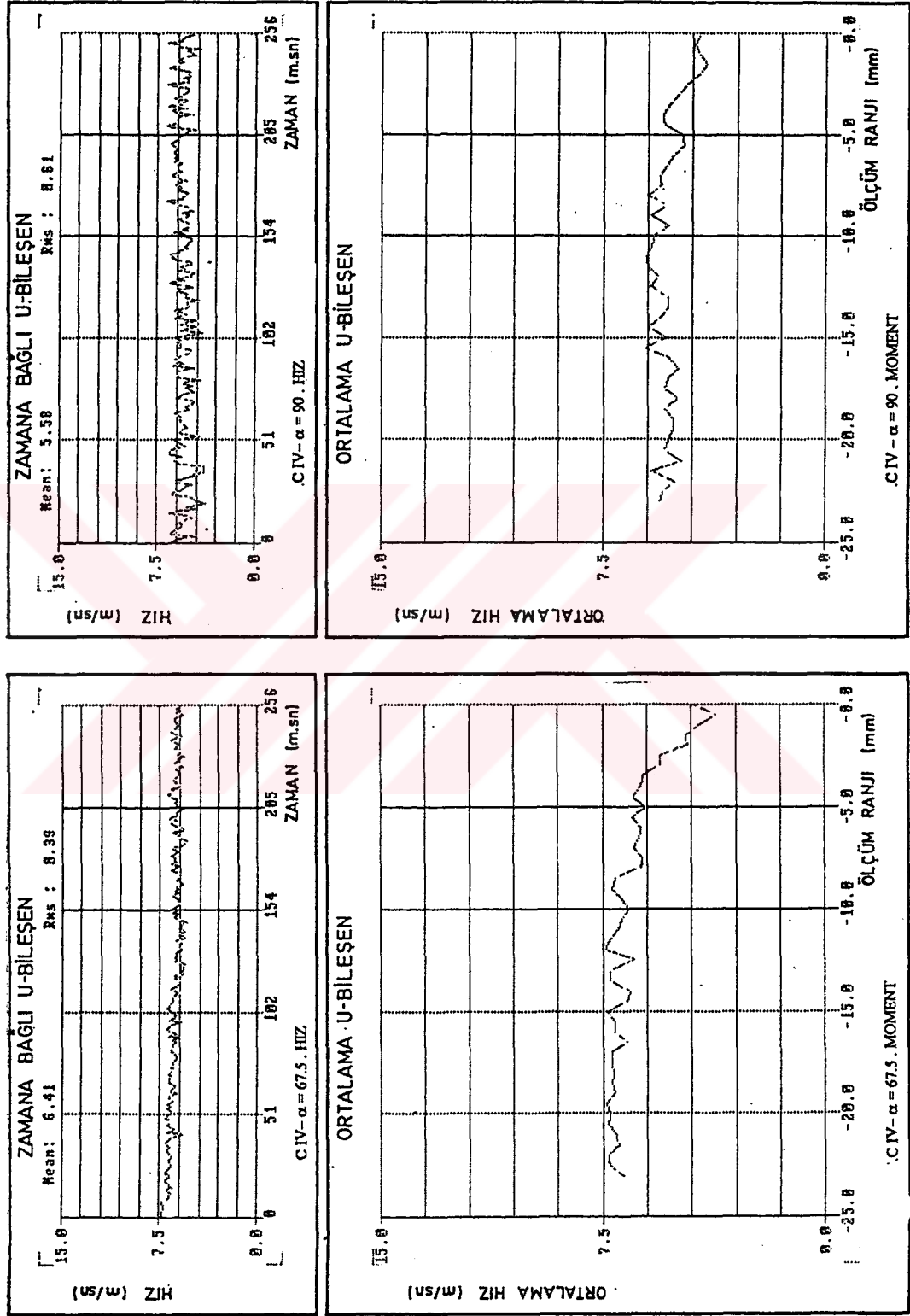


Şekil . D.15. Hız - moment grafikleri.



Şekil . D.18. Hız - moment grafikleri.

Şekil . D.17. Hız - moment grafikleri.



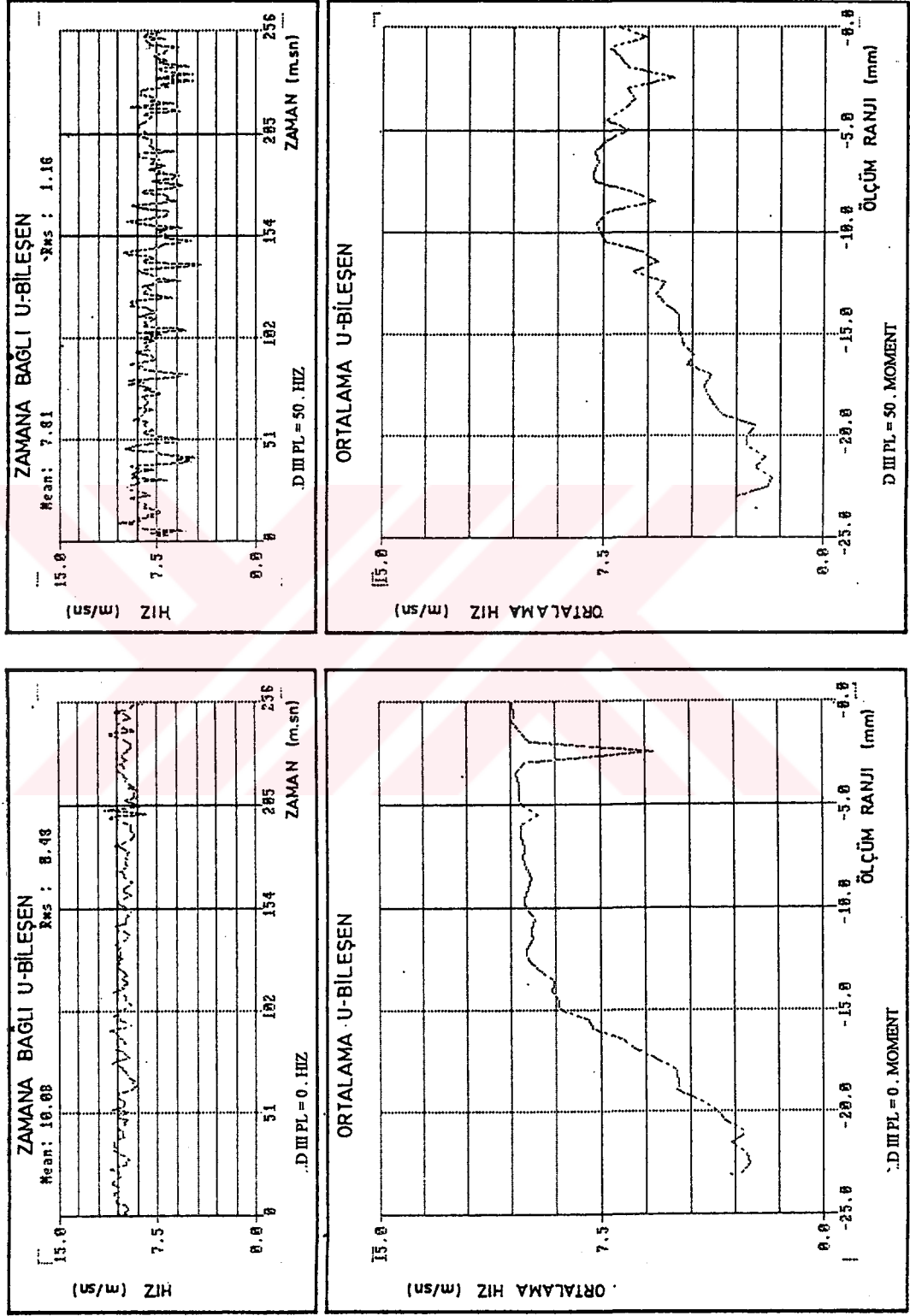
Şekil . D.19. Hız - moment grafikleri.

Şekil . D.20. Hız - moment grafikleri.

EK. E. (Deney D)

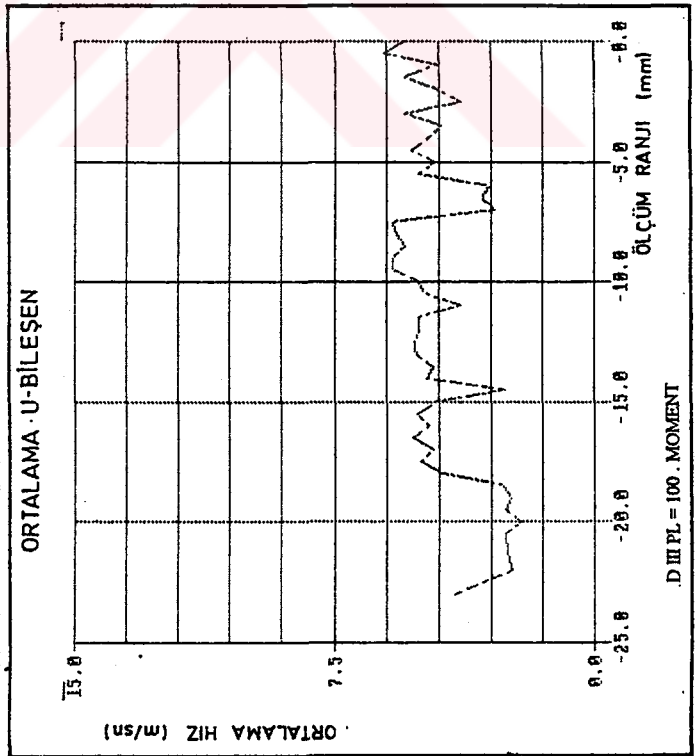
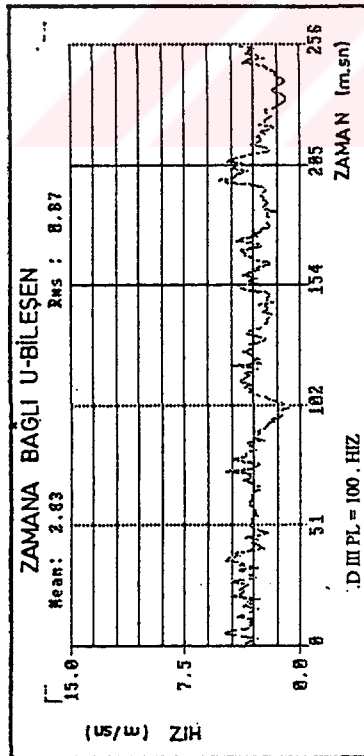
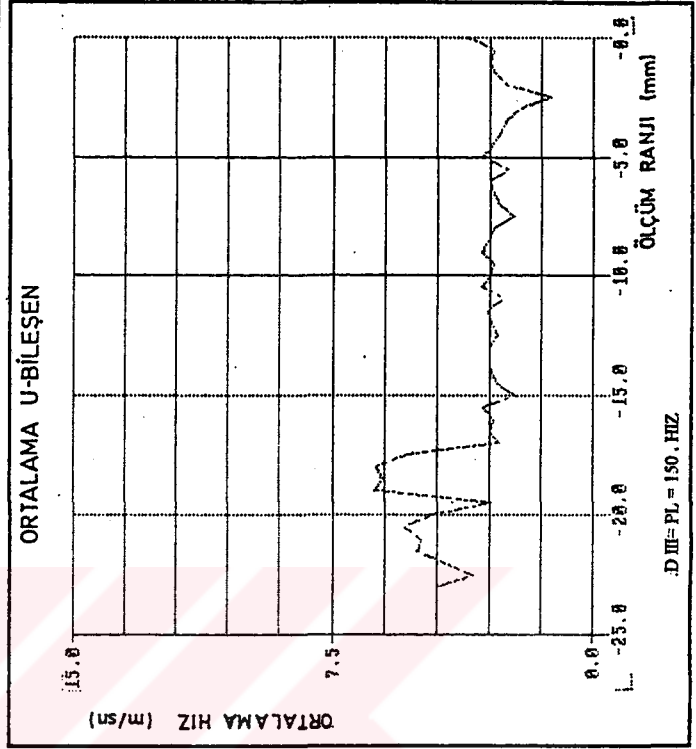
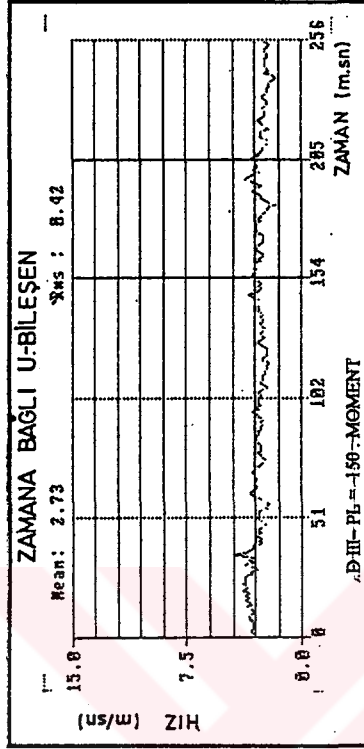
$\alpha = 0^\circ$ sapma açısı altında, A.Blok III ve Ö.Blok (H=100 mm.) kullanılarak ölçülen; 0-25 mm. ranjındaki düşey hız profilinin ve $H_p = 7,5$ mm için U bileşenin 256 mili saniyedeki salınımının portik uzunluğuna göre değişimi (PL = 0, 50, 100, 150 mm.) portik genişlikleri, (PW) sıfırdır.

Grafikler için Şekil altı kodlaması Anahtar Şeması	DENEY ADI (D)	A.BLOK TİPİ (III)	AYRAÇ (-)	PORTİK UZUNLUĞU (PL)	EŞİTTİR (=)	UZUNLUK DEĞERİ (0, 50, 100, 150)	AYRAÇ (.)	ÖLÇÜM MODU (HIZ, MOMENT)
	*	*	*	*	*	***	*	***
	D	III	-	PL	=	0	•	HIZ



Şekil . E.1. Hız - moment grafikleri.

Şekil . E.2. Hız - moment grafikleri.



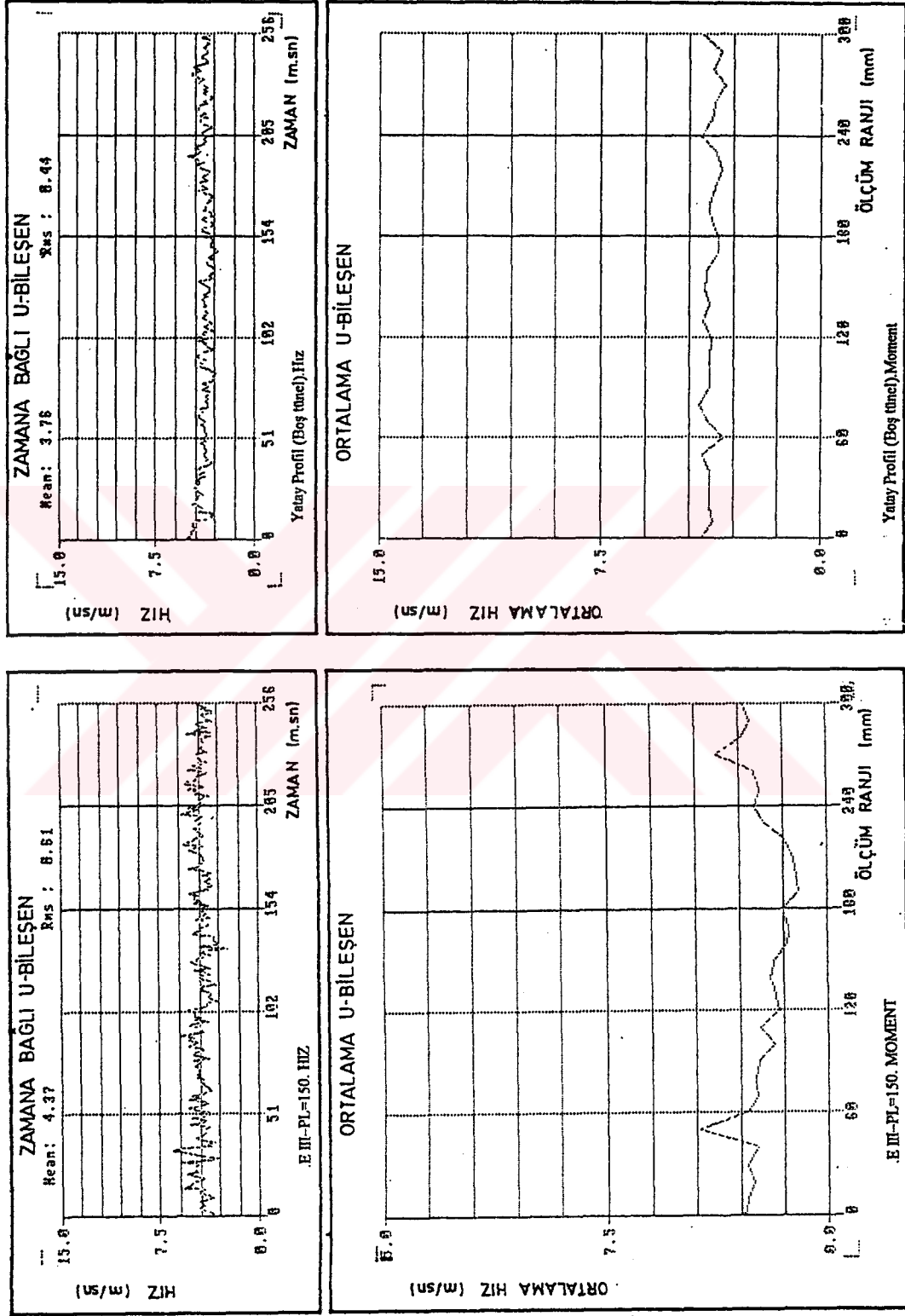
Şekil . E.4. Hız - moment grafikleri.

Şekil . E.3. Hız - moment grafikleri.

EK. F. (Deney E)

$\alpha = 0^\circ$ sapma açısı altında, A Blok III ve Ö.Blok (H=100 mm) kullanılarak ölçülen; 0-300 mm. ranjındaki yatay hız profilinin ve A. Blok'un yataydaki merkezi (PP=5 mm.) için U bileşeninin 256 mili saniyedeki salınımının portik uzunluğuna göre değişimi (PL=150 mm) portik genişliği; (PW) sıfırdır.

Grafikler için Şekil altı kodlaması Anahtar Şeması	DENEY ADI (E)	A.BLOK TİPİ (III)	AYRAÇ (-)	PORTİK UZUNLUĞU (PL)	EŞİTTİR (=)	UZUNLUK DEĞERİ (150)	AYRAÇ (.)	ÖLÇÜM MODU (HIZ, MOMENT)
	*	*	*	**	*	*	*	***
	E	III	-	PL	=	150	•	HIZ



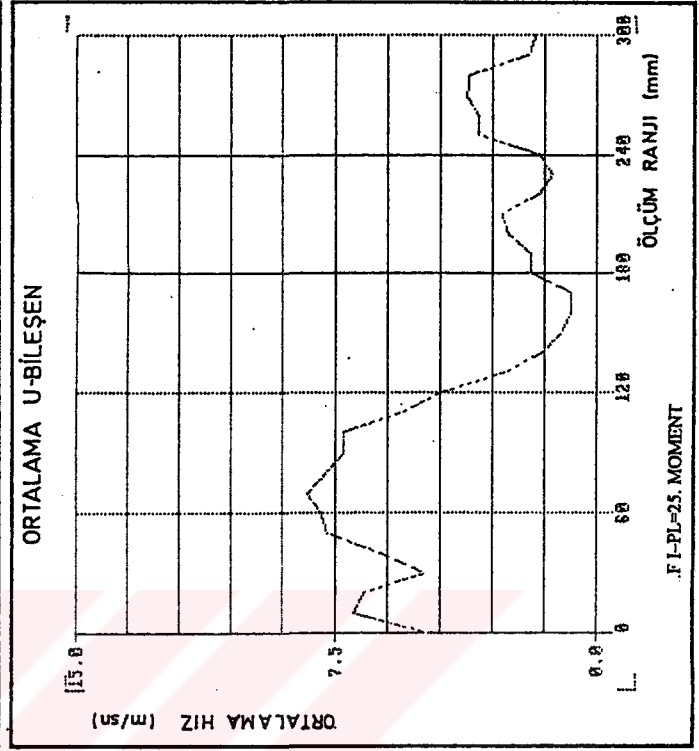
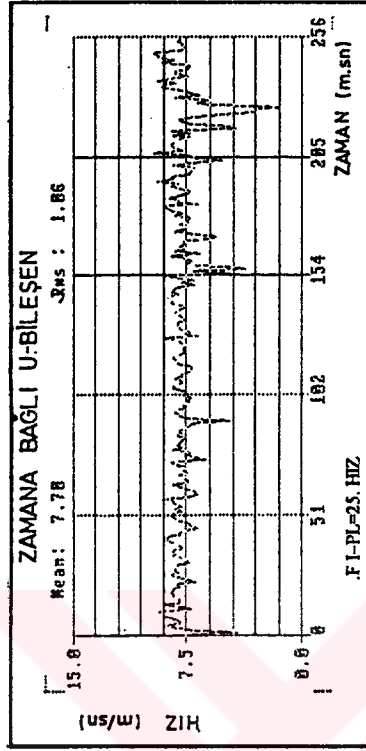
Şekil . F.1. Hız - moment grafikleri.

Şekil . F.2. Hız - moment grafikleri.

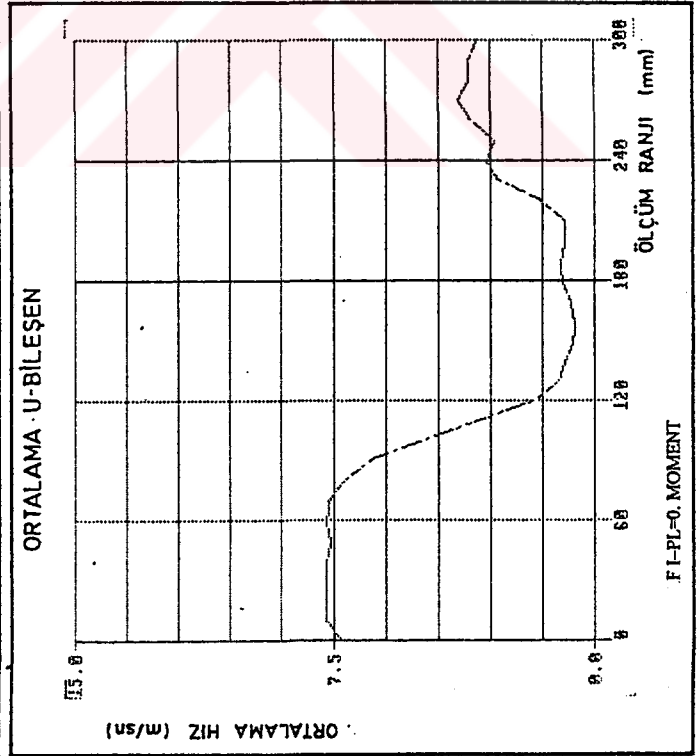
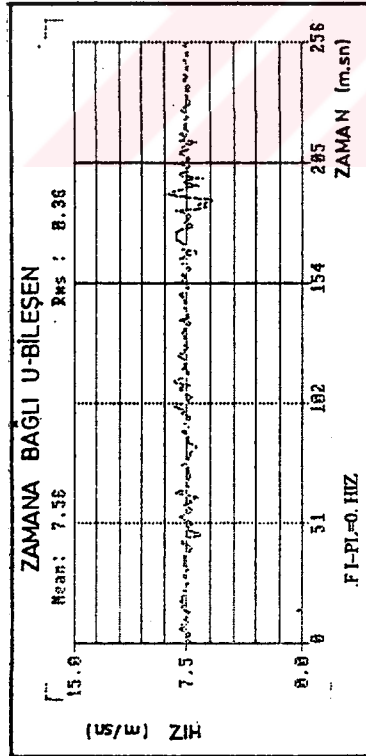
EK. G. (Deney F)

$\alpha=0^\circ$ sapma açısı altında A.Blok I, II, III, IV ve Ö.Blok (H=100 mm.) kullanılarak ölçülen; 0-300 mm. ranjındaki yatay hız profilinin ve A bloğun yataydaki merkezi (PP.= 5 mm.) için U bileşenin 256 mili saniyedeki salınımının, portik uzunluğuna ve genişliğine göre değişimi (PL = 0, 25, 50, 100, 150, 200), (PW = 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, mm.)

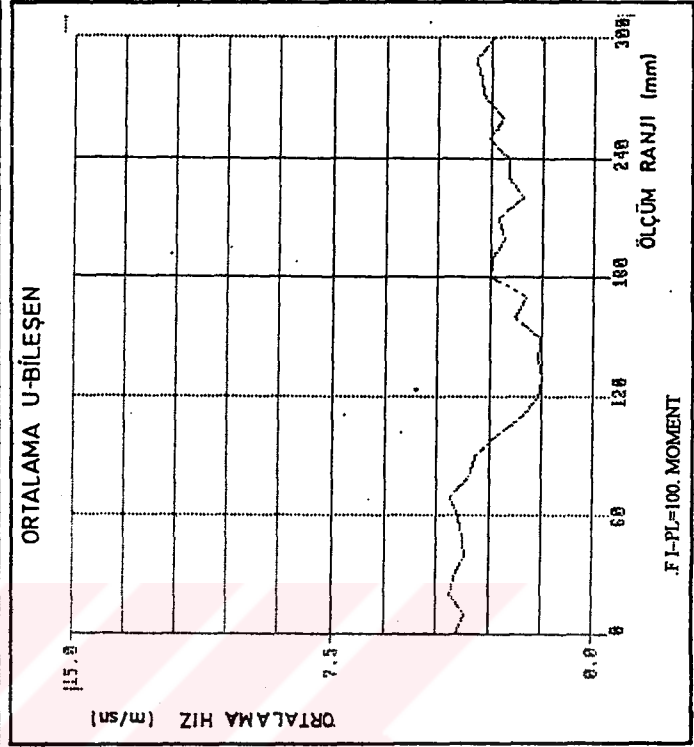
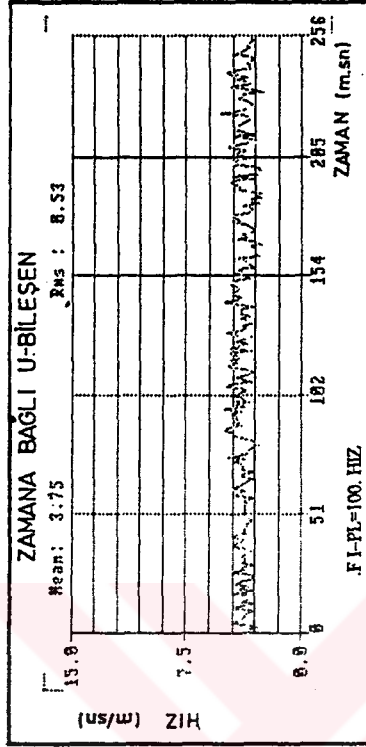
Grafikler için Şekil altı kodlaması Anahtar Şeması	DENEY ADI (F)	A.BLOK TİPİ (I, II, III, IV)	AYRAÇ (-)	PORTİK UZUNLUĞU veya GENİŞLİĞİ (PL , PW)	ESİTTİR (=)	UZUNLUK (0.....200) veya GENİŞLİK (0,.....150) DEĞ.	AYRAÇ (.)	ÖLCÜM MODU (HIZ , MOMENT)
	*	*	*	**	*	***	*	***
	F	I	-	PL	=	0	•	HIZ



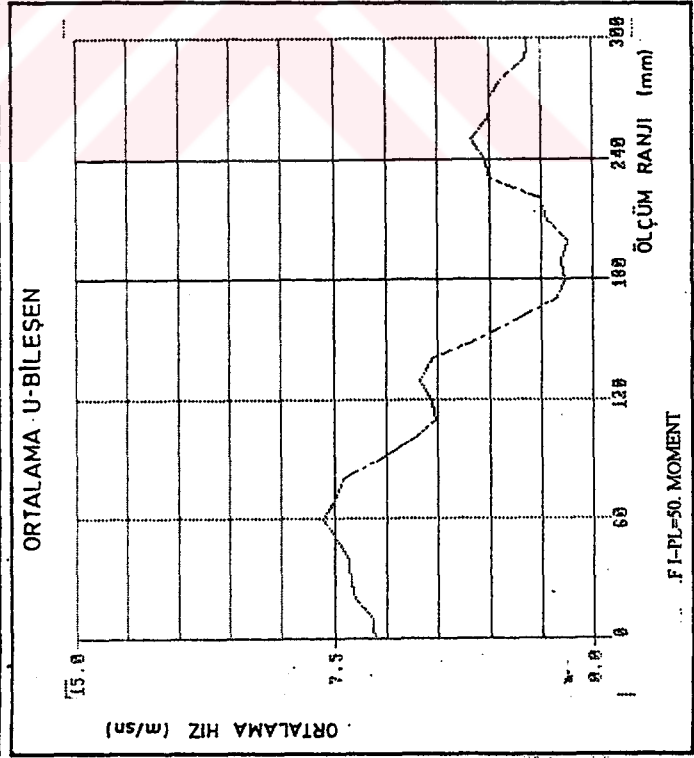
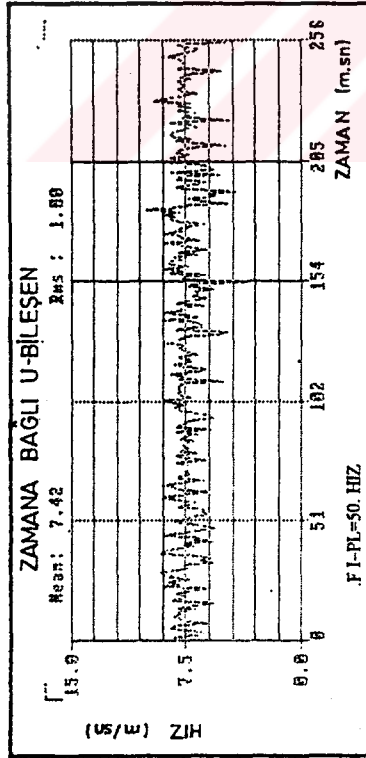
Şekil . G.2. Hız - moment grafikleri.



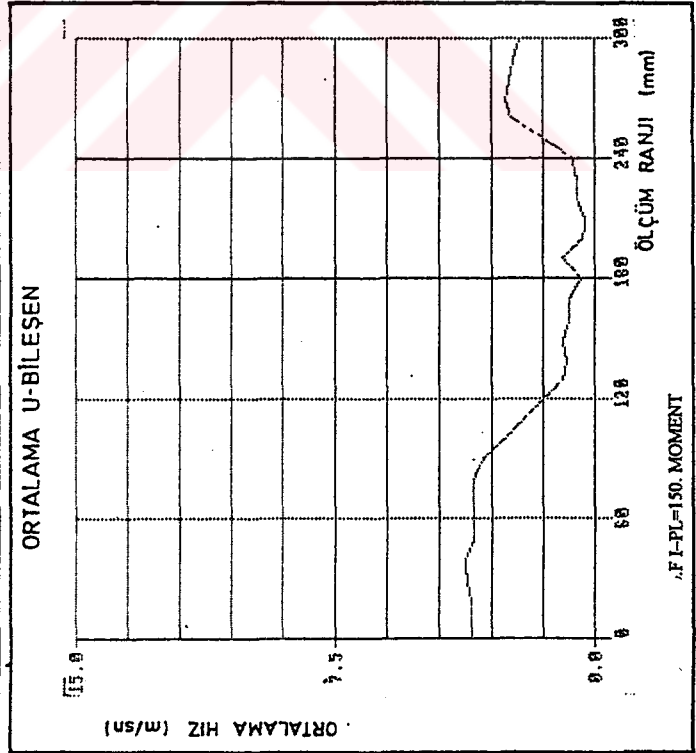
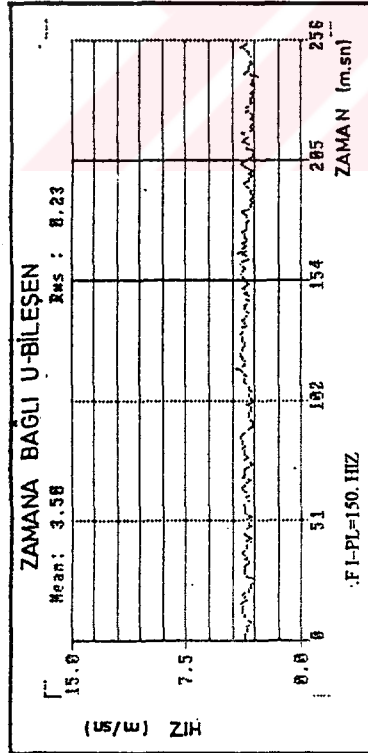
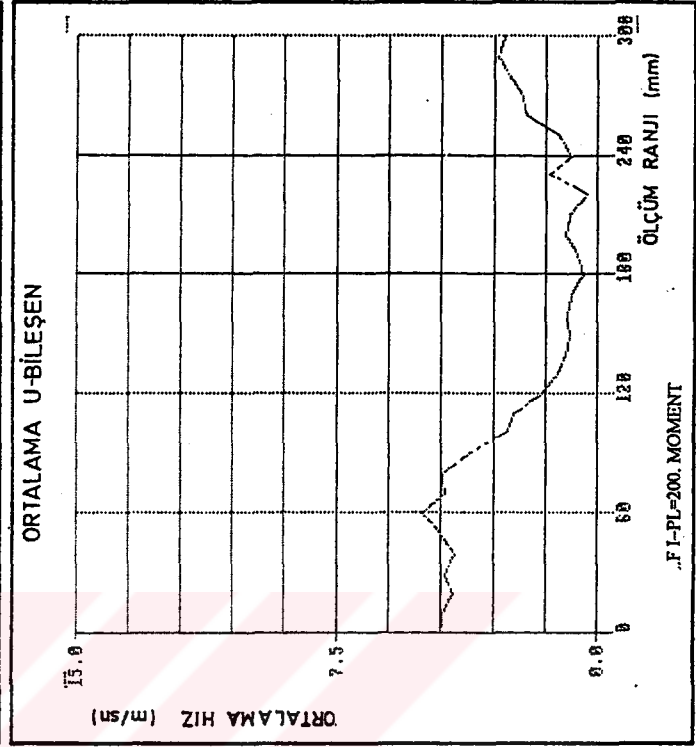
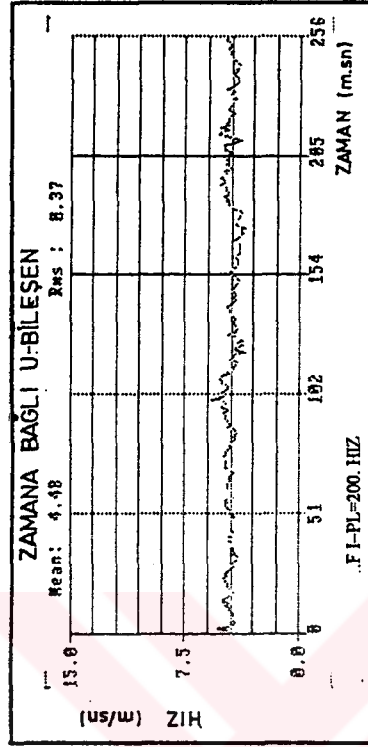
Şekil . G.1. Hız - moment grafikleri.



Şekil . G.4. Hız - moment grafikleri.

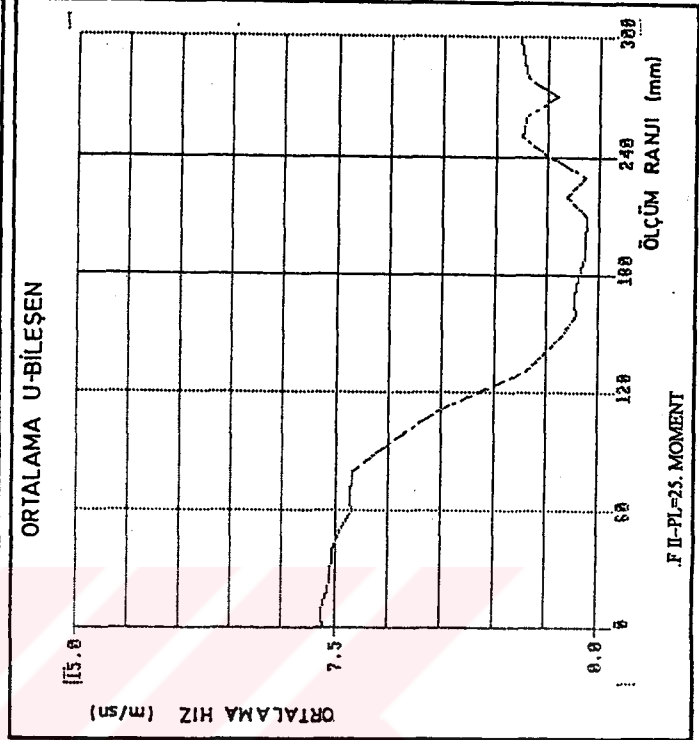
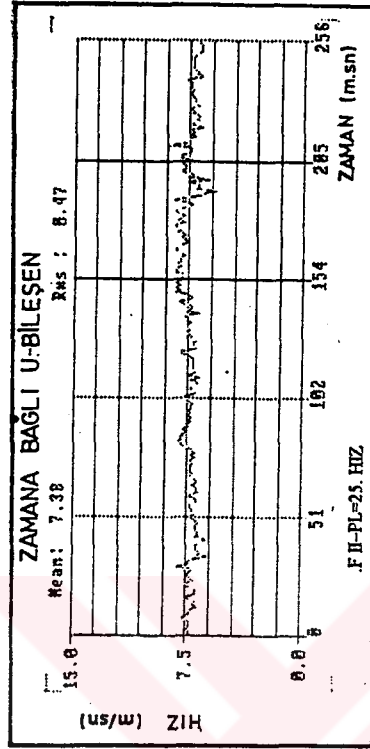


Şekil . G.3. Hız - moment grafikleri.

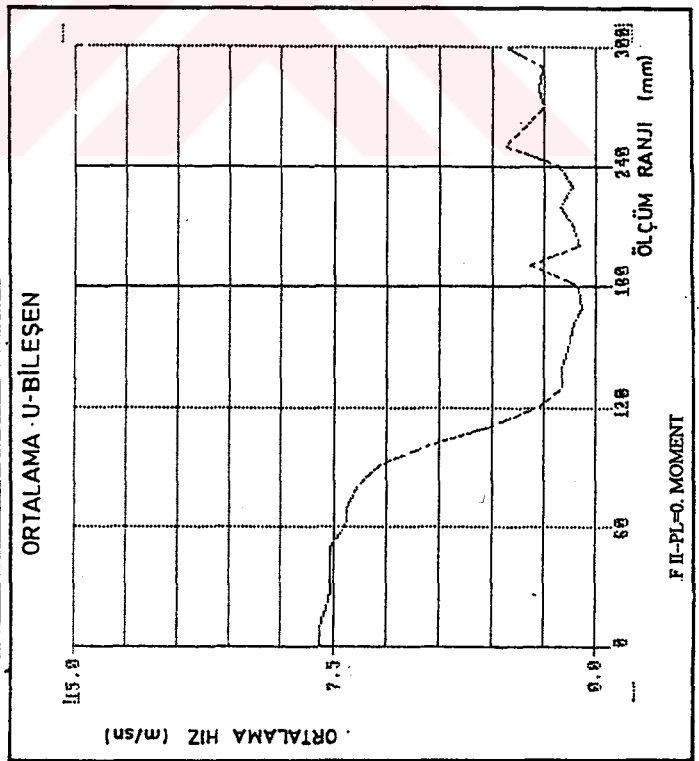
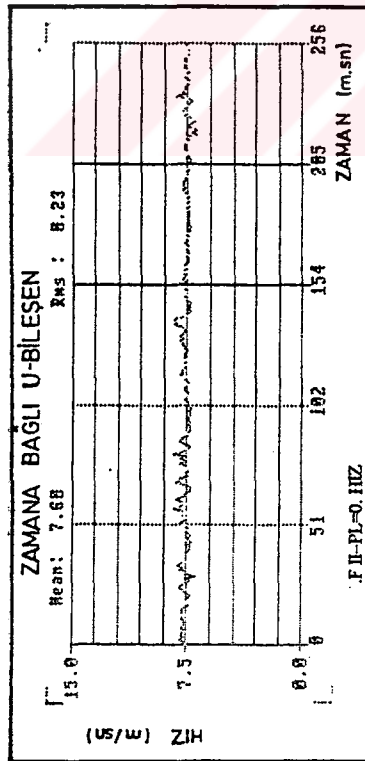


Şekil . G.6. Hız - moment grafikleri.

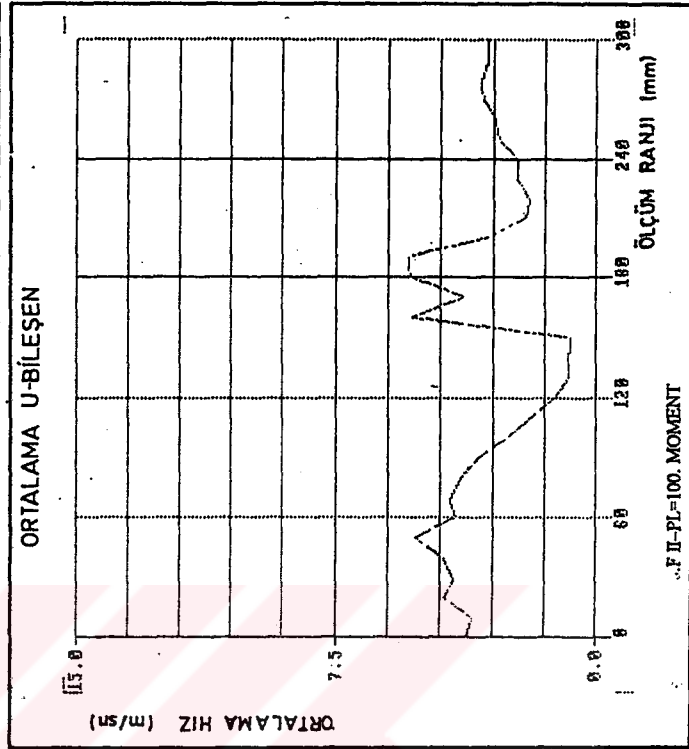
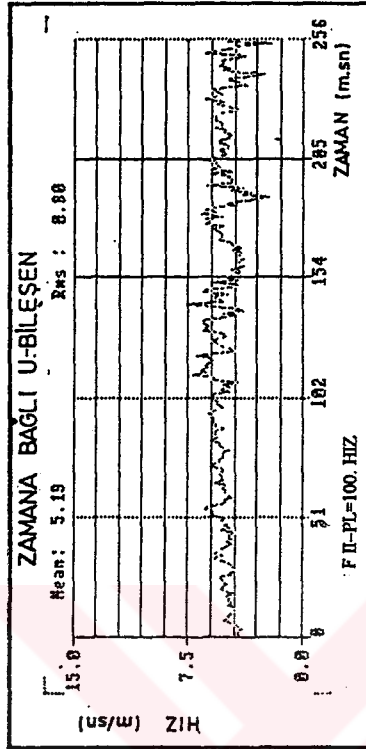
Şekil . G.5. Hız - moment grafikleri.



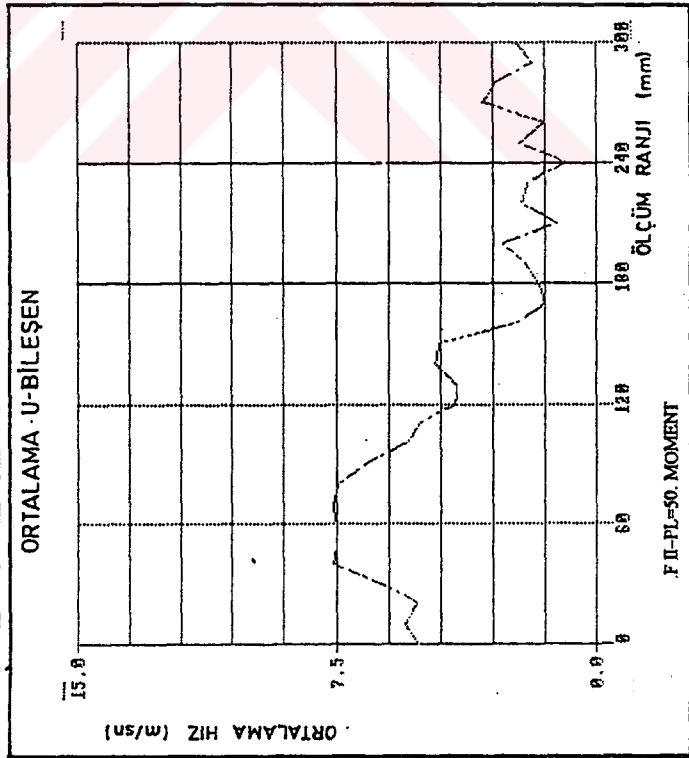
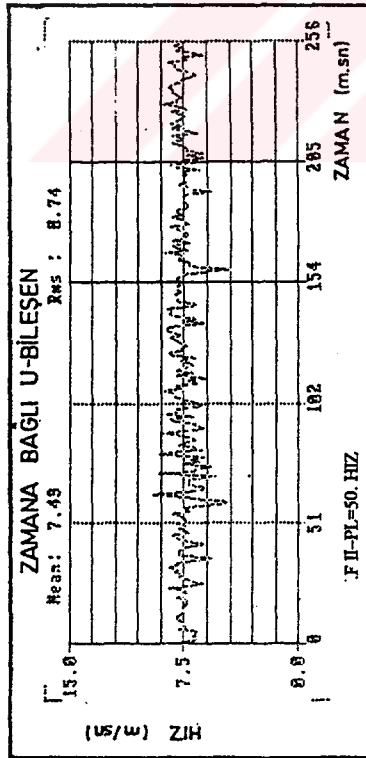
Şekil . G.8. Hız - moment grafikleri.



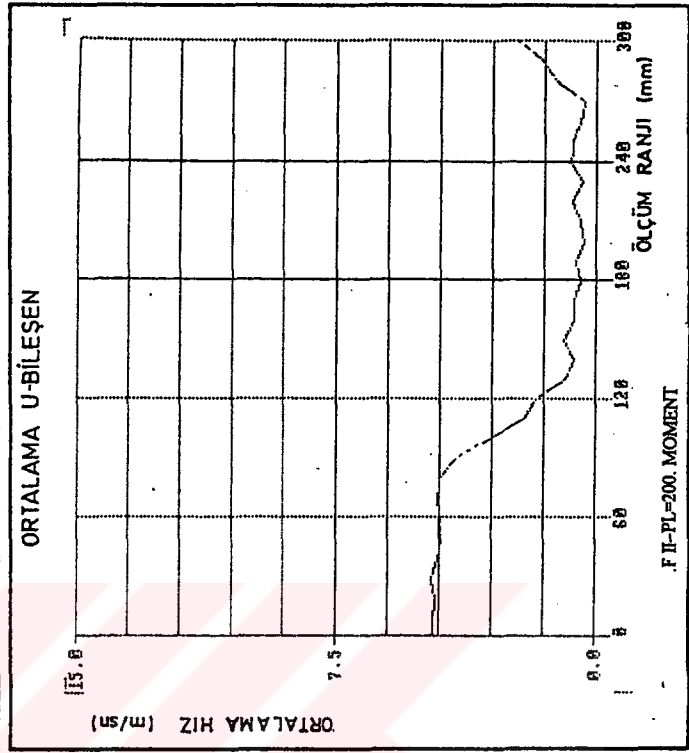
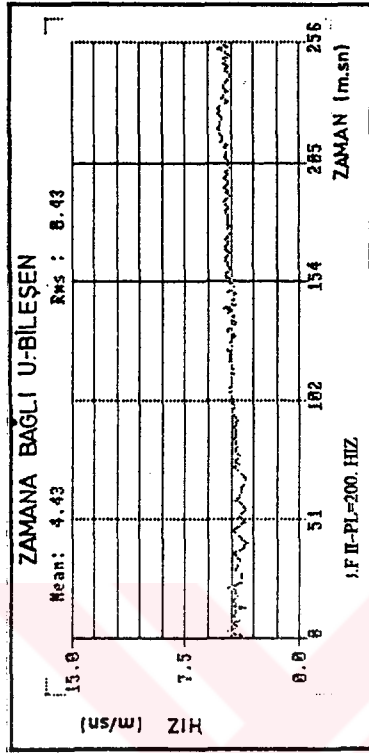
Şekil . G.7. Hız - moment grafikleri.



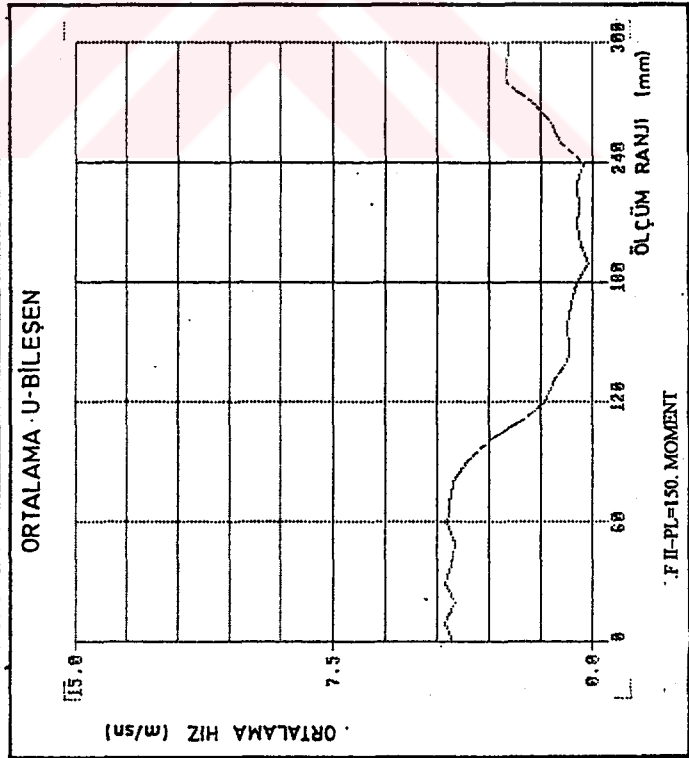
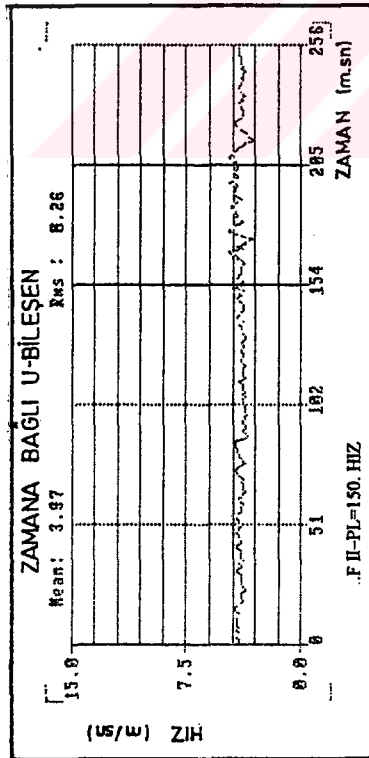
Şekil . G.10. Hız - moment grafikleri.



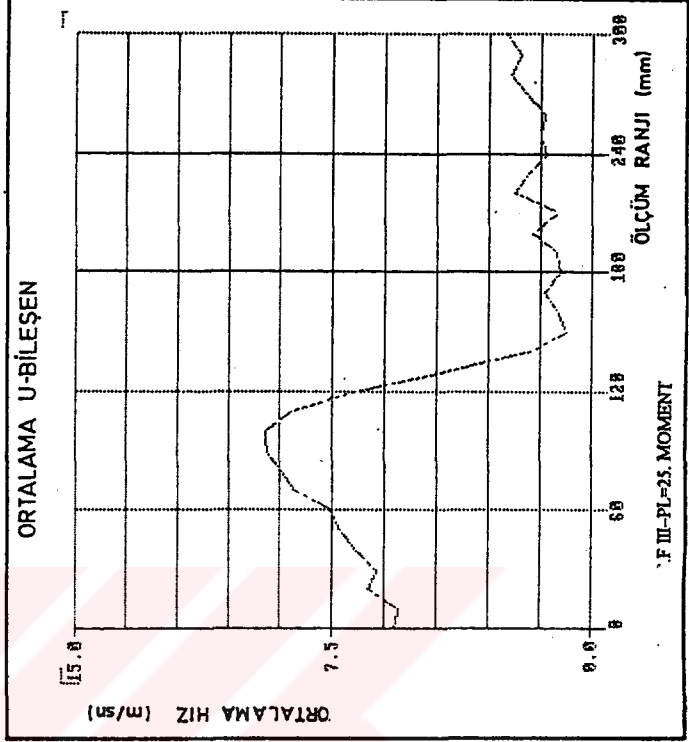
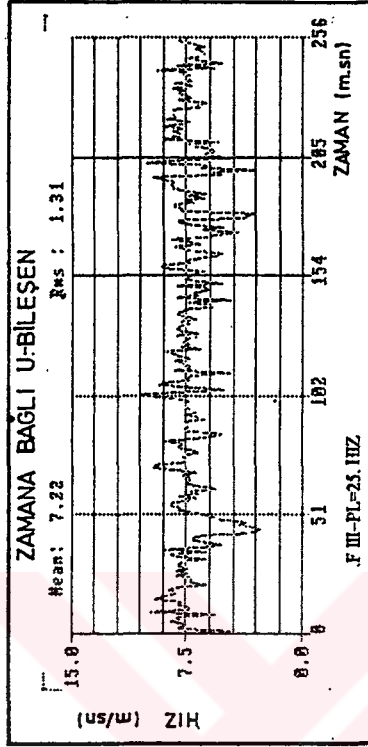
Şekil . G.9. Hız - moment grafikleri.



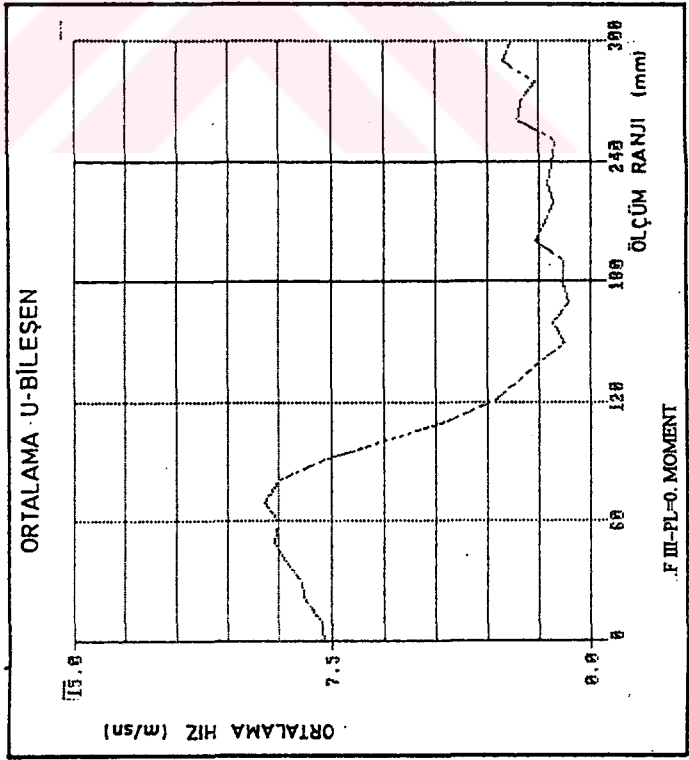
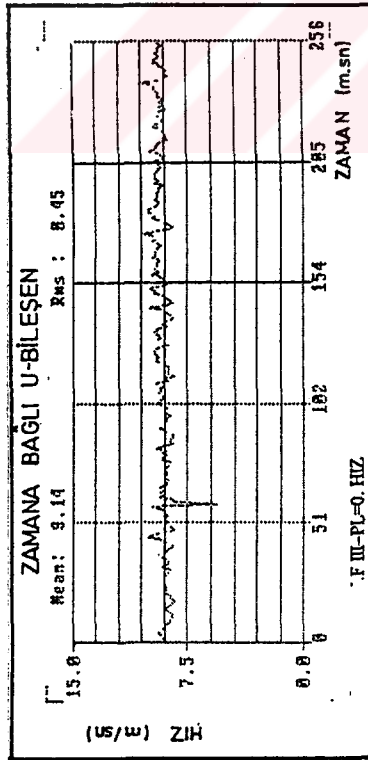
Şekil . G.12. Hız - moment grafikleri.



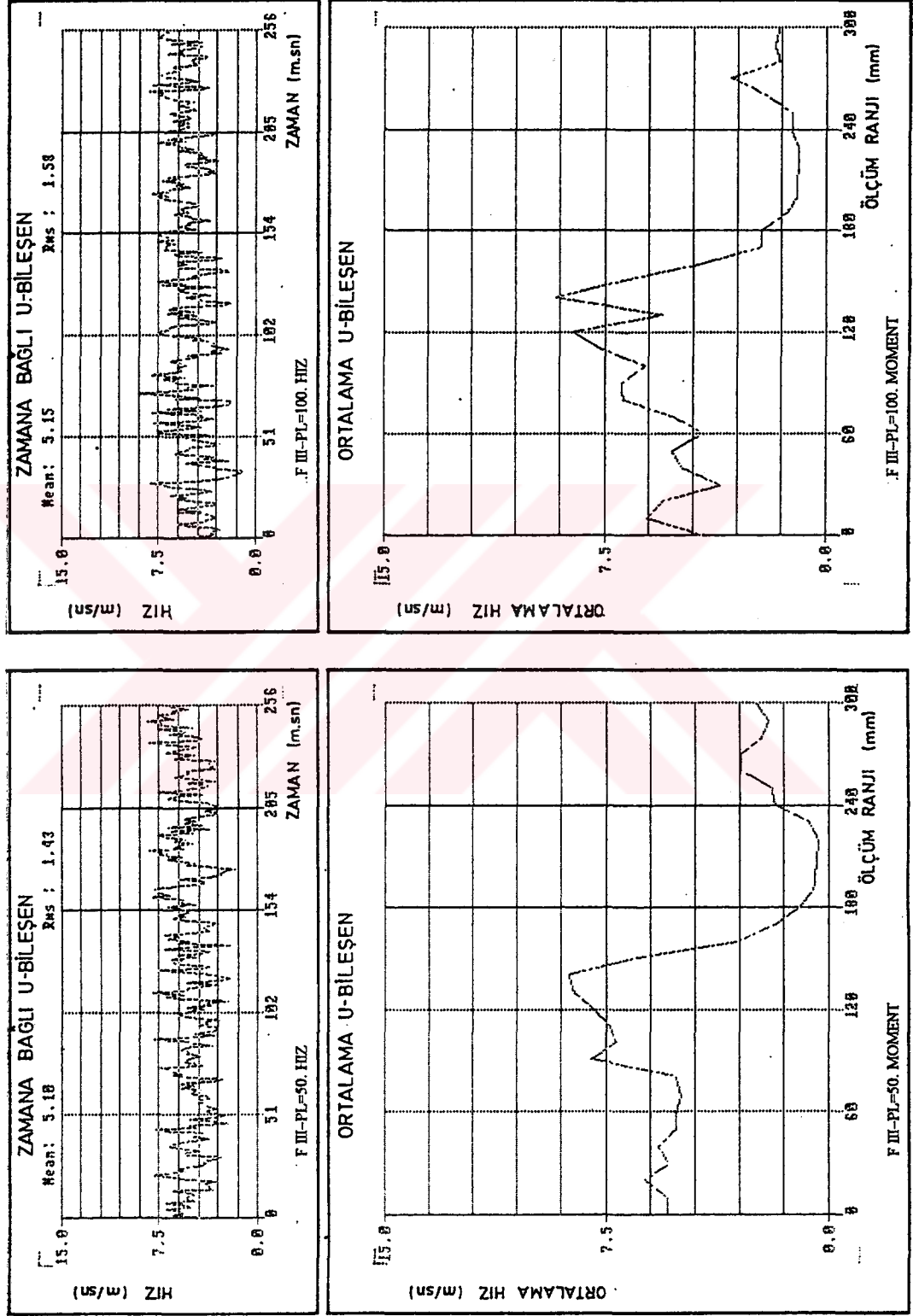
Şekil . G.11. Hız - moment grafikleri.



Şekil . G.14. Hız - moment grafikleri.

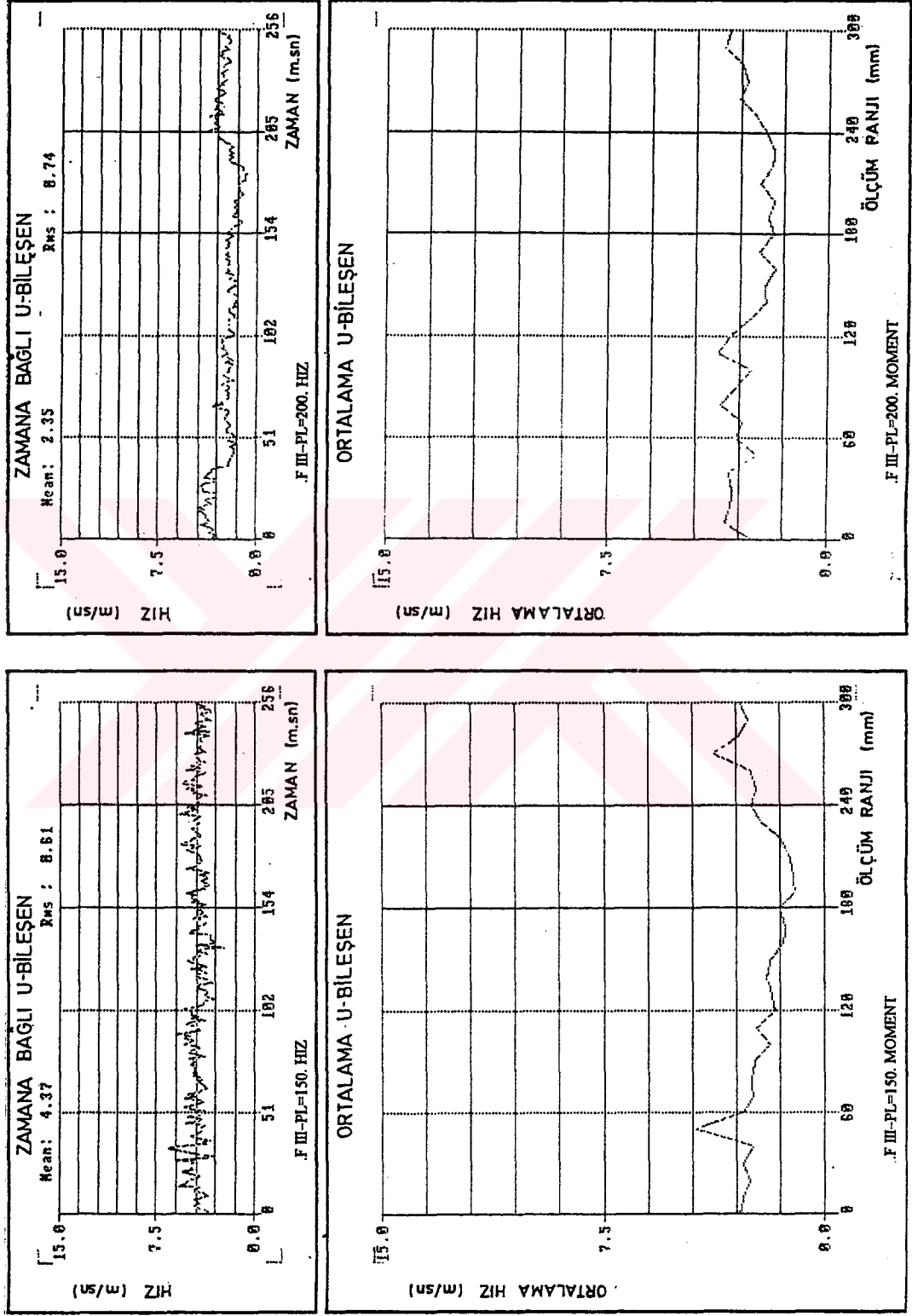


Şekil . G.13.Hız - moment grafikleri.



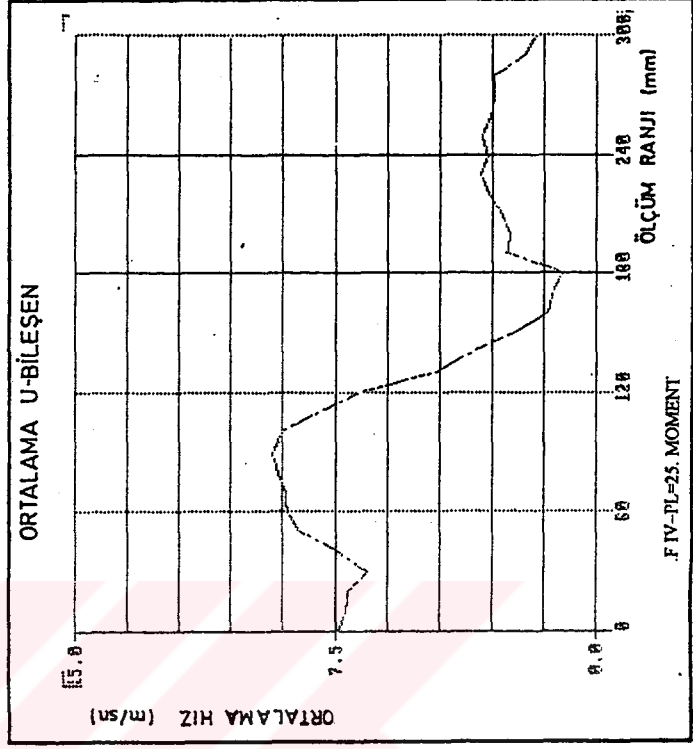
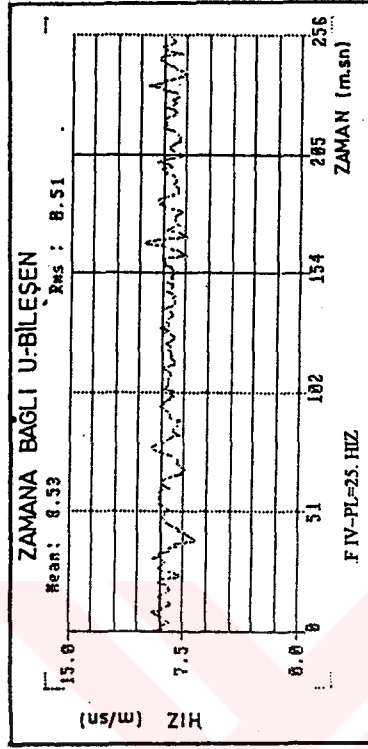
Şekil . G.15 Hız - moment grafikleri.

Şekil . G.16. Hız - moment grafikleri.

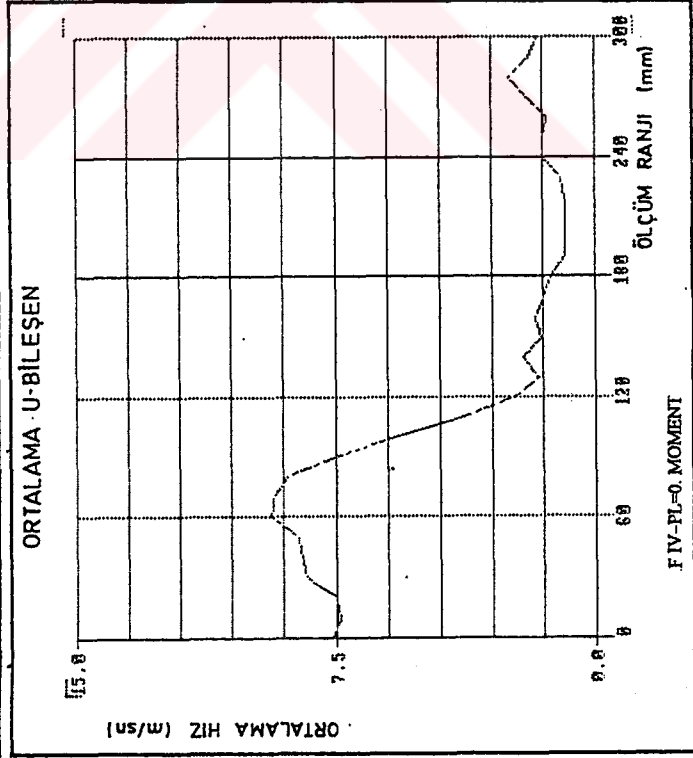
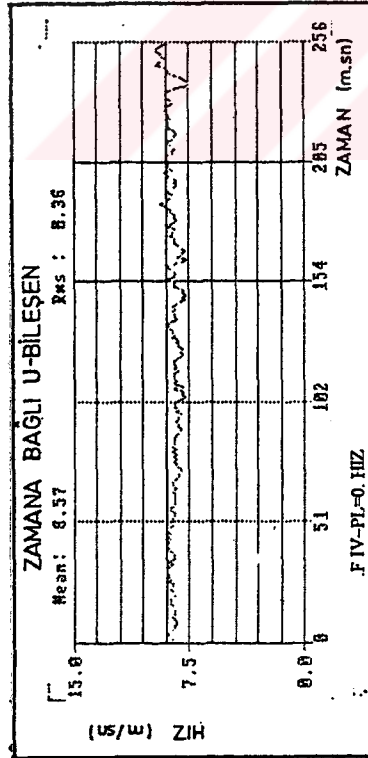


Şekil . G.17. Hız - moment grafikleri.

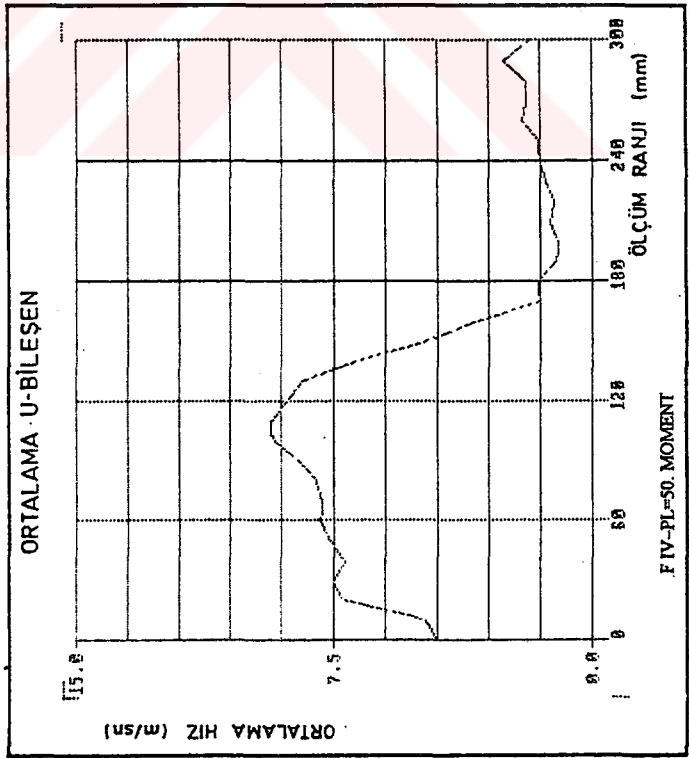
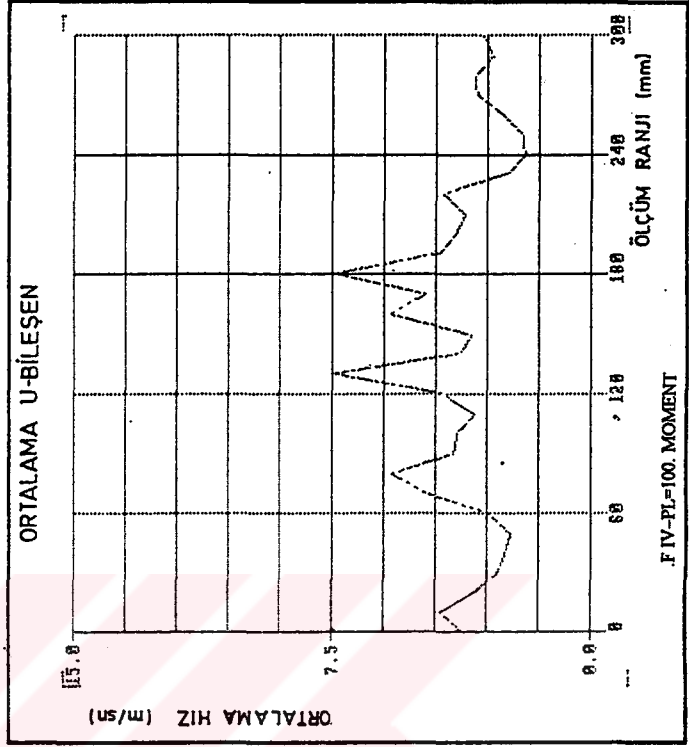
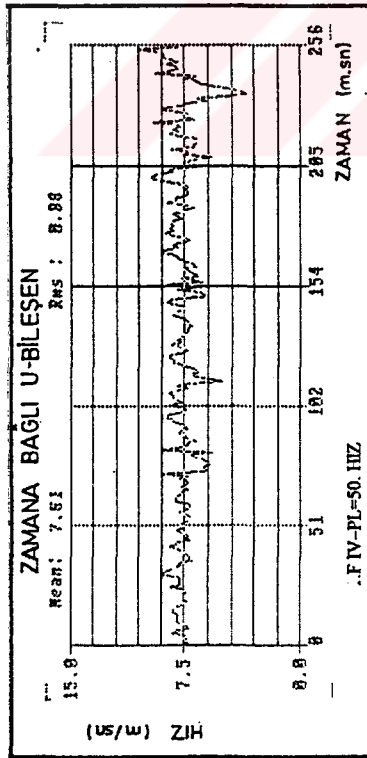
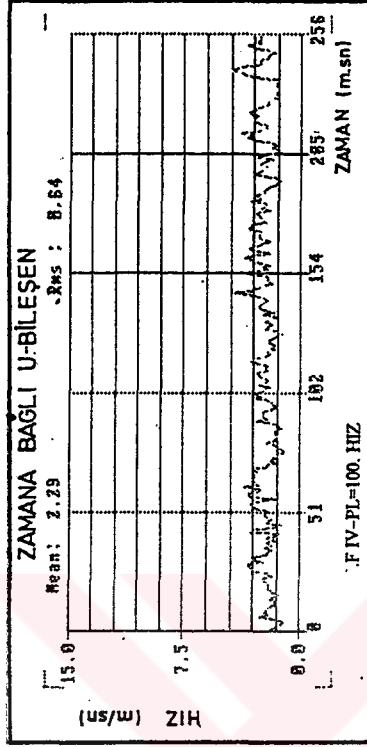
Şekil . G.18. Hız - moment grafikleri.



Şekil . G.20. Hız - moment grafikleri.

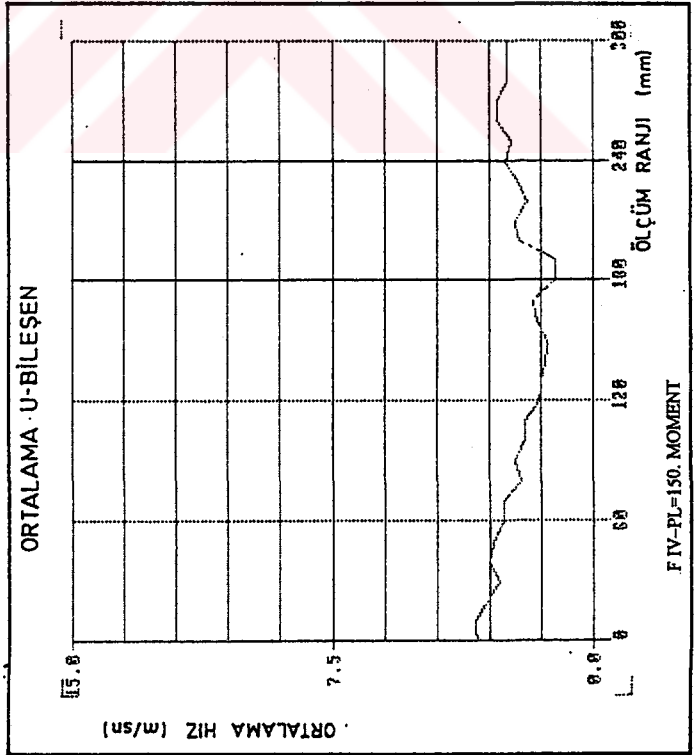
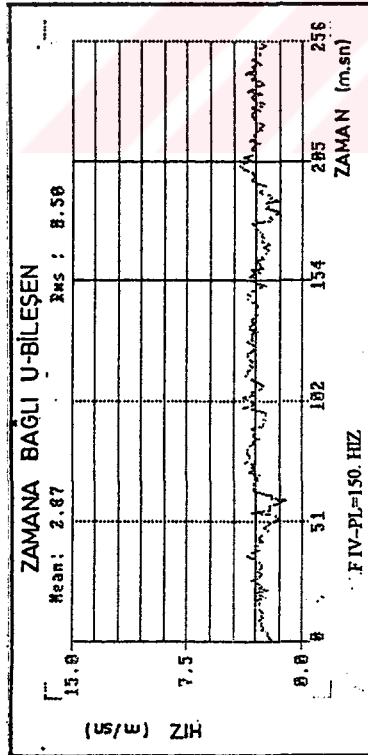
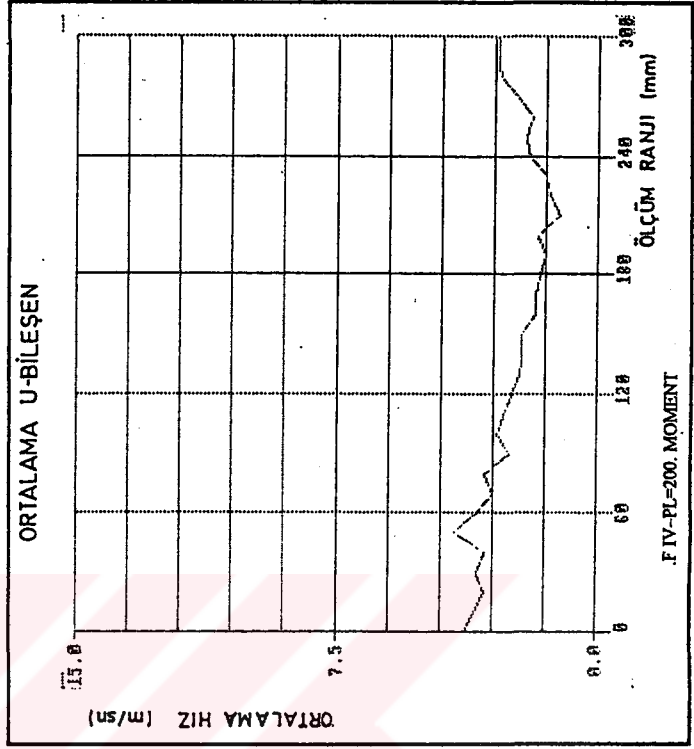
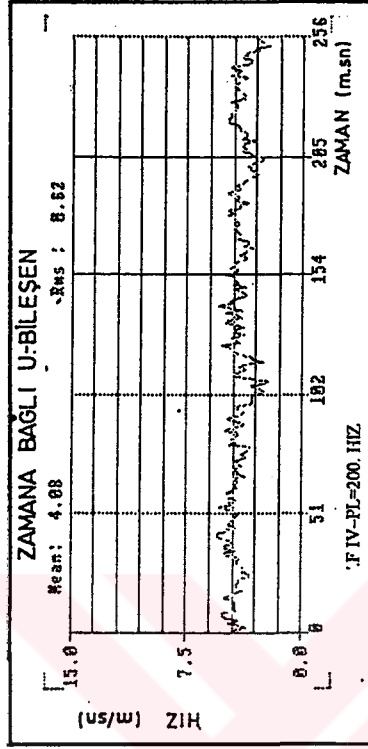


Şekil . G.19. Hız - moment grafikleri.



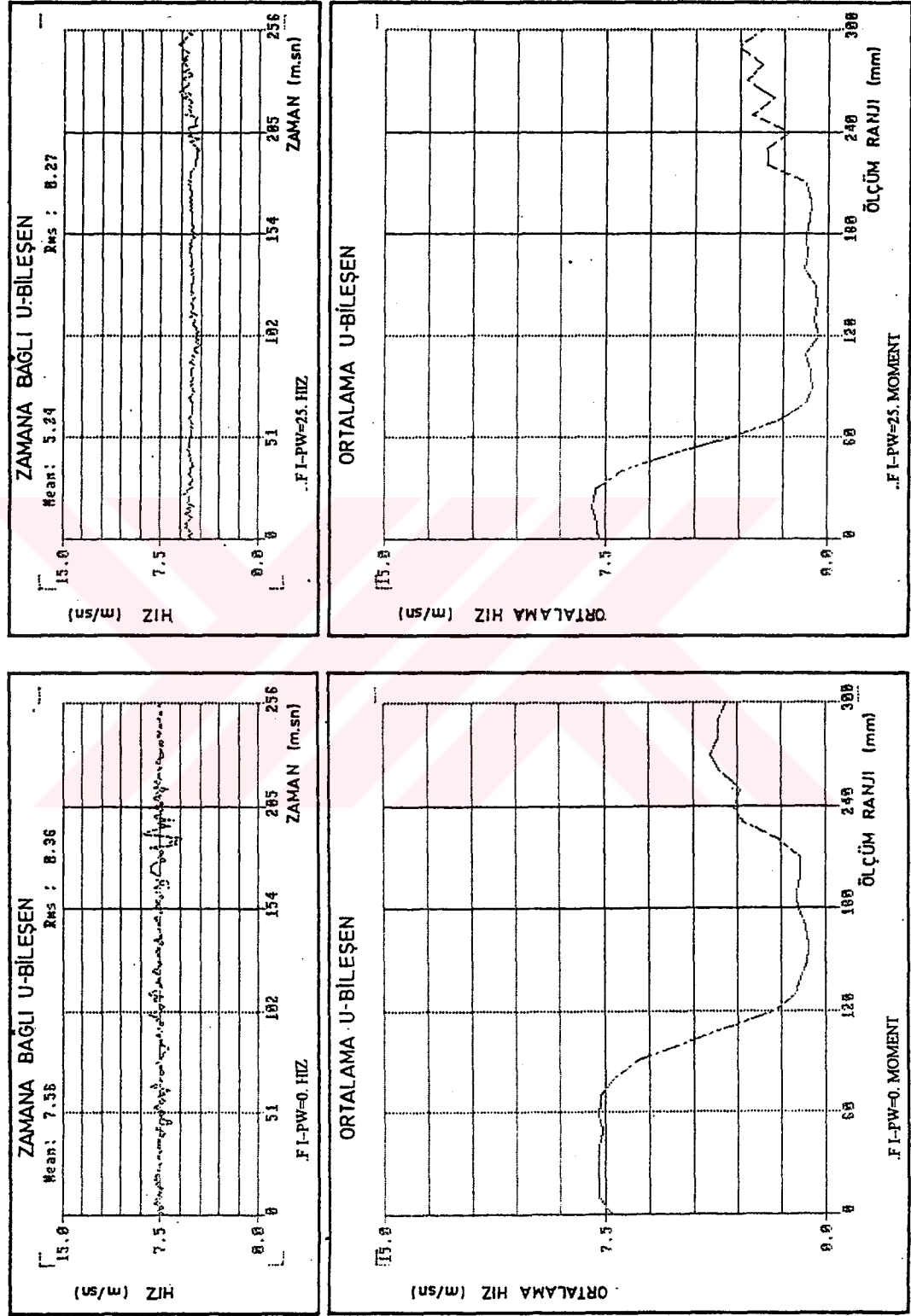
Şekil . G.21. Hız - moment grafikleri.

Şekil . G.22. Hız - moment grafikleri.



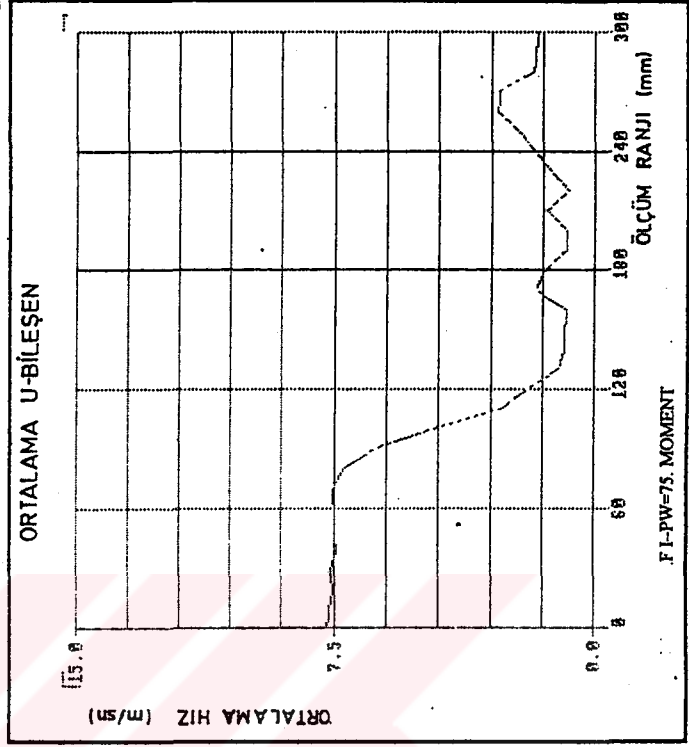
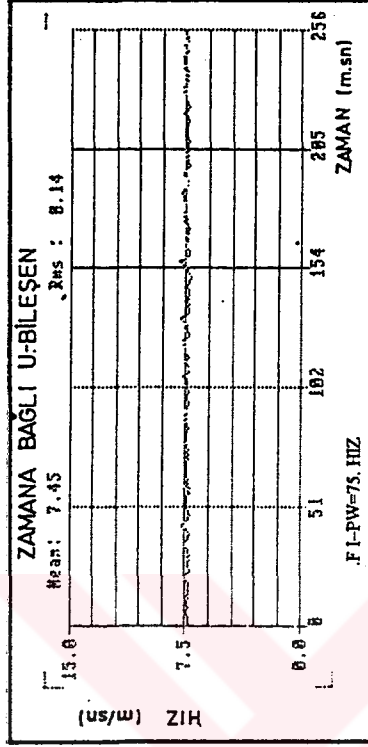
Şekil . G.24. Hız - moment grafikleri.

Şekil . G.23. Hız - moment grafikleri.

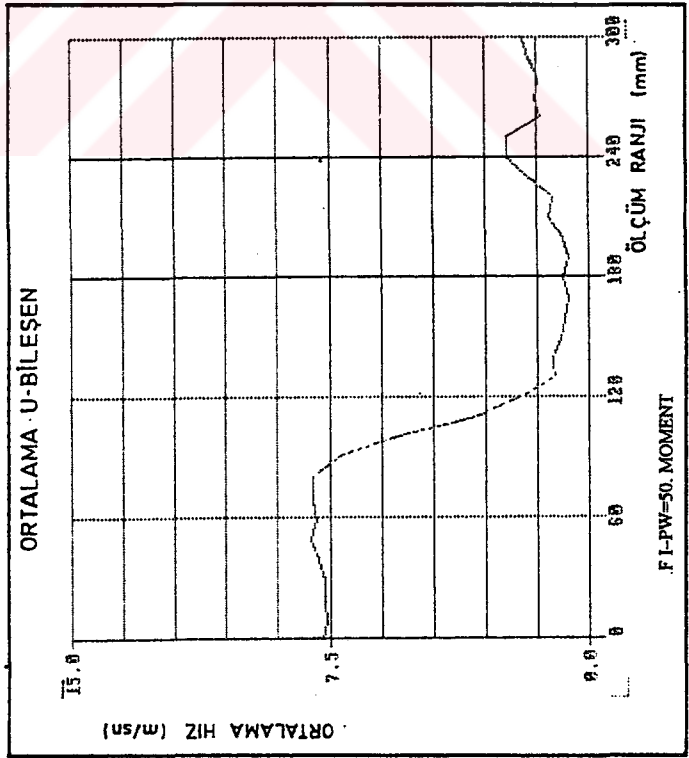
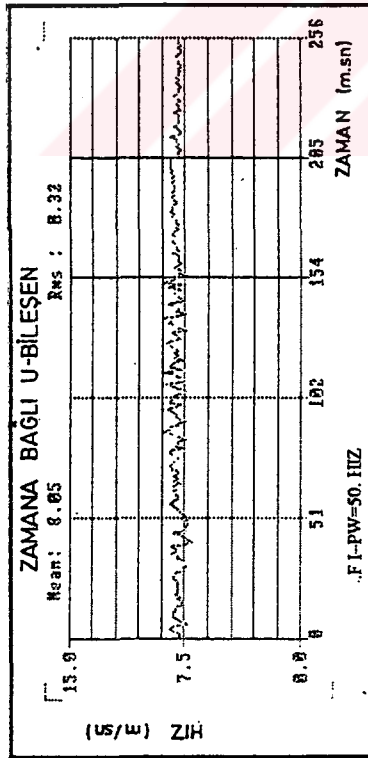


Şekil . G.25. Hız - moment grafikleri.

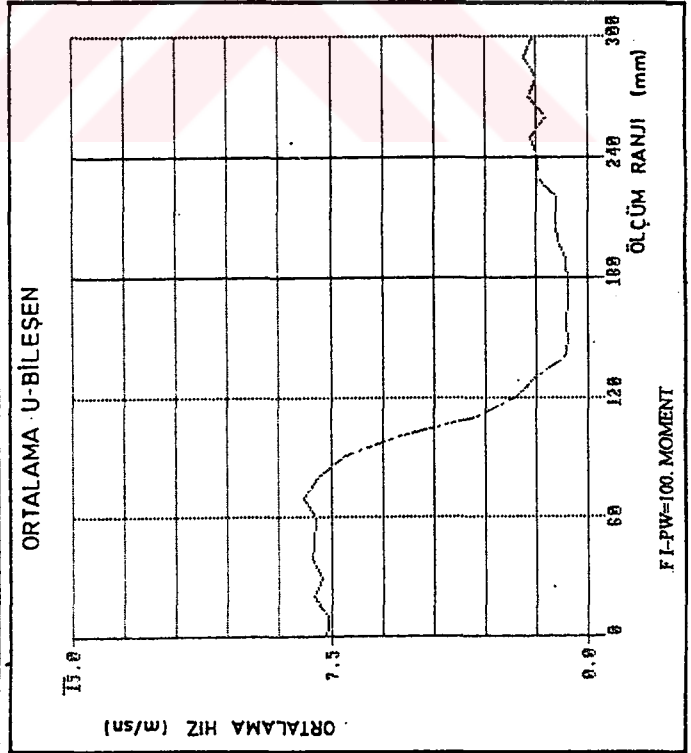
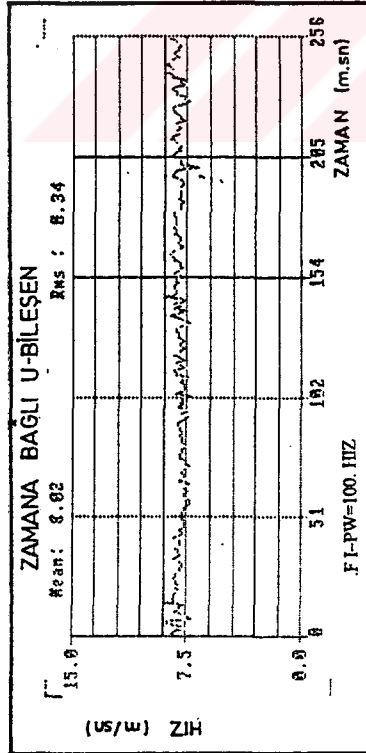
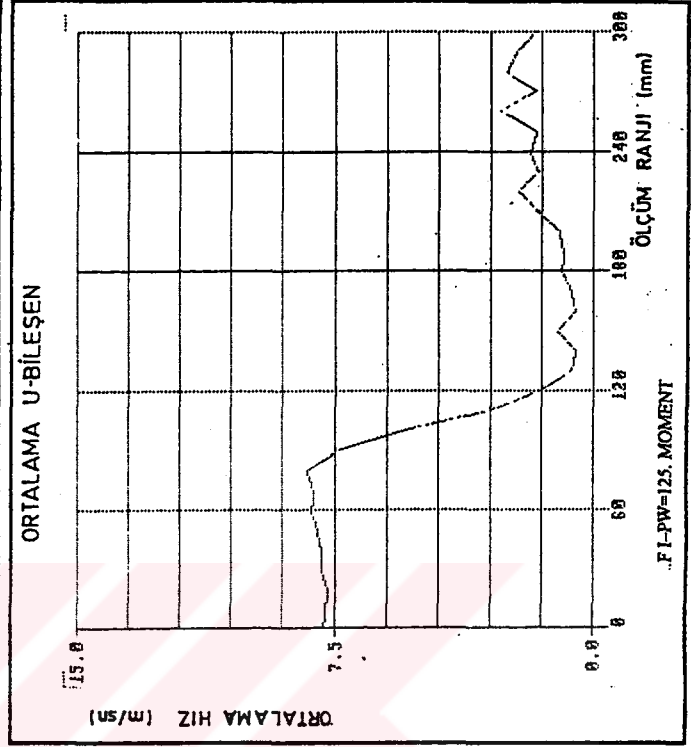
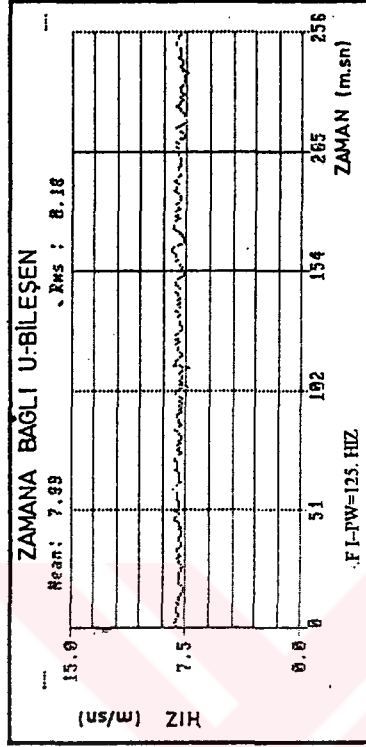
Şekil . G.26. Hız - moment grafikleri.



Şekil . G.28. Hız - moment grafikleri.

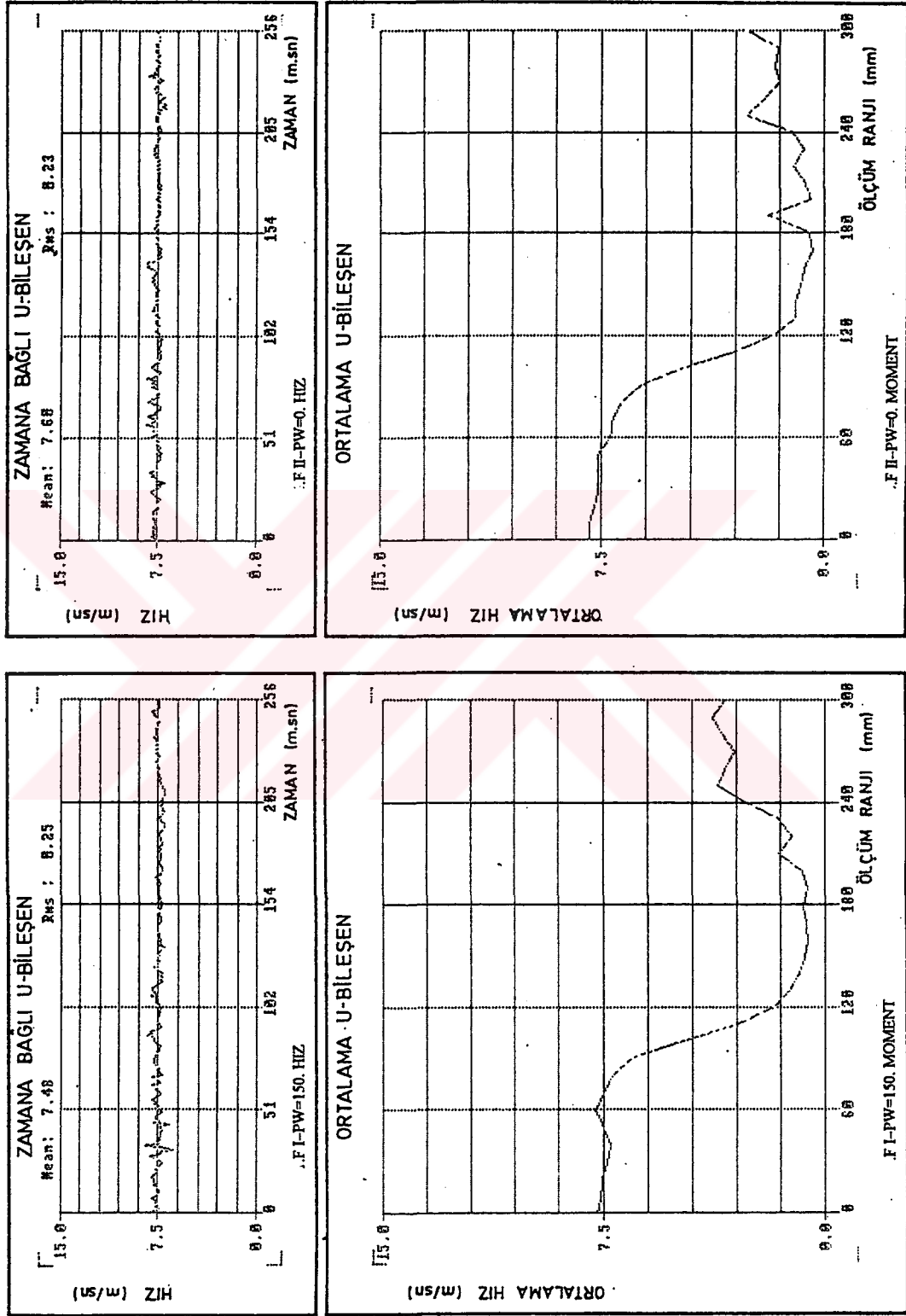


Şekil . G.27. Hız - moment grafikleri.



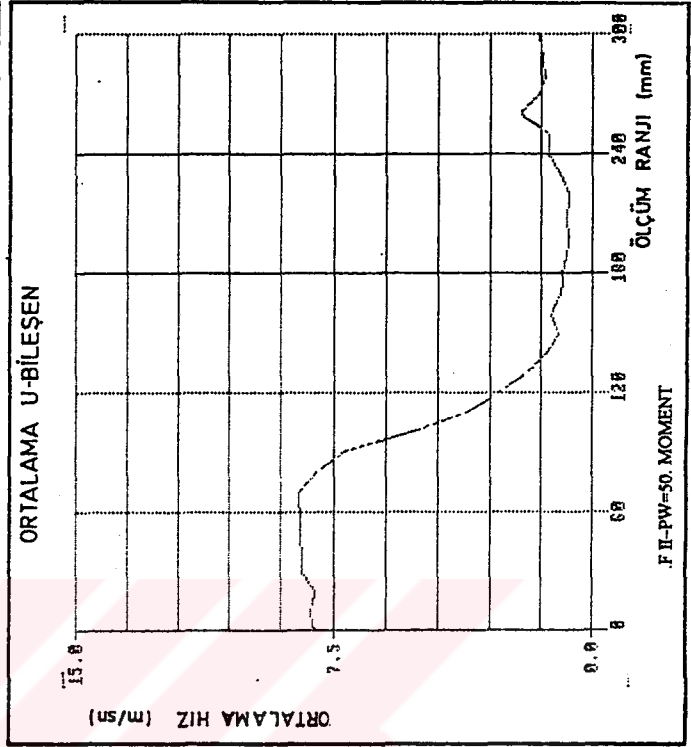
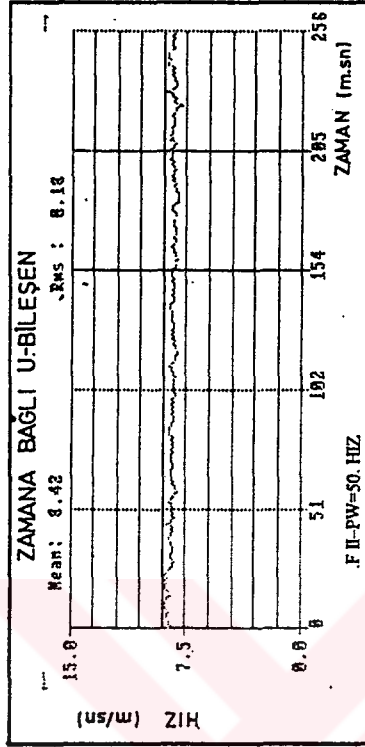
Şekil . G.29 Hız - moment grafikleri.

Şekil . G.30. Hız - moment grafikleri.

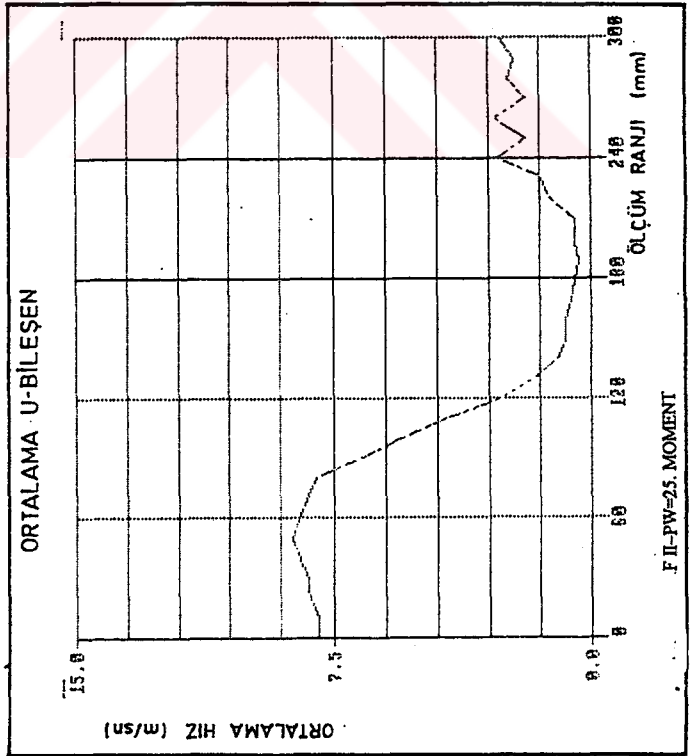
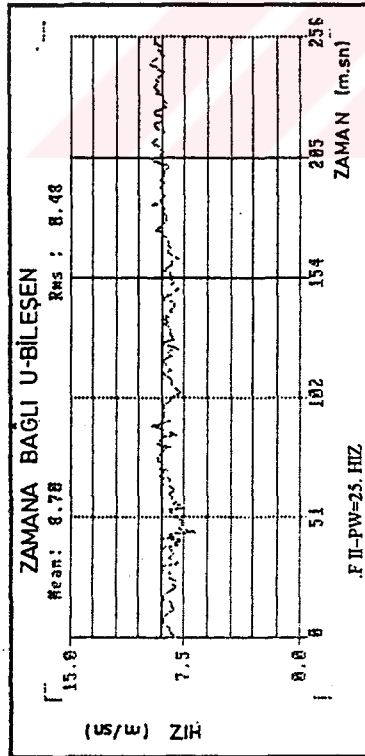


Şekil . G.31. Hız - moment grafikleri.

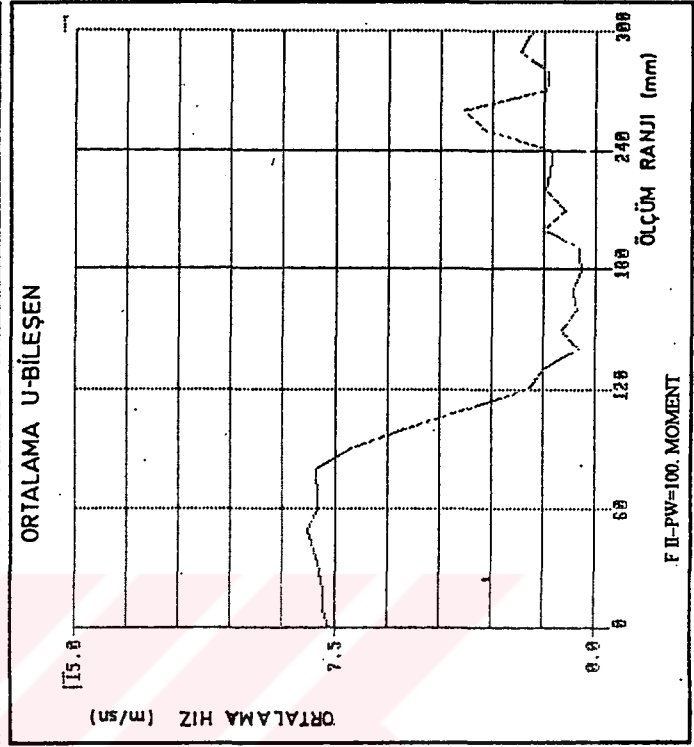
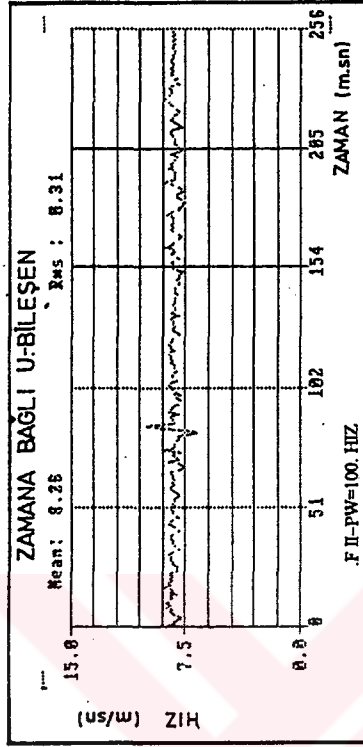
Şekil . G.32. Hız - moment grafikleri.



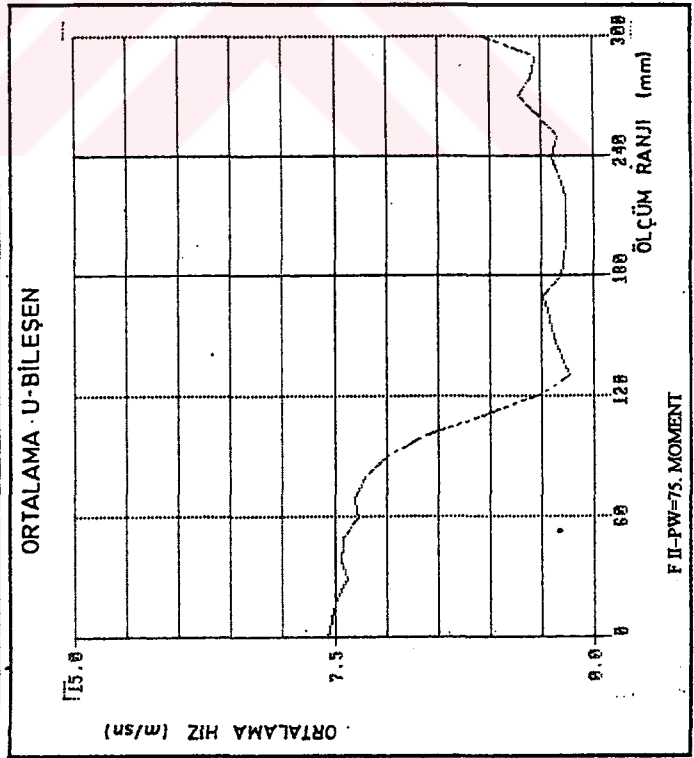
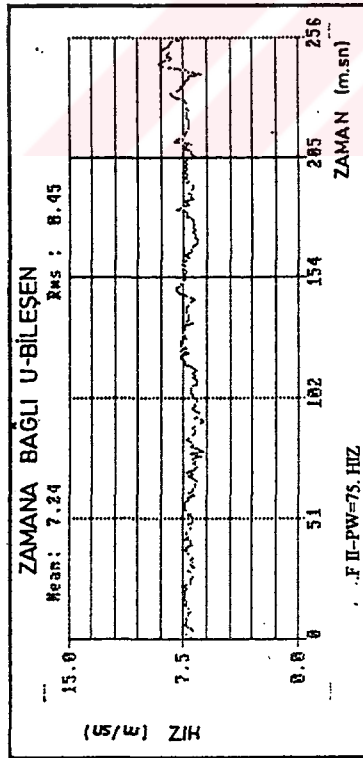
Şekil . G.34. Hız - moment grafikleri.



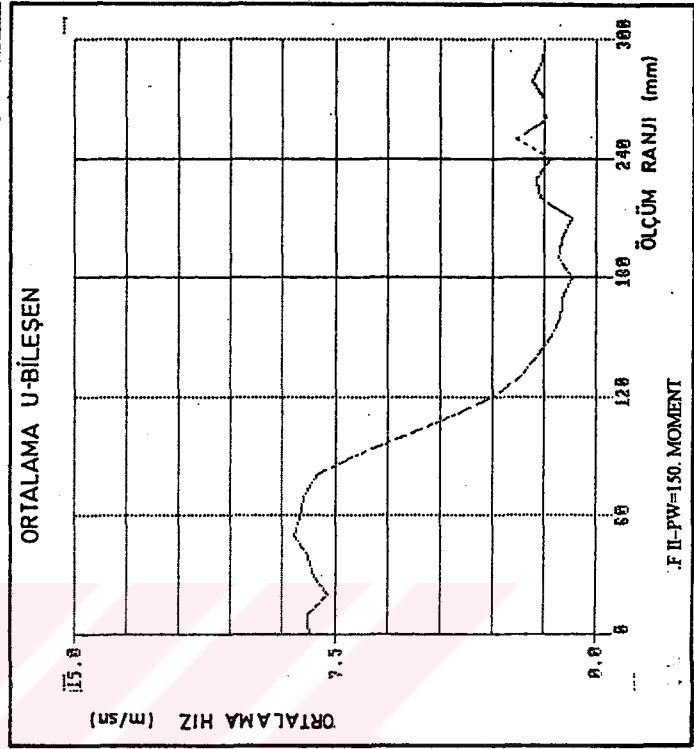
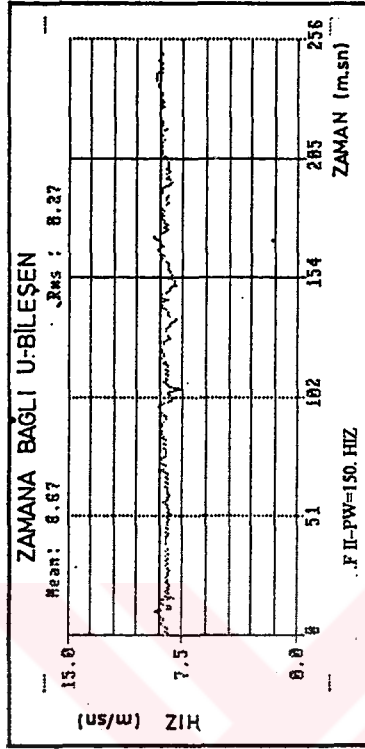
Şekil . G.33. Hız - moment grafikleri.



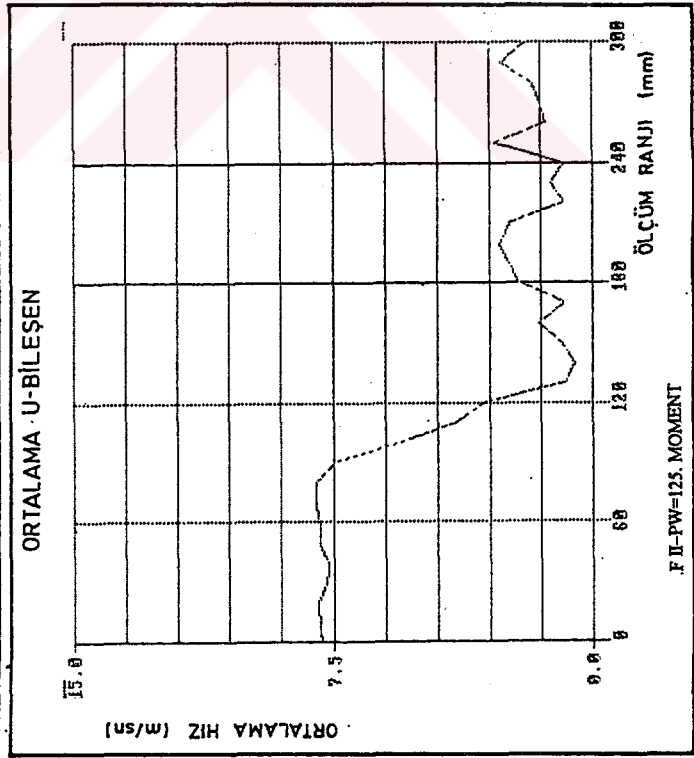
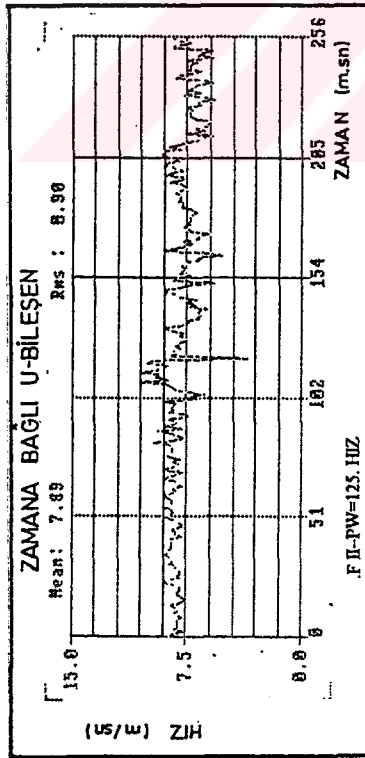
Şekil . G.36. Hız - moment grafikleri.



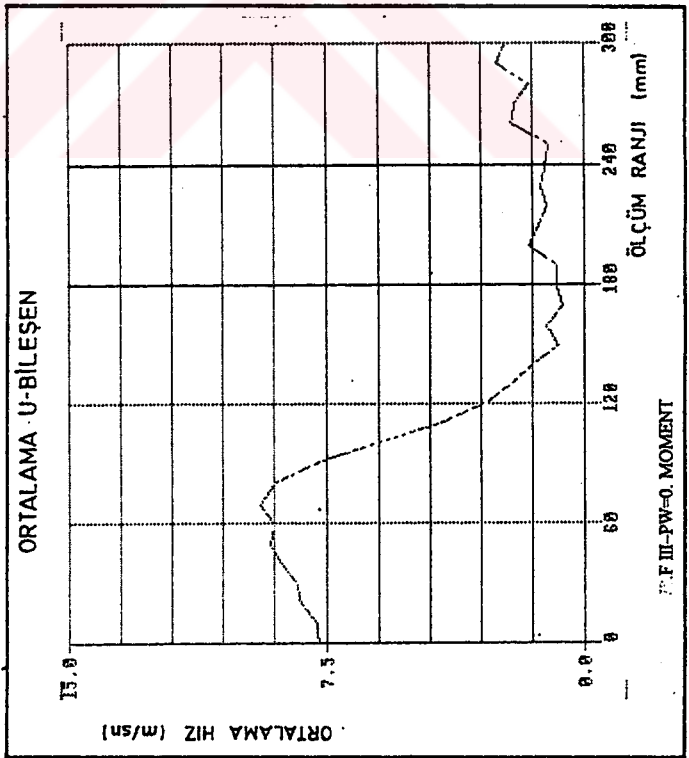
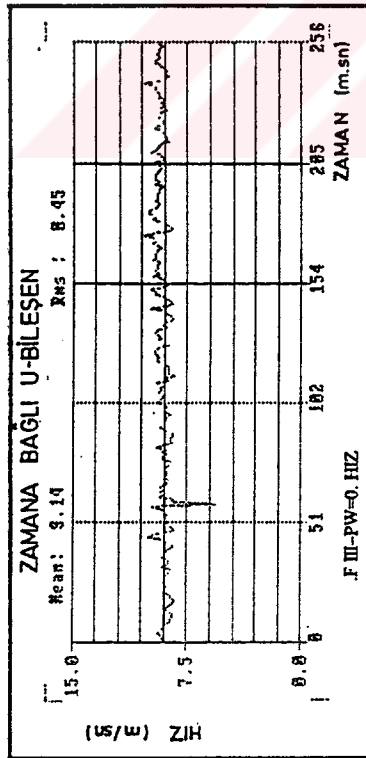
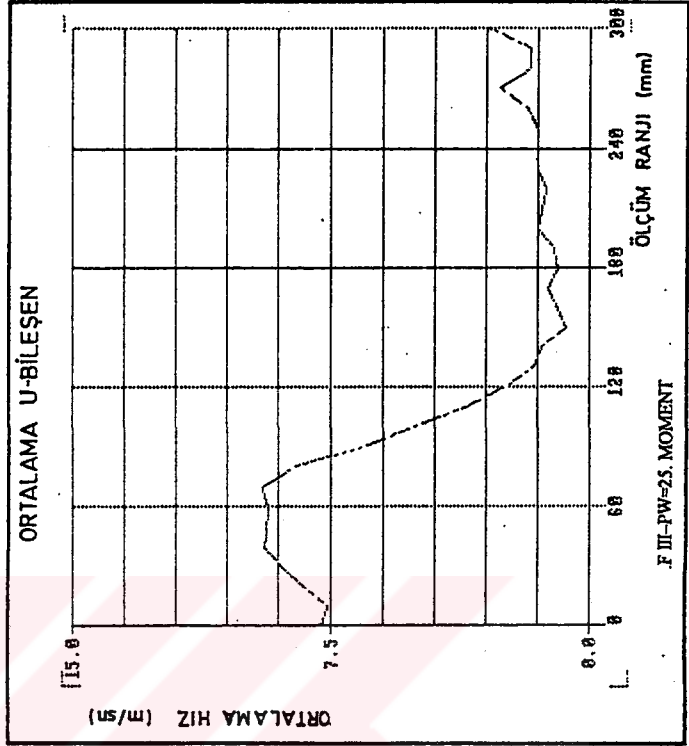
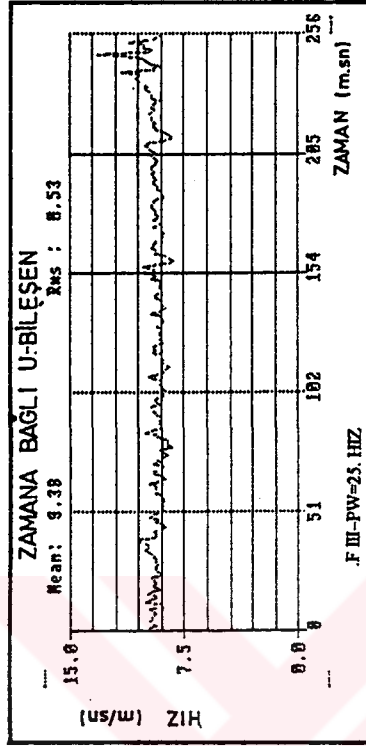
Şekil . G.35 Hız - moment grafikleri.



Şekil . G.38. Hız - moment grafikleri.

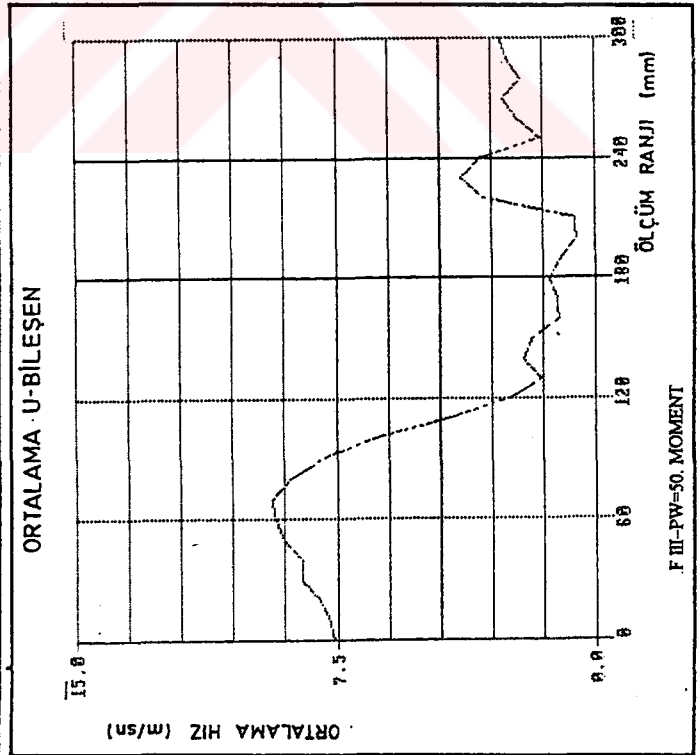
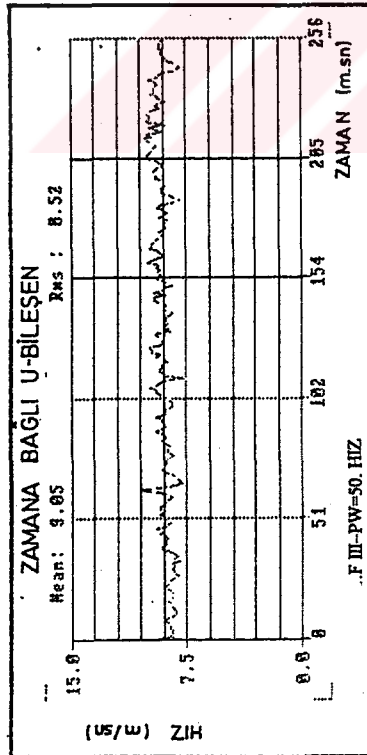
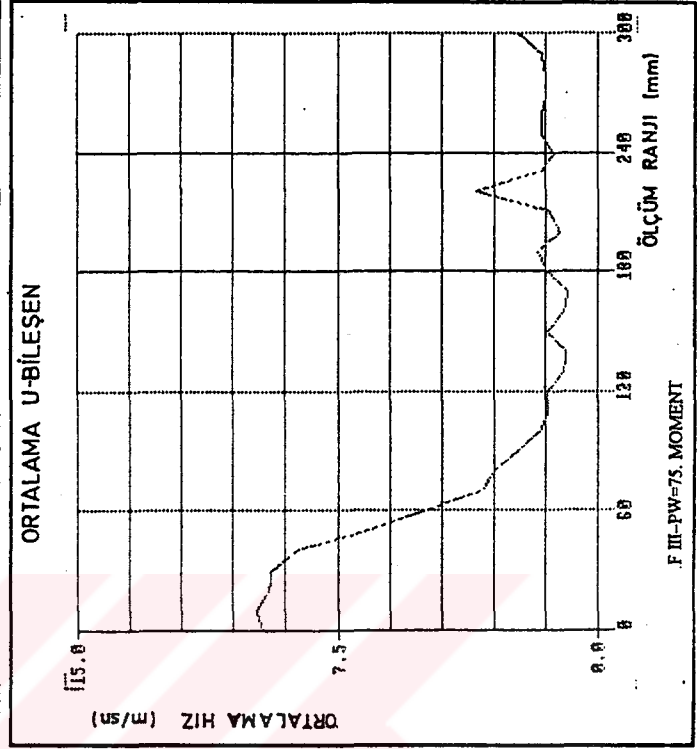
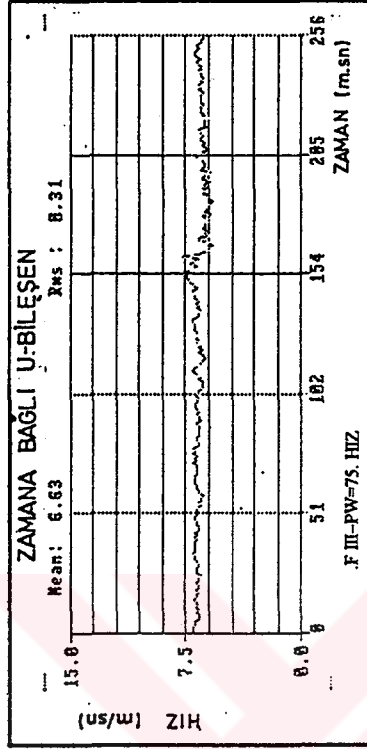


Şekil . G.37. Hız - moment grafikleri.



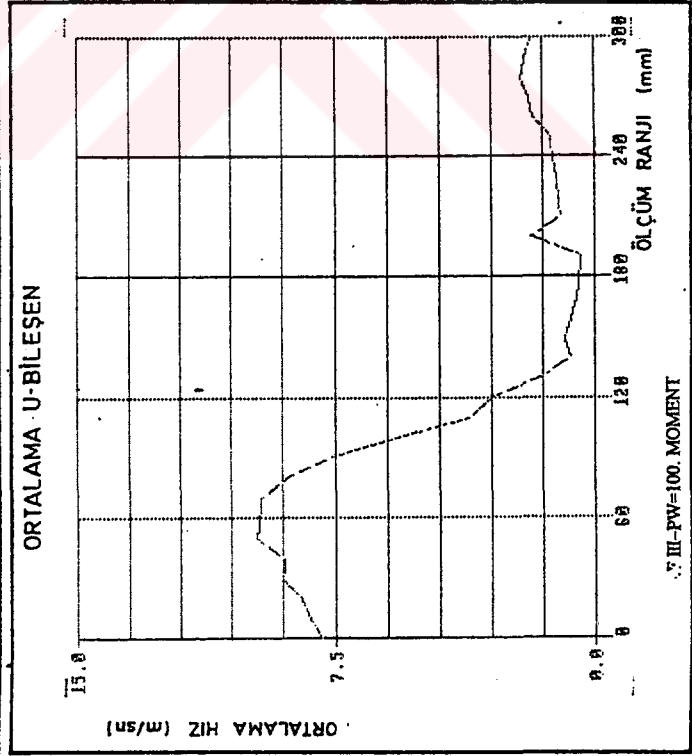
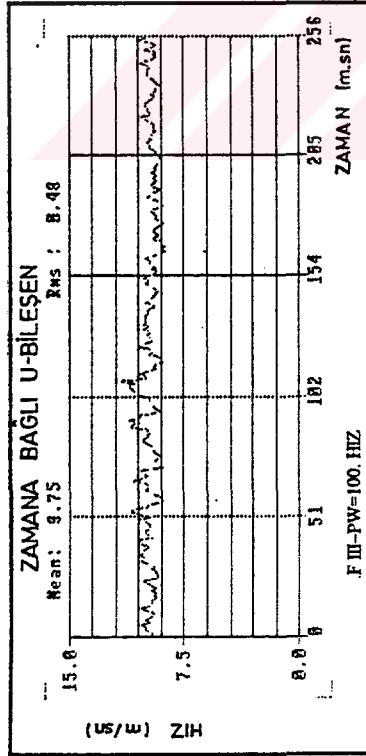
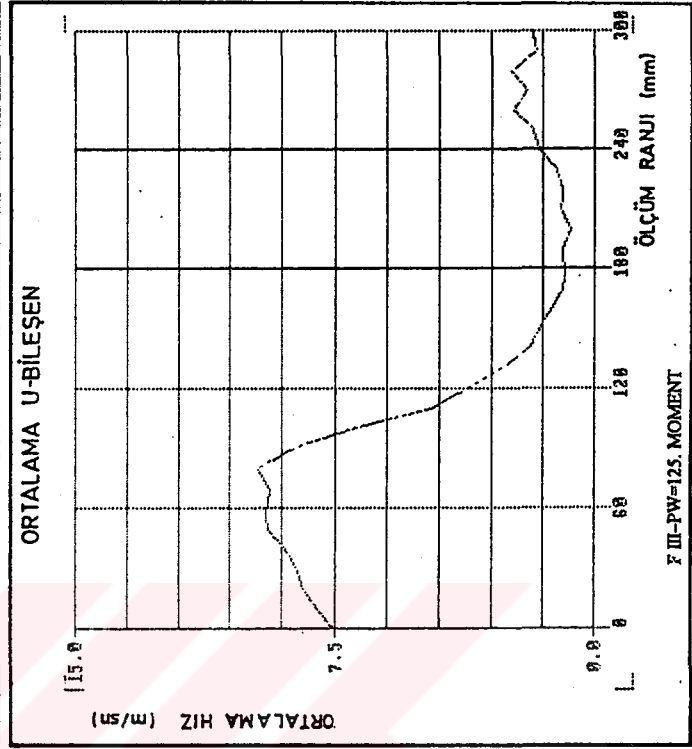
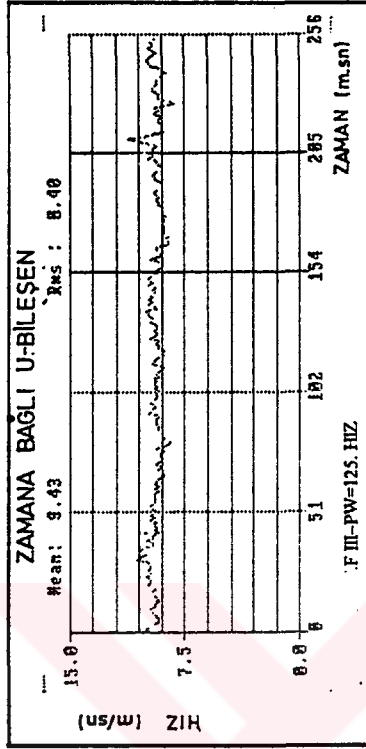
Şekil . G.40. Hız - moment grafikleri.

Şekil . G.39. Hız - moment grafikleri.



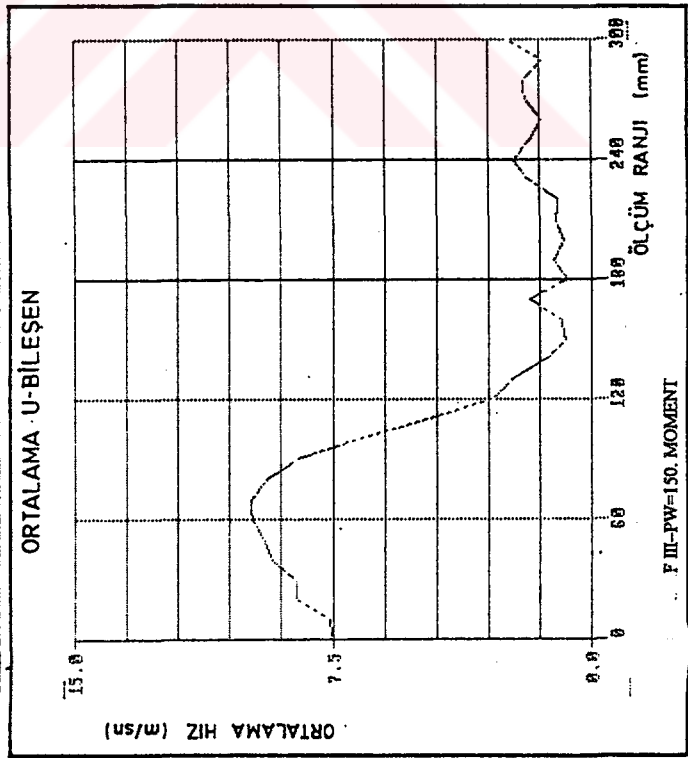
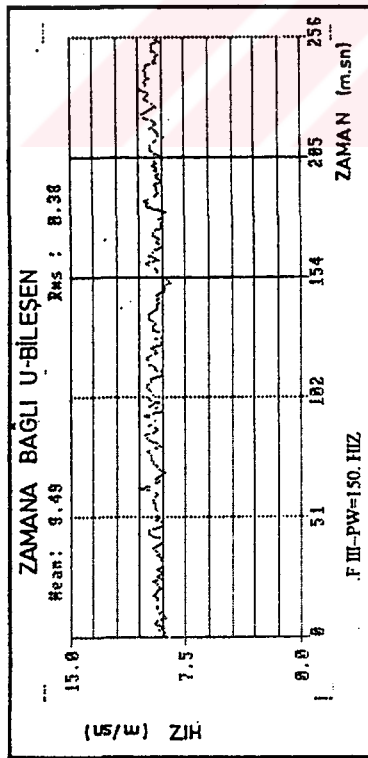
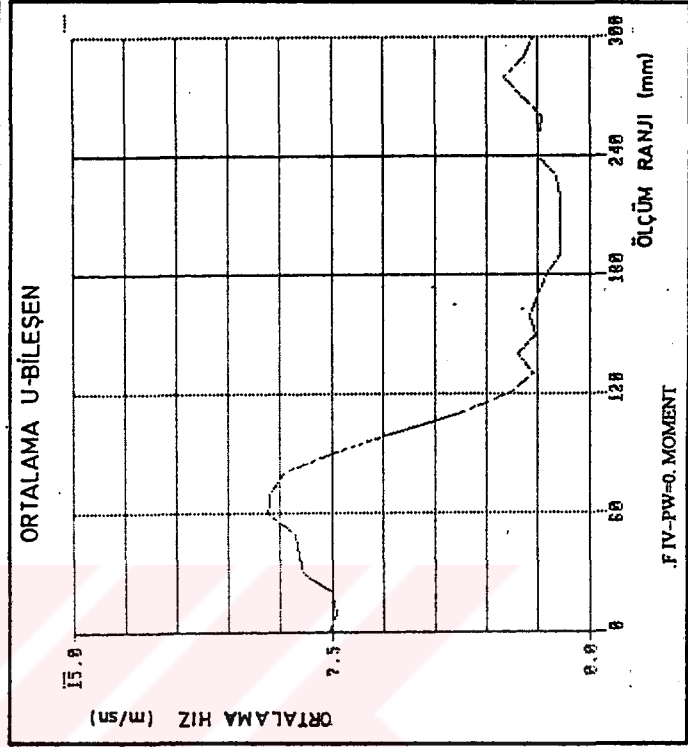
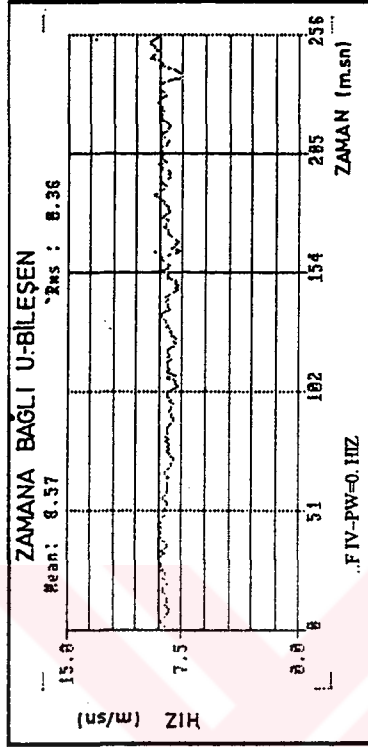
Şekil . G.41. Hız - moment grafikleri.

Şekil . G.42. Hız - moment grafikleri.



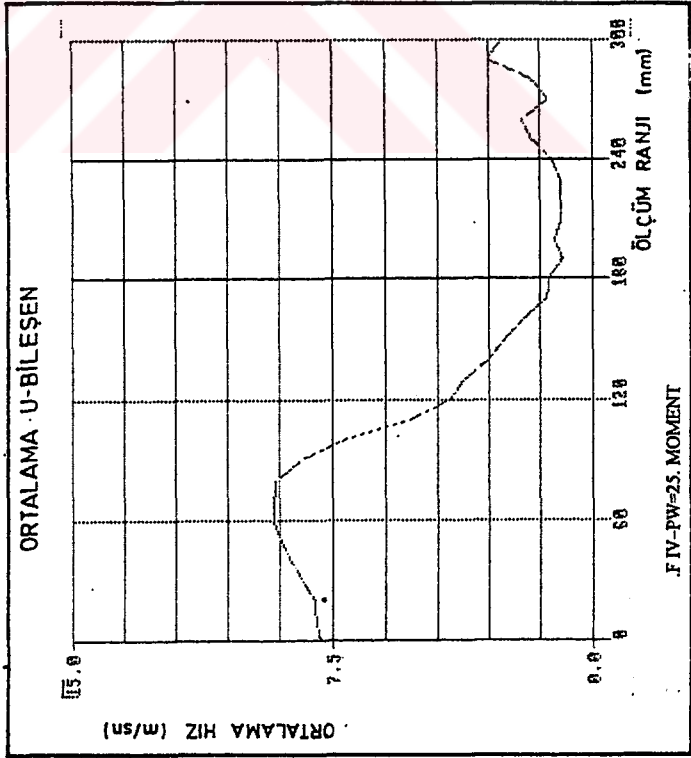
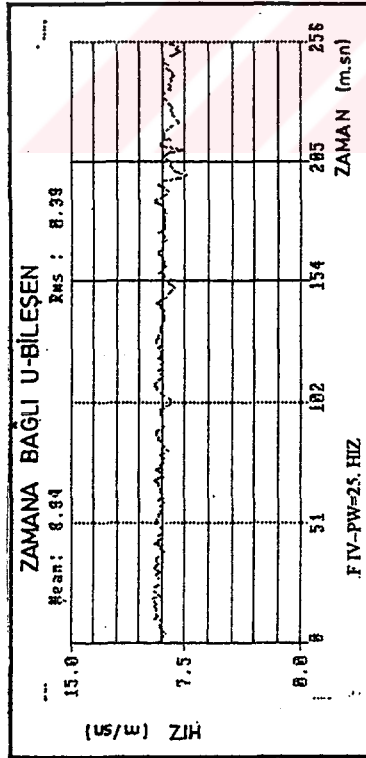
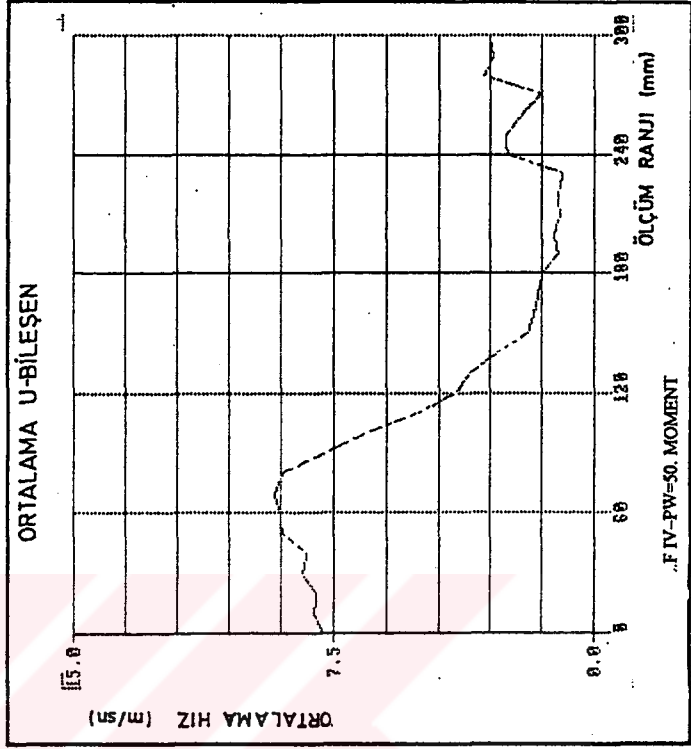
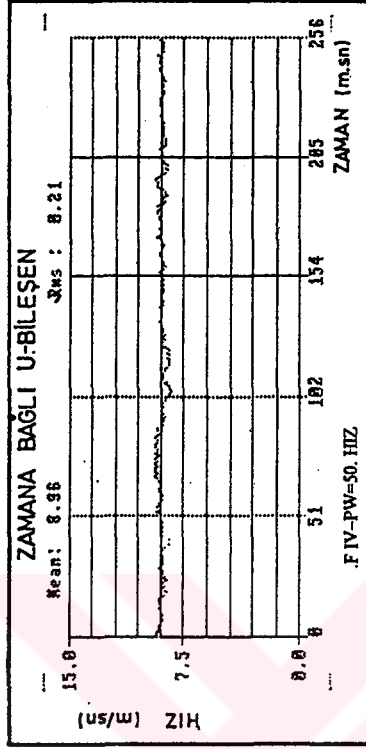
Şekil . G.44. Hız - moment grafikleri.

Şekil . G.43. Hız - moment grafikleri.



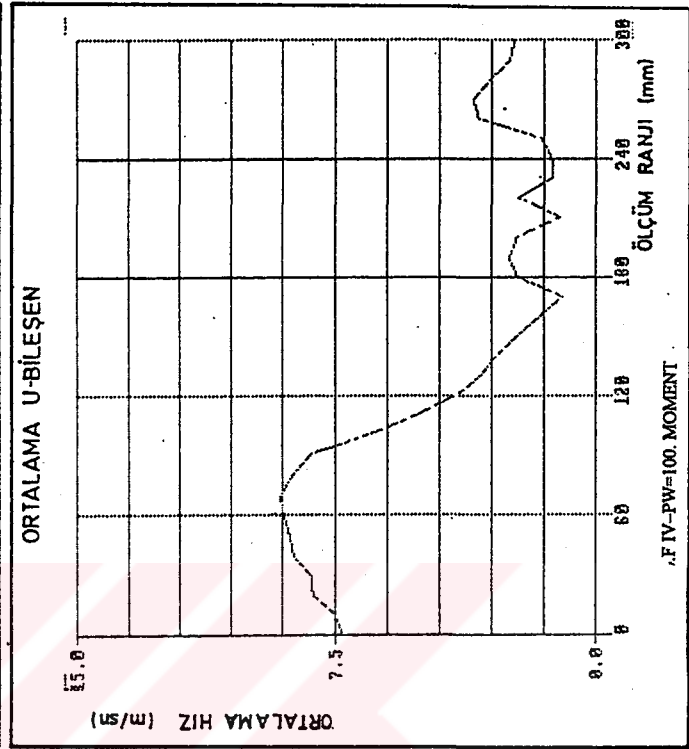
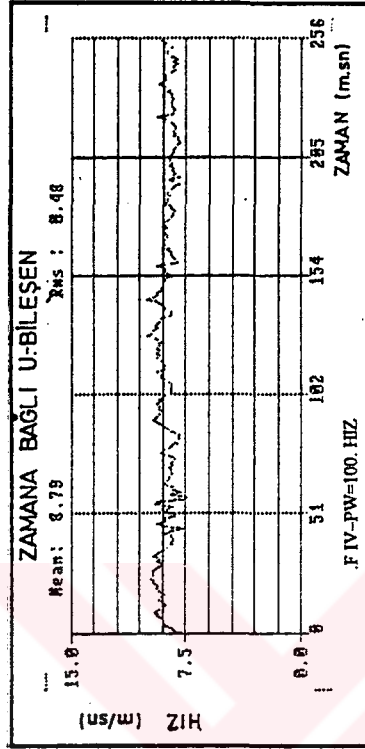
Şekil . G.46. Hız - moment grafikleri.

Şekil . G.45. Hız - moment grafikleri.

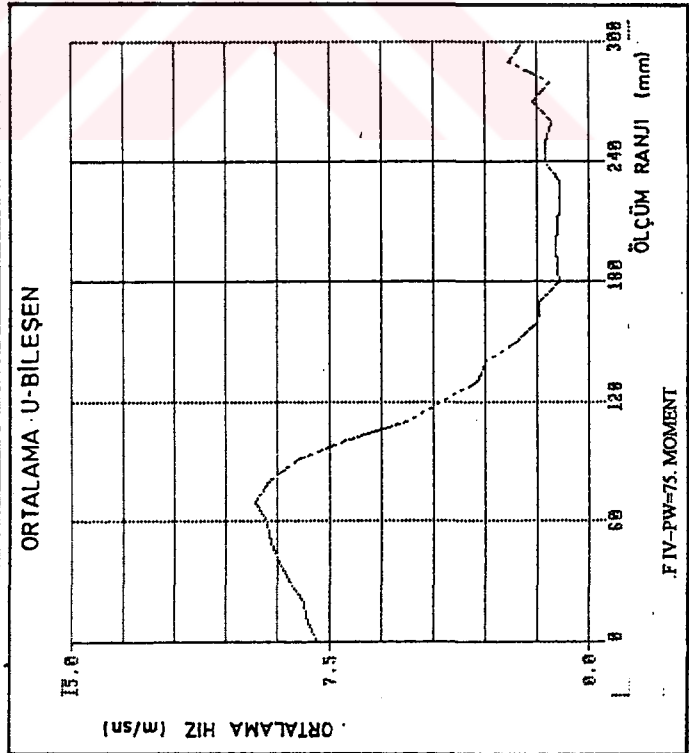
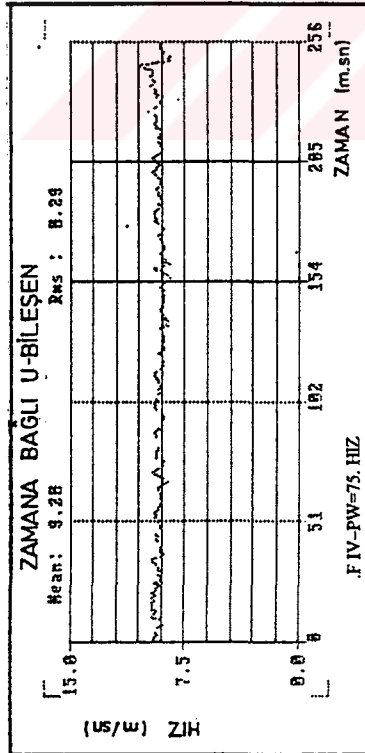


Şekil . G.48. Hız - moment grafikleri.

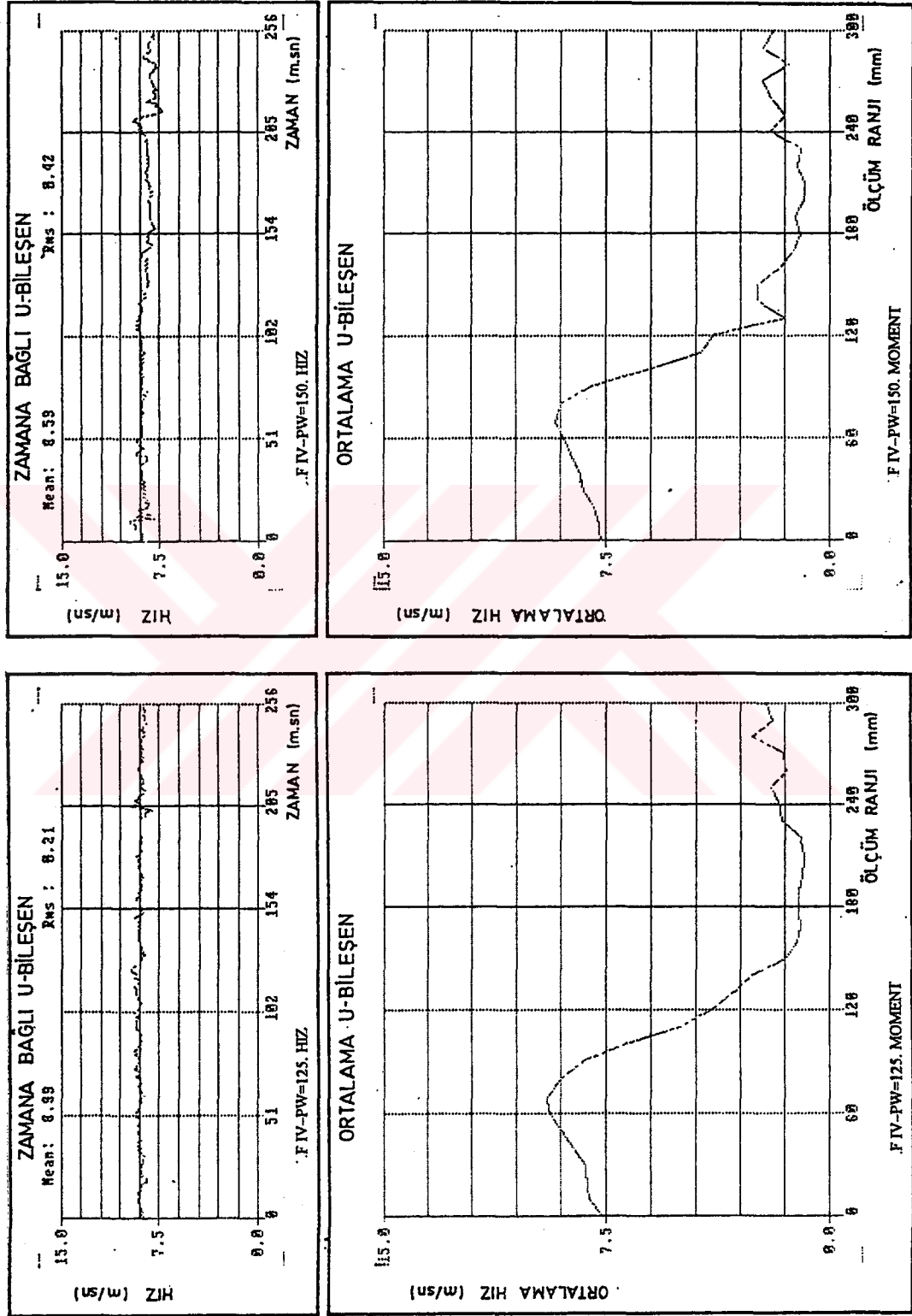
Şekil . G.47.Hız - moment grafikleri.



Şekil . G.50. Hız - moment grafikleri.



Şekil . G.49 Hız - moment grafikleri.



Şekil . G.51. Hız - moment grafikleri.

Şekil . G.52. Hız - moment grafikleri.

Ekler

Tablo. A., B., C., D., E., F., G.,
(Nümerik çıktılar)

EK. A.

Boş gözlem odası 0-25 mm. ranjındaki düşey hız profilinin moment değerleri



Tablo . A.1. Hız - moment grafikleri.

RP - X	Y	Z	EAU	RMS	U	NEW	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
-6.069	0.070	0.750	1.338	0.673	0.338	2.681	0.439	0.439	0.675		
-0.568	0.060	0.000	1.313	0.537	0.348	2.696	0.424	0.337			
-1.040	0.000	0.000	2.818	0.840	-0.291	2.379	0.205	0.840			
-1.379	0.000	0.000	3.481	0.633	-0.045	2.586	0.188	0.633			
-2.200	0.000	0.000	3.974	0.602	-0.356	3.036	0.169	0.602			
-2.506	0.000	0.000	3.648	0.846	-0.386	2.649	0.183	0.846			
-3.400	0.000	0.000	3.813	0.591	-0.273	2.863	0.135	0.591			
-3.500	0.000	0.000	3.738	0.432	-0.527	3.407	0.116	0.432			
-4.200	0.000	0.000	4.277	0.600	-0.167	2.448	0.136	0.600			
-4.400	0.000	0.000	4.870	0.528	-0.459	3.041	0.112	0.528			
-5.000	0.000	0.000	4.487	0.380	0.022	2.590	0.179	0.380			
-5.400	0.000	0.000	4.420	0.489	-0.115	2.707	0.105	0.489			
-6.200	0.000	0.000	4.834	0.470	-0.227	2.474	0.106	0.470			
-6.300	0.000	0.000	4.876	0.538	-0.536	3.414	0.110	0.538			
-7.000	0.000	0.000	4.270	0.461	-0.069	2.676	0.106	0.461			
-7.300	0.000	0.000	4.337	0.421	-0.219	2.525	0.053	0.421			
-8.000	0.000	0.000	5.108	0.402	-0.077	2.722	0.079	0.402			
-8.400	0.000	0.000	5.081	0.483	-0.060	2.364	0.093	0.483			
-9.000	0.000	0.000	5.823	0.653	0.234	2.674	0.095	0.653			
-9.200	0.000	0.000	5.188	0.483	-0.124	2.642	0.093	0.483			
-10.000	0.000	0.000	4.349	0.300	0.003	2.435	0.116	0.300			
-10.100	0.000	0.000	5.312	0.453	-0.074	2.564	0.085	0.453			
-11.000	0.000	0.000	5.298	0.377	-0.133	2.566	0.053	0.377			
-11.100	0.000	0.000	5.162	0.410	-0.274	3.034	0.079	0.410			
-12.000	0.000	0.000	5.230	0.442	-0.366	2.694	0.083	0.442			
-12.100	0.000	0.000	5.961	0.298	-0.517	3.742	0.091	0.298			
-13.000	0.000	0.000	5.377	0.456	-0.769	2.811	0.062	0.456			
-13.100	0.000	0.000	5.519	0.311	-0.111	2.593	0.113	0.311			
-14.000	0.000	0.000	4.585	0.418	-0.102	2.791	0.091	0.418			
-15.000	0.000	0.000	5.106	0.283	-0.624	5.175	0.062	0.283			
-15.100	0.000	0.000	5.972	0.239	-0.758	6.312	0.040	0.239			
-16.000	0.000	0.000	5.683	0.430	-0.359	3.489	0.085	0.430			
-16.100	0.000	0.000	5.756	0.378	-0.843	5.632	0.066	0.378			
-17.000	0.000	0.000	5.293	0.432	-0.063	2.456	0.082	0.432			
-17.100	0.000	0.000	5.935	0.335	-0.432	4.343	0.056	0.335			
-18.000	0.000	0.000	5.233	0.493	-0.491	2.822	0.077	0.493			
-18.100	0.000	0.000	4.582	0.432	-0.064	2.930	0.092	0.432			
-19.000	0.000	0.000	5.767	0.375	-0.553	3.901	0.056	0.375			
-19.100	0.000	0.000	5.936	0.418	-1.124	4.063	0.071	0.418			
-20.000	0.000	0.000	5.135	0.527	-0.137	2.351	0.192	0.527			
-20.100	0.000	0.000	6.019	0.202	-0.105	7.803	0.034	0.202			
-21.000	0.000	0.000	4.613	0.299	0.116	3.104	0.065	0.299			
-21.100	0.000	0.000	5.756	0.385	-0.947	3.954	0.067	0.385			
-22.000	0.000	0.000	6.077	0.183	-0.125	15.972	0.030	0.183			
-22.100	0.000	0.000	5.887	0.521	-0.773	4.092	0.038	0.521			
-23.000	0.000	0.000	5.983	0.193	-0.791	4.133	0.032	0.193			
-23.100	0.000	0.000	5.942	0.253	-1.167	7.774	0.043	0.253			
-24.000	0.000	0.000	6.034	0.297	0.139	3.823	0.061	0.297			
-24.100	0.000	0.000	5.672	0.413	-0.789	2.493	0.077	0.413			
-25.000	0.000	0.000	6.138	0.189	-1.479	10.202	0.031	0.188			

EK. B. (Deney A)

Sapma açları altında ($\alpha = 0^0, 30^0, 60^0, 90^0$) sadece A. Blok. III. kullanılarak ölçülen
0-25 mm. ranjındaki düşey hız profilinin moment değerleri



Tablo . B.1.1. Hız - moment grafikleri.

RP	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEW U	FLAT U	TURB. ENERGY
1	1.000	1.775	1.220	2.639	0.324	1.375		
2	1.000	1.775	1.396	-0.636	3.465	0.243	1.896	
3	1.000	1.775	1.623	-1.270	5.054	0.067	0.833	
4	1.000	1.775	1.854	-2.023	6.184	0.061	0.614	
5	1.000	1.775	2.085	-2.840	7.277	0.033	0.361	
6	1.000	1.775	2.315	-3.722	8.161	0.033	0.343	
7	1.000	1.775	2.545	-4.654	8.953	0.044	0.443	
8	1.000	1.775	2.775	-5.634	9.653	0.044	0.443	
9	1.000	1.775	3.005	-6.654	10.253	0.030	0.309	
10	1.000	1.775	3.235	-7.722	10.753	0.039	0.410	
11	1.000	1.775	3.465	-8.834	11.154	0.036	0.367	
12	1.000	1.775	3.695	-9.984	11.454	0.027	0.281	
13	1.000	1.775	3.925	-11.174	11.654	0.033	0.337	
14	1.000	1.775	4.155	-12.404	11.754	0.028	0.275	
15	1.000	1.775	4.385	-13.674	11.754	0.026	0.275	
16	1.000	1.775	4.615	-14.984	11.654	0.027	0.289	
17	1.000	1.775	4.845	-16.334	11.454	0.048	0.309	
18	1.000	1.775	5.075	-17.724	11.154	0.043	0.480	
19	1.000	1.775	5.305	-19.154	10.754	0.043	0.480	
20	1.000	1.775	5.535	-20.624	10.254	0.043	0.480	
21	1.000	1.775	5.765	-22.134	9.654	0.043	0.480	
22	1.000	1.775	5.995	-23.684	8.954	0.043	0.480	
23	1.000	1.775	6.225	-25.274	8.164	0.043	0.480	
24	1.000	1.775	6.455	-26.904	7.277	0.043	0.480	
25	1.000	1.775	6.685	-28.574	6.277	0.043	0.480	
26	1.000	1.775	6.915	-30.284	5.161	0.043	0.480	
27	1.000	1.775	7.145	-32.034	3.953	0.043	0.480	
28	1.000	1.775	7.375	-33.824	2.645	0.043	0.480	
29	1.000	1.775	7.605	-35.654	1.235	0.043	0.480	
30	1.000	1.775	7.835	-37.524	-0.175	0.043	0.480	
31	1.000	1.775	8.065	-39.434	-1.585	0.043	0.480	
32	1.000	1.775	8.295	-41.384	-2.995	0.043	0.480	
33	1.000	1.775	8.525	-43.374	-4.405	0.043	0.480	
34	1.000	1.775	8.755	-45.404	-5.815	0.043	0.480	
35	1.000	1.775	8.985	-47.474	-7.225	0.043	0.480	
36	1.000	1.775	9.215	-49.584	-8.635	0.043	0.480	
37	1.000	1.775	9.445	-51.734	-10.045	0.043	0.480	
38	1.000	1.775	9.675	-53.924	-11.455	0.043	0.480	
39	1.000	1.775	9.905	-56.154	-12.865	0.043	0.480	
40	1.000	1.775	10.135	-58.424	-14.275	0.043	0.480	
41	1.000	1.775	10.365	-60.734	-15.685	0.043	0.480	
42	1.000	1.775	10.595	-63.084	-17.095	0.043	0.480	
43	1.000	1.775	10.825	-65.474	-18.505	0.043	0.480	
44	1.000	1.775	11.055	-67.904	-19.915	0.043	0.480	
45	1.000	1.775	11.285	-70.374	-21.325	0.043	0.480	
46	1.000	1.775	11.515	-72.884	-22.735	0.043	0.480	
47	1.000	1.775	11.745	-75.434	-24.145	0.043	0.480	
48	1.000	1.775	11.975	-78.024	-25.555	0.043	0.480	
49	1.000	1.775	12.205	-80.654	-26.965	0.043	0.480	
50	1.000	1.775	12.435	-83.324	-28.375	0.043	0.480	
51	1.000	1.775	12.665	-86.034	-29.785	0.043	0.480	
52	1.000	1.775	12.895	-88.784	-31.195	0.043	0.480	
53	1.000	1.775	13.125	-91.574	-32.605	0.043	0.480	
54	1.000	1.775	13.355	-94.404	-34.015	0.043	0.480	
55	1.000	1.775	13.585	-97.274	-35.425	0.043	0.480	
56	1.000	1.775	13.815	-100.184	-36.835	0.043	0.480	
57	1.000	1.775	14.045	-103.134	-38.245	0.043	0.480	
58	1.000	1.775	14.275	-106.124	-39.655	0.043	0.480	
59	1.000	1.775	14.505	-109.154	-41.065	0.043	0.480	
60	1.000	1.775	14.735	-112.224	-42.475	0.043	0.480	
61	1.000	1.775	14.965	-115.334	-43.885	0.043	0.480	
62	1.000	1.775	15.195	-118.484	-45.295	0.043	0.480	
63	1.000	1.775	15.425	-121.674	-46.705	0.043	0.480	
64	1.000	1.775	15.655	-124.904	-48.115	0.043	0.480	
65	1.000	1.775	15.885	-128.174	-49.525	0.043	0.480	
66	1.000	1.775	16.115	-131.484	-50.935	0.043	0.480	
67	1.000	1.775	16.345	-134.834	-52.345	0.043	0.480	
68	1.000	1.775	16.575	-138.224	-53.755	0.043	0.480	
69	1.000	1.775	16.805	-141.654	-55.165	0.043	0.480	
70	1.000	1.775	17.035	-145.124	-56.575	0.043	0.480	
71	1.000	1.775	17.265	-148.634	-57.985	0.043	0.480	
72	1.000	1.775	17.495	-152.184	-59.395	0.043	0.480	
73	1.000	1.775	17.725	-155.774	-60.805	0.043	0.480	
74	1.000	1.775	17.955	-159.404	-62.215	0.043	0.480	
75	1.000	1.775	18.185	-163.074	-63.625	0.043	0.480	
76	1.000	1.775	18.415	-166.784	-65.035	0.043	0.480	
77	1.000	1.775	18.645	-170.534	-66.445	0.043	0.480	
78	1.000	1.775	18.875	-174.324	-67.855	0.043	0.480	
79	1.000	1.775	19.105	-178.154	-69.265	0.043	0.480	
80	1.000	1.775	19.335	-182.024	-70.675	0.043	0.480	
81	1.000	1.775	19.565	-185.934	-72.085	0.043	0.480	
82	1.000	1.775	19.795	-189.884	-73.495	0.043	0.480	
83	1.000	1.775	20.025	-193.874	-74.905	0.043	0.480	
84	1.000	1.775	20.255	-197.904	-76.315	0.043	0.480	
85	1.000	1.775	20.485	-201.974	-77.725	0.043	0.480	
86	1.000	1.775	20.715	-206.084	-79.135	0.043	0.480	
87	1.000	1.775	20.945	-210.234	-80.545	0.043	0.480	
88	1.000	1.775	21.175	-214.424	-81.955	0.043	0.480	
89	1.000	1.775	21.405	-218.654	-83.365	0.043	0.480	
90	1.000	1.775	21.635	-222.924	-84.775	0.043	0.480	
91	1.000	1.775	21.865	-227.234	-86.185	0.043	0.480	
92	1.000	1.775	22.095	-231.584	-87.595	0.043	0.480	
93	1.000	1.775	22.325	-235.974	-89.005	0.043	0.480	
94	1.000	1.775	22.555	-240.404	-90.415	0.043	0.480	
95	1.000	1.775	22.785	-244.874	-91.825	0.043	0.480	
96	1.000	1.775	23.015	-249.384	-93.235	0.043	0.480	
97	1.000	1.775	23.245	-253.934	-94.645	0.043	0.480	
98	1.000	1.775	23.475	-258.524	-96.055	0.043	0.480	
99	1.000	1.775	23.705	-263.154	-97.465	0.043	0.480	
100	1.000	1.775	23.935	-267.824	-98.875	0.043	0.480	

Tablo . B.2. Hız - moment grafikleri.

RP	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEW U	FLAT U	TURB. ENERGY
1	1.000	1.775	1.220	2.639	0.324	1.375		
2	1.000	1.775	1.396	-0.636	3.465	0.243	1.896	
3	1.000	1.775	1.623	-1.270	5.054	0.067	0.833	
4	1.000	1.775	1.854	-2.023	6.184	0.061	0.614	
5	1.000	1.775	2.085	-2.840	7.277	0.033	0.361	
6	1.000	1.775	2.315	-3.722	8.161	0.033	0.343	
7	1.000	1.775	2.545	-4.654	8.953	0.044	0.443	
8	1.000	1.775	2.775	-5.634	9.653	0.044	0.443	
9	1.000	1.775	3.005	-6.654	10.253	0.030	0.309	
10	1.000	1.775	3.235	-7.722	10.753	0.039	0.410	
11	1.000	1.775	3.465	-8.834	11.154	0.036	0.367	
12	1.000	1.775	3.695	-9.984	11.454	0.027	0.281	
13	1.000	1.775	3.925	-11.174	11.654	0.033	0.337	
14	1.000	1.775	4.155	-12.404	11.754	0.028	0.275	
15	1.000	1.775	4.385	-13.674	11.754	0.026	0.275	
16	1.000	1.775	4.615	-14.984	11.654	0.027	0.289	
17	1.000	1.775	4.845	-16.334	11.454	0.048	0.309	
18	1.000	1.775	5.075	-17.724	11.154	0.043	0.480	
19	1.000	1.775	5.305	-19.154	10.754	0.043	0.480	
20	1.000	1.775	5.535	-20.624	10.254	0.043	0.480	
21	1.000	1.775	5.765	-22.134	9.654	0.043	0.480	
22	1.000	1.775	5.995	-23.684	8.954	0.043	0.480	
23	1.000	1.775	6.225	-25.274	8.164	0.043	0.480	
24	1.000	1.775	6.455	-26.904	7.277	0.043	0.480	
25	1.000	1.775	6.685	-28.574	6.277	0.043	0.480	
26	1.000	1.775	6.915	-30.284	5.161	0.043	0.480	
27	1.000	1.775	7.145	-32.034	3.953	0.043	0.480	
28	1.000	1.775	7.375	-33.824	2.645	0.043	0.480	
29	1.000	1.775	7.605	-35.654	1.235	0.043	0.480	
30	1.000	1.775	7.835	-37.524	-0.175	0.043	0.480	
31	1.000	1.775	8.065	-39.434	-1.585	0.043	0.480	
32	1.000	1.775	8.295	-41.384	-2.995	0.043	0.480	
33	1.000	1.775	8.525	-43.374	-4.405	0.043	0.480	
34	1.000	1.775	8.755	-45.404	-5.815	0.043	0.480	
35	1.000	1.775	8.985	-47.474	-7.225	0.043	0.480	
36	1.000	1.775	9.215	-49.584	-8.635	0.043	0.480	
37	1.000	1.775	9.445	-51.734	-10.045	0.043	0.480	

Tablo B.3. Hiz - moment grafikleri.

RP	X	Y	Z	FE	NU	RHS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
1	0.00	0.00	0.00	1.145	0.455	-0.651	2.673	0.081	0.495				
2	0.00	0.00	0.00	7.097	0.735	-1.106	6.420	0.105	0.733				
3	0.00	0.00	0.00	4.521	0.506	-0.825	3.733	0.091	0.606				
4	0.00	0.00	0.00	5.283	0.710	-1.533	7.790	0.112	0.710				
5	0.00	0.00	0.00	6.330	0.959	-2.521	3.089	0.083	0.549				
6	0.00	0.00	0.00	6.443	0.943	-2.386	3.189	0.081	0.543				
7	0.00	0.00	0.00	1.107	0.384	0.119	2.447	0.034	0.384				
8	0.00	0.00	0.00	7.592	1.704	-0.736	1.756	0.040	0.304				
9	0.00	0.00	0.00	7.453	1.735	-0.385	2.520	0.033	0.395				
10	0.00	0.00	0.00	3.252	0.272	-1.209	1.915	0.041	0.296				
11	0.00	0.00	0.00	3.241	0.281	-0.365	2.311	0.032	0.381				
12	0.00	0.00	0.00	7.382	1.725	-0.795	1.728	0.042	0.323				
13	0.00	0.00	0.00	7.381	1.725	-1.178	-3.397	0.027	0.213				
14	0.00	0.00	0.00	7.382	1.726	-0.397	-1.939	0.027	0.206				
15	0.00	0.00	0.00	7.722	1.727	-0.330	1.365	0.036	0.277				
16	0.00	0.00	0.00	7.461	1.362	-0.417	2.739	0.031	0.382				
17	0.00	0.00	0.00	7.725	1.315	-1.175	0.040	0.313					
18	0.00	0.00	0.00	7.975	1.272	-0.235	-0.679	0.034	0.270				
19	0.00	0.00	0.00	7.741	1.521	-0.976	2.578	0.067	0.321				
20	0.00	0.00	0.00	7.747	1.280	-0.599	0.256	0.036	0.260				
21	0.00	0.00	0.00	7.714	0.284	0.091	2.470	0.034	0.284				
22	0.00	0.00	0.00	7.453	0.271	-0.497	6.181	0.037	0.291				
23	0.00	0.00	0.00	7.454	0.505	-0.959	6.493	0.075	0.563				
24	0.00	0.00	0.00	3.222	0.245	-0.553	-1.340	0.031	0.246				
25	0.00	0.00	0.00	7.737	0.332	-1.411	9.021	0.049	0.389				
26	0.00	0.00	0.00	7.437	0.454	-0.057	5.281	0.060	0.454				
27	0.00	0.00	0.00	7.320	0.454	-0.204	3.908	0.034	0.474				
28	0.00	0.00	0.00	7.752	0.375	-2.212	5.777	0.042	0.336				
29	0.00	0.00	0.00	7.747	0.570	-0.955	7.249	0.074	0.570				
30	0.00	0.00	0.00	7.845	0.579	-0.330	6.454	0.030	0.390				
31	0.00	0.00	0.00	7.374	0.375	-0.638	11.915	0.042	0.336				
32	0.00	0.00	0.00	7.570	0.627	-1.140	6.378	0.080	0.629				
33	0.00	0.00	0.00	7.750	0.797	-1.673	10.333	0.091	0.709				
34	0.00	0.00	0.00	7.355	0.524	-2.727	17.916	0.067	0.524				
35	0.00	0.00	0.00	7.523	0.851	-1.732	8.743	0.114	0.861				
36	0.00	0.00	0.00	7.213	1.133	-1.012	4.451	0.164	1.180				
37	0.00	0.00	0.00	6.675	1.403	-0.935	3.431	0.211	1.409				
38	0.00	0.00	0.00	6.657	1.437	-0.516	3.529	0.221	1.437				
39	0.00	0.00	0.00	5.755	1.651	-0.240	2.395	0.260	1.551				
40	0.00	0.00	0.00	5.727	1.422	-0.430	3.715	0.172	1.489				
41	0.00	0.00	0.00	6.444	1.395	-0.831	0.054	0.731	1.514				
42	0.00	0.00	0.00	5.775	1.514	-0.054	3.731	0.231	1.514				
43	0.00	0.00	0.00	5.445	1.735	0.001	2.437	0.227	1.395				
44	0.00	0.00	0.00	5.471	1.474	0.210	3.671	0.239	1.474				
45	0.00	0.00	0.00	5.530	1.472	0.147	3.235	0.267	1.472				
46	0.00	0.00	0.00	5.523	1.523	0.216	3.911	0.238	1.513				

Tablo B.4. Hiz - moment grafikleri.

RP	X	Y	Z	FE	NU	RHS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
1	0.00	0.00	0.00	1.122	0.762	-0.251	2.247	0.242	0.762				
2	0.00	0.00	0.00	3.134	0.762	-0.290	2.440	0.241	0.762				
3	0.00	0.00	0.00	2.542	0.723	-0.118	3.083	0.197	0.783				
4	0.00	0.00	0.00	4.737	0.827	-0.097	2.916	0.182	0.837				
5	0.00	0.00	0.00	4.533	0.753	0.021	2.555	0.187	0.785				
6	0.00	0.00	0.00	4.537	0.772	0.043	2.962	0.174	0.798				
7	0.00	0.00	0.00	4.521	0.845	0.254	2.742	0.183	0.845				
8	0.00	0.00	0.00	4.521	0.817	0.037	2.597	0.212	0.897				
9	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	2.791	0.179	0.846					
10	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	-0.348	2.732	0.155	0.839				
11	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	-0.153	2.570	0.151	0.916				
12	0.00	0.00	0.00	4.111	0.271	-0.273	2.456	0.349	1.395				
13	0.00	0.00	0.00	4.111	0.271	-0.273	2.456	0.349	1.395				
14	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.244	3.214	0.176	0.778				
15	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.111	2.495	0.174	0.677				
16	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.045	2.572	0.175	0.838				
17	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.131	2.553	0.209	0.877				
18	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	-0.374	2.570	0.165	0.818				
19	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	-0.282	2.443	0.144	0.856				
20	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	-0.237	1.853	0.137	1.013				
21	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	-0.198	2.279	0.211	1.078				
22	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	-0.158	2.279	0.211	1.078				
23	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	-0.118	2.279	0.211	1.078				
24	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	-0.078	2.279	0.211	1.078				
25	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	-0.038	2.279	0.211	1.078				
26	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.002	2.279	0.211	1.078				
27	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.042	2.279	0.211	1.078				
28	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.082	2.279	0.211	1.078				
29	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.122	2.279	0.211	1.078				
30	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.162	2.279	0.211	1.078				
31	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.202	2.279	0.211	1.078				
32	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.242	2.279	0.211	1.078				
33	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.282	2.279	0.211	1.078				
34	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.322	2.279	0.211	1.078				
35	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.362	2.279	0.211	1.078				
36	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.402	2.279	0.211	1.078				
37	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.442	2.279	0.211	1.078				
38	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.482	2.279	0.211	1.078				
39	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.522	2.279	0.211	1.078				
40	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.562	2.279	0.211	1.078				
41	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.602	2.279	0.211	1.078				
42	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.642	2.279	0.211	1.078				
43	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.682	2.279	0.211	1.078				
44	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.722	2.279	0.211	1.078				
45	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.762	2.279	0.211	1.078				
46	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.802	2.279	0.211	1.078				
47	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.842	2.279	0.211	1.078				
48	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.882	2.279	0.211	1.078				
49	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.922	2.279	0.211	1.078				
50	0.00	0.00	0.00	3.845	0.337	0.962	2.279	0.211	1.078				

EK. C. (Deney B).

$\alpha = 0^\circ$ sapma açısı altında, A. Blok III kullanılarak ölçülen 0,25 mm. ranjındaki düşey hız profilinin moment üzerinde Ö. Blok yüksekliğinin etkileri: (H = 0, 25, 50, 75, ...350, 375, 400 mm.).



Tablo C.4. Hiz - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	9.422	1.142	-2.145	9.470	0.121 1.142
-0.500	0.000	0.000	0.000	9.159	0.986	-2.331	11.473	0.108 0.986
-1.000	0.000	0.000	0.000	10.024	0.488	-2.064	15.927	0.049 0.488
-1.500	0.000	0.000	0.000	9.775	0.321	-2.132	11.031	0.052 0.321
-2.000	0.000	0.000	0.000	9.988	0.819	-2.731	14.587	0.082 0.819
-2.500	0.000	0.000	0.000	7.124	1.013	-1.378	5.759	0.142 1.013
-3.000	0.000	0.000	0.000	9.457	0.990	-1.782	6.886	0.102 0.990
-3.500	0.000	0.000	0.000	9.716	0.812	-2.094	10.827	0.082 0.812
-4.000	0.000	0.000	0.000	10.726	0.377	-1.145	5.347	0.039 0.377
-4.500	0.000	0.000	0.000	9.765	0.305	-0.332	5.873	0.031 0.305
-5.000	0.000	0.000	0.000	9.985	0.519	-0.778	4.820	0.052 0.519
-5.500	0.000	0.000	0.000	9.247	0.555	0.411	5.202	0.056 0.555
-6.000	0.000	0.000	0.000	9.735	0.496	0.015	4.351	0.071 0.496
-6.500	0.000	0.000	0.000	9.779	0.435	-0.484	2.451	0.046 0.435
-7.000	0.000	0.000	0.000	10.155	0.446	0.123	2.104	0.046 0.446
-7.500	0.000	0.000	0.000	9.791	0.372	0.716	5.612	0.038 0.372
-8.000	0.000	0.000	0.000	9.222	0.471	-0.774	3.771	0.049 0.471
-8.500	0.000	0.000	0.000	9.721	0.385	-0.230	1.495	0.039 0.385
-9.000	0.000	0.000	0.000	9.545	0.356	0.153	4.021	0.039 0.356
-9.500	0.000	0.000	0.000	9.758	0.441	-0.061	3.164	0.045 0.441
-10.000	0.000	0.000	0.000	10.526	0.497	0.481	3.081	0.050 0.497
-10.500	0.000	0.000	0.000	9.822	0.418	-0.321	2.791	0.042 0.418
-11.000	0.000	0.000	0.000	9.754	1.136	6.255	0.075 0.734	
-11.500	0.000	0.000	0.000	15.051	0.491	0.455	4.836	0.040 0.491
-12.000	0.000	0.000	0.000	16.025	0.540	-0.224	3.978	0.054 0.540
-12.500	0.000	0.000	0.000	15.132	0.617	-1.130	9.191	0.061 0.617
-13.000	0.000	0.000	0.000	9.452	0.953	-1.332	10.410	0.097 0.953
-13.500	0.000	0.000	0.000	9.778	1.076	-1.120	8.127	0.110 1.076
-14.000	0.000	0.000	0.000	9.700	0.790	-0.243	5.724	0.081 0.790
-14.500	0.000	0.000	0.000	9.495	1.021	-1.579	7.972	0.107 1.021
-15.000	0.000	0.000	0.000	9.651	1.283	-0.911	4.745	0.132 1.283
-15.500	0.000	0.000	0.000	9.614	0.988	-1.647	7.947	0.103 0.988
-16.000	0.000	0.000	0.000	5.348	1.109	-1.418	6.049	0.118 1.109
-16.500	0.000	0.000	0.000	8.990	1.260	-1.061	4.712	0.140 1.260
-17.000	0.000	0.000	0.000	8.820	1.389	-0.514	3.268	0.157 1.389
-17.500	0.000	0.000	0.000	8.178	1.888	-0.910	3.573	0.231 1.888
-18.000	0.000	0.000	0.000	8.535	1.476	-0.722	3.409	0.173 1.476
-18.500	0.000	0.000	0.000	8.432	2.131	-0.230	2.176	0.342 2.131
-19.000	0.000	0.000	0.000	8.746	2.295	-0.250	2.333	0.327 2.295
-19.500	0.000	0.000	0.000	8.632	1.172	-0.369	2.769	0.313 1.172
-20.000	0.000	0.000	0.000	8.575	2.016	-0.049	2.400	0.364 2.016
-20.500	0.000	0.000	0.000	5.276	2.057	0.124	2.467	0.390 2.057
-21.000	0.000	0.000	0.000	5.115	2.049	-0.045	2.268	0.400 2.049
-21.500	0.000	0.000	0.000	4.592	2.290	0.242	2.210	0.509 2.290
-22.000	0.000	0.000	0.000	3.953	1.928	0.259	2.295	0.483 1.928
-22.500	0.000	0.000	0.000	3.576	2.061	0.332	2.678	0.532 2.061
-23.000	0.000	0.000	0.000	2.552	1.544	0.498	2.960	0.539 1.544

Tablo C.3. Hiz - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	9.573	0.471	-1.319	6.299	0.050 0.491
-0.500	0.000	0.000	0.000	9.720	0.372	-0.995	7.478	0.037 0.372
-1.000	0.000	0.000	0.000	9.715	0.460	-1.813	9.350	0.047 0.460
-1.500	0.000	0.000	0.000	9.525	0.397	-2.478	12.751	0.061 0.397
-2.000	0.000	0.000	0.000	9.574	0.677	-2.756	14.861	0.069 0.677
-2.500	0.000	0.000	0.000	7.439	0.855	-0.983	3.777	0.113 0.855
-3.000	0.000	0.000	0.000	9.774	0.656	-1.391	9.049	0.067 0.656
-3.500	0.000	0.000	0.000	9.573	0.573	-1.686	9.063	0.058 0.573
-4.000	0.000	0.000	0.000	9.452	0.462	-0.277	1.248	0.042 0.462
-4.500	0.000	0.000	0.000	15.008	0.612	-2.332	15.099	0.061 0.612
-5.000	0.000	0.000	0.000	10.052	0.309	-0.064	2.902	0.031 0.309
-5.500	0.000	0.000	0.000	9.557	0.285	1.339	-1.710	0.029 0.285
-6.000	0.000	0.000	0.000	9.755	0.321	0.072	2.443	0.033 0.321
-6.500	0.000	0.000	0.000	13.073	0.419	-0.189	4.289	0.042 0.419
-7.000	0.000	0.000	0.000	9.637	0.295	-0.237	6.833	0.030 0.295
-7.500	0.000	0.000	0.000	9.514	0.348	-0.077	3.939	0.035 0.348
-8.000	0.000	0.000	0.000	9.525	0.357	-0.036	0.882	0.037 0.357
-8.500	0.000	0.000	0.000	9.250	0.986	0.039	0.389	
-9.000	0.000	0.000	0.000	13.007	0.359	0.105	5.579	0.036 0.359
-9.500	0.000	0.000	0.000	10.065	0.392	-0.282	3.061	0.039 0.392
-10.000	0.000	0.000	0.000	11.032	0.381	0.345	7.323	0.038 0.381
-10.500	0.000	0.000	0.000	9.527	0.378	0.258	2.391	0.038 0.378
-11.000	0.000	0.000	0.000	9.926	0.317	1.060	4.365	0.032 0.317
-11.500	0.000	0.000	0.000	9.847	0.391	-0.263	3.876	0.040 0.391
-12.000	0.000	0.000	0.000	12.118	0.480	-0.282	3.304	0.047 0.480
-12.500	0.000	0.000	0.000	9.977	0.620	0.032	3.137	0.062 0.620
-13.000	0.000	0.000	0.000	9.991	0.625	-0.819	7.157	0.063 0.625
-13.500	0.000	0.000	0.000	10.100	0.789	-0.800	6.099	0.078 0.789
-14.000	0.000	0.000	0.000	9.875	0.801	-0.085	4.376	0.081 0.801
-14.500	0.000	0.000	0.000	9.767	0.847	-0.891	6.838	0.087 0.847
-15.000	0.000	0.000	0.000	9.821	0.751	-0.439	4.232	0.076 0.751
-15.500	0.000	0.000	0.000	9.770	0.923	-1.564	7.635	0.095 0.923
-16.000	0.000	0.000	0.000	9.468	1.331	-1.451	5.687	0.144 1.331
-16.500	0.000	0.000	0.000	8.536	1.666	-1.026	4.164	0.195 1.666
-17.000	0.000	0.000	0.000	8.222	1.627	-0.883	3.843	0.198 1.627
-17.500	0.000	0.000	0.000	7.254	1.856	-0.342	2.849	0.235 1.856
-18.000	0.000	0.000	0.000	7.455	1.918	-0.455	2.739	0.236 1.918
-18.500	0.000	0.000	0.000	6.961	1.986	-0.551	3.200	0.285 1.986
-19.000	0.000	0.000	0.000	6.547	2.045	-0.462	2.435	0.312 2.045
-19.500	0.000	0.000	0.000	5.582	2.104	-0.063	2.300	0.377 2.104
-20.000	0.000	0.000	0.000	5.378	2.174	0.168	2.337	0.404 2.174
-20.500	0.000	0.000	0.000	4.845	2.181	0.203	2.532	0.450 2.181
-21.000	0.000	0.000	0.000	4.720	1.967	0.489	2.598	0.455 1.967
-21.500	0.000	0.000	0.000	4.192	2.144	0.357	2.415	0.511 2.144
-22.000	0.000	0.000	0.000	3.246	1.822	0.869	3.537	0.562 1.822

Tablo . C.5. Hız - moment grafikleri.

RP	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
-0.500	0.000	0.000	0.000	10.317	0.540	-1.229	6.592	0.064	0.640
-1.500	0.000	0.000	0.000	9.952	0.548	-1.752	10.280	0.051	0.548
-2.500	0.000	0.000	0.000	9.952	0.604	-1.495	6.690	0.061	0.604
-3.500	0.000	0.000	0.000	9.973	0.619	-2.997	22.045	0.062	0.619
-4.500	0.000	0.000	0.000	9.973	0.651	-2.975	14.449	0.065	0.651
-5.500	0.000	0.000	0.000	7.654	1.051	-1.050	4.242	0.141	1.081
-6.500	0.000	0.000	0.000	9.759	0.853	-1.250	5.049	0.091	0.850
-7.500	0.000	0.000	0.000	9.754	0.895	-0.897	10.984	0.086	0.856
-8.500	0.000	0.000	0.000	9.991	0.455	-2.245	14.205	0.045	0.452
-9.500	0.000	0.000	0.000	10.014	0.773	-0.511	6.806	0.038	0.376
-10.500	0.000	0.000	0.000	9.973	0.742	-0.425	7.757	0.043	0.413
-11.500	0.000	0.000	0.000	9.955	0.715	-0.105	2.325	0.038	0.339
-12.500	0.000	0.000	0.000	9.955	0.615	-0.755	5.077	0.062	0.569
-13.500	0.000	0.000	0.000	9.975	0.815	-0.119	3.130	0.060	0.580
-14.500	0.000	0.000	0.000	9.941	0.427	-0.223	2.974	0.043	0.423
-15.500	0.000	0.000	0.000	9.952	0.627	-0.157	1.974	0.027	0.270
-16.500	0.000	0.000	0.000	9.971	0.425	-0.921	4.489	0.043	0.425
-17.500	0.000	0.000	0.000	9.971	0.871	-0.061	2.840	0.051	0.503
-18.500	0.000	0.000	0.000	9.955	0.431	-0.225	4.320	0.047	0.435
-19.500	0.000	0.000	0.000	9.955	0.615	-0.615	3.659	0.058	0.566
-20.500	0.000	0.000	0.000	9.977	0.255	-3.628	0.028	0.277	
-21.500	0.000	0.000	0.000	9.954	0.555	-0.221	3.546	0.059	0.555
-22.500	0.000	0.000	0.000	9.971	0.425	-0.115	1.970	0.037	0.365
-23.500	0.000	0.000	0.000	9.955	0.595	-0.122	4.435	0.052	0.506
-24.500	0.000	0.000	0.000	9.955	0.575	-0.225	3.762	0.054	0.533
-25.500	0.000	0.000	0.000	9.974	0.575	-0.499	4.369	0.038	0.575
-26.500	0.000	0.000	0.000	9.959	0.557	-0.310	4.200	0.062	0.587
-27.500	0.000	0.000	0.000	9.497	0.275	-0.810	6.043	0.094	0.893
-28.500	0.000	0.000	0.000	9.477	1.070	-1.821	11.484	0.113	1.070
-29.500	0.000	0.000	0.000	9.472	0.957	-1.475	6.495	0.101	0.957
-30.500	0.000	0.000	0.000	9.471	0.257	-1.451	6.246	0.141	1.297
-31.500	0.000	0.000	0.000	9.451	0.645	-1.602	4.505	0.191	1.645
-32.500	0.000	0.000	0.000	9.451	1.482	-1.339	5.208	0.163	1.482
-33.500	0.000	0.000	0.000	9.451	1.765	-1.035	3.897	0.224	1.765
-34.500	0.000	0.000	0.000	9.451	1.933	-0.435	2.988	0.289	1.933
-35.500	0.000	0.000	0.000	9.451	1.939	-0.404	2.542	0.270	1.939
-36.500	0.000	0.000	0.000	9.451	2.145	-0.468	2.385	0.305	2.145
-37.500	0.000	0.000	0.000	9.451	2.133	-0.449	2.586	0.330	2.133
-38.500	0.000	0.000	0.000	9.451	2.035	-0.451	2.181	0.354	2.035
-39.500	0.000	0.000	0.000	9.451	2.119	-0.227	2.318	0.366	2.119
-40.500	0.000	0.000	0.000	9.451	2.110	-0.306	2.608	0.447	2.110
-41.500	0.000	0.000	0.000	9.451	2.092	-0.285	2.277	0.485	2.092
-42.500	0.000	0.000	0.000	9.451	1.878	-0.712	3.017	0.532	1.878
-43.500	0.000	0.000	0.000	9.451	2.073	-0.705	2.892	0.571	2.073
-44.500	0.000	0.000	0.000	9.451	1.605	-0.555	3.433	0.503	1.605

Tablo . C.6. Hız - moment grafikleri.

RP	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	9.376	0.912	-1.510	7.225	0.097	0.917
-0.500	0.000	0.000	0.000	10.042	0.565	-0.032	1.923	0.036	0.565
-1.500	0.000	0.000	0.000	9.930	0.732	-0.952	4.707	0.074	0.732
-2.500	0.000	0.000	0.000	9.616	0.606	-1.418	7.308	0.062	0.600
-3.500	0.000	0.000	0.000	9.453	1.047	-1.240	5.180	0.111	1.047
-4.500	0.000	0.000	0.000	8.305	1.547	-0.797	3.674	0.156	1.547
-5.500	0.000	0.000	0.000	9.295	1.159	-0.584	3.447	0.126	1.169
-6.500	0.000	0.000	0.000	9.332	1.024	-0.039	4.699	0.110	1.024
-7.500	0.000	0.000	0.000	9.945	0.769	-0.119	6.911	0.080	0.760
-8.500	0.000	0.000	0.000	8.932	0.696	-1.428	7.205	0.078	0.696
-9.500	0.000	0.000	0.000	8.953	0.785	-0.585	3.750	0.086	0.788
-10.500	0.000	0.000	0.000	9.849	0.822	-0.751	5.389	0.088	0.822
-11.500	0.000	0.000	0.000	9.579	0.773	-0.326	4.700	0.075	0.779
-12.500	0.000	0.000	0.000	9.820	0.423	-0.130	3.552	0.044	0.433
-13.500	0.000	0.000	0.000	9.555	0.505	-0.324	2.753	0.052	0.503
-14.500	0.000	0.000	0.000	9.372	0.423	-0.102	3.096	0.047	0.439
-15.500	0.000	0.000	0.000	9.556	0.556	-0.175	2.496	0.058	0.556
-16.500	0.000	0.000	0.000	9.805	0.524	-0.088	3.021	0.045	0.524
-17.500	0.000	0.000	0.000	9.223	0.702	-0.091	3.125	0.076	0.702
-18.500	0.000	0.000	0.000	9.626	0.555	-0.395	3.717	0.057	0.551
-19.500	0.000	0.000	0.000	9.415	0.571	-0.861	3.904	0.061	0.571
-20.500	0.000	0.000	0.000	9.749	0.503	-0.077	3.290	0.052	0.503
-21.500	0.000	0.000	0.000	9.820	0.694	0.112	4.021	0.062	0.694
-22.500	0.000	0.000	0.000	9.701	0.787	-1.827	12.282	0.081	0.787
-23.500	0.000	0.000	0.000	9.744	0.566	-0.397	7.120	0.056	0.566
-24.500	0.000	0.000	0.000	9.593	0.684	0.006	4.230	0.072	0.684
-25.500	0.000	0.000	0.000	9.256	1.024	-1.092	6.037	0.111	1.024
-26.500	0.000	0.000	0.000	9.253	1.193	-1.514	7.097	0.129	1.193
-27.500	0.000	0.000	0.000	9.130	1.067	-1.274	5.353	0.116	1.063
-28.500	0.000	0.000	0.000	9.325	0.974	-0.236	4.091	0.104	0.974
-29.500	0.000	0.000	0.000	9.473	1.358	-1.033	4.257	0.160	1.356
-30.500	0.000	0.000	0.000	8.352	1.229	-0.743	3.192	0.153	1.228
-31.500	0.000	0.000	0.000	7.951	1.564	-0.743	3.755	0.197	1.564
-32.500	0.000	0.000	0.000	8.233	1.670	-1.422	5.061	0.203	1.670
-33.500	0.000	0.000	0.000	7.845	1.956	-0.224	3.209	0.234	1.836
-34.500	0.000	0.000	0.000	7.453	1.872	-0.485	2.955	0.251	1.872
-35.500	0.000	0.000	0.000	6.776	1.892	-0.481	2.806	0.279	1.892
-36.500	0.000	0.000	0.000	6.204	1.952	-0.297	2.303	0.321	1.992
-37.500	0.000	0.000	0.000	6.159	2.065	-0.268	2.275	0.337	2.068
-38.500	0.000	0.000	0.000	6.792	1.787	-0.961	2.580	0.305	1.787
-39.500	0.000	0.000	0.000	4.909	1.945	0.110	2.363	0.356	1.946
-40.500	0.000	0.000	0.000	4.191	1.917	0.209	2.331	0.457	1.917
-41.500	0.000	0.000	0.000	4.016	1.958	0.358	2.253	0.495	1.958
-42.500	0.000	0.000	0.000	4.392	2.272	0.232	2.997	0.517	2.272
-43.500	0.000	0.000	0.000	3.574	1.566	0.577	3.510	0.550	1.966
-44.500	0.000	0.000	0.000	3.182	1.922	0.715	3.942	0.573	1.812

Tablo . C.7. Hiz - moment grafikleri.

RP	X	Y	Z	MEAN	RMS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	9.606	0.466	-2.014	9.382	0.048	0.486			
-0.500	0.000	0.000	0.000	9.570	0.490	-2.132	11.181	0.072	0.690			
-1.000	0.000	0.000	0.000	9.635	0.402	-0.369	8.601	0.042	0.402			
-1.500	0.000	0.000	0.000	9.791	0.442	-1.163	5.826	0.045	0.442			
-2.000	0.000	0.000	0.000	9.586	1.021	-1.794	6.813	0.106	1.021			
-2.500	0.000	0.000	0.000	8.363	0.966	-2.354	11.447	0.115	0.966			
-3.000	0.000	0.000	0.000	9.704	0.417	-2.501	14.892	0.045	0.417			
-3.500	0.000	0.000	0.000	9.994	0.765	-0.840	9.911	0.080	0.765			
-4.000	0.000	0.000	0.000	9.755	0.554	-0.230	4.470	0.057	0.554			
-4.500	0.000	0.000	0.000	9.639	0.491	-0.191	3.564	0.051	0.491			
-5.000	0.000	0.000	0.000	9.533	0.561	-0.257	3.339	0.059	0.561			
-5.500	0.000	0.000	0.000	9.454	0.445	-0.395	3.733	0.047	0.445			
-6.000	0.000	0.000	0.000	9.572	0.353	0.115	3.509	0.037	0.353			
-6.500	0.000	0.000	0.000	9.620	0.535	0.017	3.021	0.056	0.535			
-7.000	0.000	0.000	0.000	9.549	0.495	-0.690	4.165	0.052	0.495			
-7.500	0.000	0.000	0.000	9.671	0.452	-0.379	2.952	0.046	0.452			
-8.000	0.000	0.000	0.000	9.552	0.555	0.255	3.491	0.052	0.555			
-8.500	0.000	0.000	0.000	9.479	0.562	0.322	3.517	0.060	0.562			
-9.000	0.000	0.000	0.000	9.654	0.355	-0.115	2.729	0.037	0.355			
-9.500	0.000	0.000	0.000	9.499	0.591	0.193	3.680	0.062	0.591			
-10.000	0.000	0.000	0.000	9.637	0.481	-0.444	3.774	0.050	0.481			
-10.500	0.000	0.000	0.000	9.517	0.731	0.226	3.175	0.078	0.731			
-11.000	0.000	0.000	0.000	9.573	0.570	0.615	2.422	0.070	0.570			
-11.500	0.000	0.000	0.000	9.493	0.703	-0.234	3.356	0.074	0.703			
-12.000	0.000	0.000	0.000	9.716	0.673	-0.464	3.899	0.049	0.673			
-12.500	0.000	0.000	0.000	9.125	0.735	-0.705	3.246	0.061	0.735			
-13.000	0.000	0.000	0.000	9.503	1.167	-1.141	6.070	0.123	1.167			
-13.500	0.000	0.000	0.000	7.796	1.515	-0.615	4.816	0.194	1.515			
-14.000	0.000	0.000	0.000	8.985	1.268	-0.985	4.710	0.143	1.268			
-14.500	0.000	0.000	0.000	8.943	0.939	-0.401	4.976	0.107	0.939			
-15.000	0.000	0.000	0.000	8.685	1.278	-1.243	6.391	0.147	1.278			
-15.500	0.000	0.000	0.000	8.048	1.628	-1.106	3.822	0.202	1.628			
-16.000	0.000	0.000	0.000	8.348	1.472	-1.034	4.215	0.176	1.471			
-16.500	0.000	0.000	0.000	7.560	1.885	-0.970	3.535	0.247	1.885			
-17.000	0.000	0.000	0.000	4.882	1.935	-0.560	2.870	0.284	1.935			
-17.500	0.000	0.000	0.000	6.524	1.946	-0.298	2.595	0.301	1.946			
-18.000	0.000	0.000	0.000	5.937	1.994	-0.211	2.460	0.336	1.994			
-18.500	0.000	0.000	0.000	3.727	2.017	-0.231	2.795	0.352	2.017			
-19.000	0.000	0.000	0.000	5.443	2.020	0.025	2.545	0.371	2.020			
-19.500	0.000	0.000	0.000	6.056	2.039	-0.079	2.480	0.373	2.039			
-20.000	0.000	0.000	0.000	5.101	2.071	0.133	2.213	0.406	2.071			
-20.500	0.000	0.000	0.000	4.498	2.077	0.092	2.250	0.462	2.077			
-21.000	0.000	0.000	0.000	3.415	1.702	0.535	2.966	0.496	1.702			
-21.500	0.000	0.000	0.000	3.173	1.755	0.700	3.053	0.534	1.755			
-22.000	0.000	0.000	0.000	3.056	1.705	0.799	3.205	0.550	1.703			
-22.500	0.000	0.000	0.000	2.003	1.676	0.673	2.970	0.559	1.676			
-23.000	0.000	0.000	0.000	2.463	1.384	1.050	4.667	0.559	1.384			

Tablo . C.8. Hiz - moment grafikleri.

RP	X	Y	Z	MEAN	RMS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	9.646	0.771	-0.177	5.624	0.080	0.771			
-0.500	0.000	0.000	0.000	9.442	0.654	-0.773	4.336	0.069	0.654			
-1.000	0.000	0.000	0.000	9.562	0.697	-0.841	4.226	0.073	0.697			
-1.500	0.000	0.000	0.000	9.234	0.936	-1.099	6.174	0.101	0.936			
-2.000	0.000	0.000	0.000	9.604	0.653	-0.104	4.043	0.068	0.653			
-2.500	0.000	0.000	0.000	8.450	1.039	-0.330	2.757	0.123	1.039			
-3.000	0.000	0.000	0.000	9.549	0.998	-1.271	5.693	0.105	0.998			
-3.500	0.000	0.000	0.000	9.690	0.405	-0.904	4.062	0.042	0.405			
-4.000	0.000	0.000	0.000	9.525	0.417	-0.280	4.139	0.044	0.417			
-4.500	0.000	0.000	0.000	9.284	0.817	-0.597	4.639	0.088	0.817			
-5.000	0.000	0.000	0.000	9.337	0.522	-0.073	2.783	0.056	0.522			
-5.500	0.000	0.000	0.000	9.303	0.494	-0.125	1.921	0.053	0.494			
-6.000	0.000	0.000	0.000	9.394	0.658	-0.192	3.177	0.070	0.658			
-6.500	0.000	0.000	0.000	8.913	0.787	0.134	3.237	0.053	0.787			
-7.000	0.000	0.000	0.000	9.083	1.060	-0.690	3.599	0.117	1.060			
-7.500	0.000	0.000	0.000	9.163	0.667	-0.501	3.776	0.073	0.667			
-8.000	0.000	0.000	0.000	9.338	0.604	-0.210	3.649	0.045	0.604			
-8.500	0.000	0.000	0.000	9.035	1.075	-0.756	3.786	0.119	1.075			
-9.000	0.000	0.000	0.000	9.216	0.908	-0.819	3.992	0.099	0.908			
-9.500	0.000	0.000	0.000	7.909	1.632	-0.291	3.003	0.206	1.632			
-10.000	0.000	0.000	0.000	9.430	0.725	-0.229	4.032	0.077	0.725			
-10.500	0.000	0.000	0.000	8.443	1.586	-0.696	3.412	0.188	1.586			
-11.000	0.000	0.000	0.000	9.494	0.794	0.028	3.503	0.034	0.794			
-11.500	0.000	0.000	0.000	9.440	0.909	0.089	3.849	0.056	0.909			
-12.000	0.000	0.000	0.000	8.938	0.972	-0.438	4.025	0.109	0.972			
-12.500	0.000	0.000	0.000	9.126	0.992	-1.035	5.972	0.109	0.992			
-13.000	0.000	0.000	0.000	9.097	0.772	-0.618	7.489	0.085	0.772			
-13.500	0.000	0.000	0.000	8.231	1.670	-1.445	5.510	0.200	1.670			
-14.000	0.000	0.000	0.000	8.396	1.474	-1.178	4.811	0.176	1.474			
-14.500	0.000	0.000	0.000	7.631	1.795	-1.027	4.715	0.233	1.795			
-15.000	0.000	0.000	0.000	6.232	1.420	-0.770	3.806	0.173	1.420			
-15.500	0.000	0.000	0.000	7.359	1.742	-1.055	4.199	0.231	1.742			
-16.000	0.000	0.000	0.000	6.491	2.395	-0.465	2.307	0.369	2.395			
-17.000	0.000	0.000	0.000	6.167	2.088	-0.093	2.413	0.359	2.088			
-17.500	0.000	0.000	0.000	6.081	2.241	-0.186	2.197	0.368	2.241			
-18.000	0.000	0.000	0.000	4.935	2.421	0.401	2.421	0.430	2.421			
-18.500	0.000	0.000	0.000	5.157	2.035	0.188	2.449	0.395	2.035			
-19.000	0.000	0.000	0.000	5.360	2.150	-0.084	2.149	0.491	2.150			
-19.500	0.000	0.000	0.000	4.745	2.123	0.144	2.088	0.447	2.123			
-20.000	0.000	0.000	0.000	4.171	1.953	0.284	2.797	0.475	1.953			
-20.500	0.000	0.000	0.000	4.200	2.125	0.244	2.114	0.506	2.125			
-21.000	0.000	0.000	0.000	4.147	2.152	0.249	2.057	0.519	2.152			
-21.500	0.000	0.000	0.000	3.500	1.637	0.252	2.447	0.458	1.637			
-22.000	0.000	0.000	0.000	2.870	1.741	0.949	2.741	0.637	1.741			
-22.500	0.000	0.000	0.000	2.640	1.546	0.772	3.331	0.536	1.546			
-23.000	0.000	0.000	0.000	2.649	1.688	0.948	3.463	0.630	1.688			

Tablo . C.9. Hız - moment grafikleri.

PP - X	Y	Z	MEAN U	RMS U	U	NEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
-0.000	0.000	0.000	8.538	1.303	-0.310	3.662	0.153	1.303	
-0.500	0.000	0.000	9.086	0.812	-0.568	3.773	0.089	0.812	
-1.000	0.000	0.000	9.040	0.867	-1.032	6.503	0.096	0.867	
-1.500	0.000	0.000	8.894	0.786	-1.694	9.535	0.088	0.786	
-2.000	0.000	0.000	9.183	0.855	-0.911	4.480	0.094	0.855	
-2.500	0.000	0.000	7.957	1.454	-0.874	3.853	0.183	1.454	
-3.000	0.000	0.000	9.115	1.186	-0.795	4.514	0.128	1.186	
-3.500	0.000	0.000	8.777	1.130	-0.689	3.543	0.129	1.130	
-4.000	0.000	0.000	9.155	1.049	0.640	3.243	0.115	1.049	
-4.500	0.000	0.000	8.968	0.749	0.139	3.604	0.084	0.749	
-5.000	0.000	0.000	9.412	0.733	0.639	4.348	0.078	0.733	
-5.500	0.000	0.000	8.537	0.956	0.283	3.085	0.112	0.956	
-6.000	0.000	0.000	9.171	0.867	0.181	3.427	0.095	0.867	
-6.500	0.000	0.000	9.233	0.803	-0.194	4.047	0.087	0.803	
-7.000	0.000	0.000	9.054	0.839	0.275	2.751	0.093	0.839	
-7.500	0.000	0.000	8.902	1.337	-0.250	3.261	0.130	1.337	
-8.000	0.000	0.000	9.071	1.030	-0.450	4.675	0.114	1.030	
-8.500	0.000	0.000	9.070	1.033	-0.884	4.089	0.114	1.033	
-9.000	0.000	0.000	9.129	1.087	-0.707	4.073	0.119	1.087	
-9.500	0.000	0.000	9.113	0.969	-0.316	3.546	0.106	0.969	
-10.000	0.000	0.000	9.035	1.079	-0.063	3.435	0.119	1.079	
-10.500	0.000	0.000	9.378	1.024	-0.767	4.760	0.107	1.024	
-11.000	0.000	0.000	8.973	0.931	-0.441	3.061	0.104	0.931	
-11.500	0.000	0.000	9.036	0.935	-0.156	3.316	0.103	0.935	
-12.000	0.000	0.000	8.969	0.969	-0.009	3.164	0.108	0.969	
-12.500	0.000	0.000	8.384	1.315	-0.749	4.910	0.153	1.315	
-13.000	0.000	0.000	8.855	1.311	-0.510	3.283	0.148	1.311	
-13.500	0.000	0.000	8.592	1.573	-1.272	5.703	0.183	1.573	
-14.000	0.000	0.000	7.667	1.856	-0.884	4.435	0.242	1.856	
-14.500	0.000	0.000	8.370	1.543	-0.991	4.213	0.184	1.543	
-15.000	0.000	0.000	8.058	1.400	-0.904	4.052	0.174	1.400	
-15.500	0.000	0.000	7.510	1.805	-0.534	2.723	0.240	1.805	
-16.000	0.000	0.000	7.286	1.808	-0.734	3.040	0.248	1.808	
-16.500	0.000	0.000	7.086	1.992	-0.727	2.935	0.281	1.992	
-17.000	0.000	0.000	6.888	2.081	-0.937	3.187	0.302	2.081	
-17.500	0.000	0.000	3.338	2.187	-0.253	2.110	0.410	2.187	
-18.000	0.000	0.000	5.676	1.971	-0.087	2.488	0.347	1.971	
-18.500	0.000	0.000	5.408	2.384	-0.015	1.991	0.441	2.384	
-19.000	0.000	0.000	4.963	1.961	0.096	2.010	0.395	1.961	
-19.500	0.000	0.000	4.780	2.083	0.084	2.126	0.436	2.083	
-20.000	0.000	0.000	4.202	1.996	0.073	2.219	0.475	1.996	
-20.500	0.000	0.000	3.522	2.181	0.645	2.569	0.619	2.181	
-21.000	0.000	0.000	3.893	1.872	0.304	2.357	0.481	1.872	
-21.500	0.000	0.000	4.307	2.605	0.566	2.422	0.605	2.605	
-22.000	0.000	0.000	2.892	1.613	0.773	3.195	0.558	1.613	
-22.500	0.000	0.000	2.589	1.553	1.099	4.648	0.600	1.553	
-23.000	0.000	0.000	2.855	1.699	0.868	3.134	0.595	1.699	

Tablo . C.10. Hız - moment grafikleri.

PP - X	Y	Z	MEAN U	RMS U	U	NEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	5.777	1.132	-1.044	5.116	0.136	1.132	
0.500	0.000	0.000	5.698	1.056	-0.460	3.229	0.123	1.056	
1.000	0.000	0.000	7.841	1.366	-0.459	2.941	0.177	1.366	
1.500	0.000	0.000	5.937	1.383	-0.241	3.089	0.155	1.380	
2.000	0.000	0.000	5.682	1.245	-0.628	3.965	0.138	1.245	
2.500	0.000	0.000	5.631	1.643	-0.582	3.624	0.248	1.648	
3.000	0.000	0.000	5.535	1.593	-1.284	4.583	0.181	1.590	
3.500	0.000	0.000	5.751	1.195	-0.340	2.639	0.129	1.186	
4.000	0.000	0.000	5.841	1.282	-0.557	4.238	0.100	0.884	
4.500	0.000	0.000	5.856	1.265	0.426	4.183	0.140	1.243	
5.000	0.000	0.000	5.952	0.992	-1.056	6.188	0.115	0.992	
5.500	0.000	0.000	7.387	1.422	-0.350	2.819	0.142	1.132	
6.000	0.000	0.000	7.707	1.075	-0.733	3.036	0.140	1.079	
6.500	0.000	0.000	7.742	1.257	-0.965	5.030	0.201	1.557	
7.000	0.000	0.000	5.812	1.141	-1.050	4.553	0.136	1.161	
7.500	0.000	0.000	5.722	1.143	-0.455	3.483	0.131	1.148	
8.000	0.000	0.000	5.824	1.124	-0.127	4.907	0.124	1.124	
8.500	0.000	0.000	5.377	1.351	-0.371	5.912	0.117	1.061	
9.000	0.000	0.000	5.822	1.297	0.448	3.938	0.124	1.097	
9.500	0.000	0.000	5.824	1.172	0.478	3.537	0.128	1.172	
10.000	0.000	0.000	5.755	1.452	-0.375	2.676	0.234	1.592	
10.500	0.000	0.000	5.821	1.572	-0.535	3.649	0.245	1.872	
11.000	0.000	0.000	7.741	1.761	-0.766	3.462	0.241	1.911	
11.500	0.000	0.000	7.755	1.503	-0.347	3.107	0.195	1.509	
12.000	0.000	0.000	8.245	1.768	-1.504	5.589	0.209	1.768	
12.500	0.000	0.000	5.561	1.453	0.044	2.288	0.299	1.463	
13.000	0.000	0.000	5.268	1.454	-1.066	4.599	0.191	1.594	
13.500	0.000	0.000	5.933	1.553	-0.703	3.560	0.190	1.583	
14.000	0.000	0.000	5.751	1.592	-0.404	3.158	0.193	1.502	
14.500	0.000	0.000	5.242	2.141	-0.665	2.831	0.301	2.111	
15.000	0.000	0.000	5.756	1.642	-0.494	2.931	0.275	1.942	
15.500	0.000	0.000	5.774	1.692	-0.379	3.020	0.250	1.692	
16.000	0.000	0.000	5.747	2.048	0.254	2.836	0.383	2.048	
16.500	0.000	0.000	5.649	1.932	-0.483	2.616	0.302	1.932	
17.000	0.000	0.000	5.668	2.090	0.031	2.304	0.411	2.090	
17.500	0.000	0.000	5.485	1.835	-0.281	2.430	0.340	1.933	
18.000	0.000	0.000	5.554	2.361	-0.180	2.092	0.407	2.301	
18.500	0.000	0.000	5.781	2.021	-0.143	2.447	0.381	2.051	
19.000	0.000	0.000	5.776	2.129	0.517	2.253	0.492	2.129	
19.500	0.000	0.000	5.782	1.877	0.504	2.485	0.470	1.877	
20.000	0.000	0.000	5.782	1.964	0.390	2.740	0.455	1.964	
20.500	0.000	0.000	4.427	2.260	0.717	3.096	0.548	2.260	
21.000	0.000	0.000	5.727	1.619	0.488	2.588	0.344	1.919	
21.500	0.000	0.000	5.760	1.915	0.520	2.388	0.390	1.915	
22.000	0.000	0.000	5.457	1.722	0.512	2.916	0.503	1.738	
22.500	0.000	0.000	5.792	1.699	0.581	2.372	0.380	1.699	
23.000	0.000	0.000	5.785	1.785	0.412	2.871	0.526	1.789	

Tablo . C.16. Hız - moment grafikleri.

PP - X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEW U	FLAT U	TURB. ENERGY
0.000	0.000	0.000	1.355	0.340	0.452	3.941	0.246 0.340
-0.500	0.000	0.000	1.091	0.438	0.119	3.727	0.401 0.438
-1.000	0.000	0.000	1.201	0.523	0.503	3.283	0.289 0.523
-1.500	0.000	0.000	1.135	0.544	0.482	2.999	0.478 0.544
-2.000	0.000	0.000	1.062	0.519	1.123	5.418	0.300 0.519
-2.500	0.000	0.000	1.591	0.372	0.233	2.898	0.234 0.372
-3.000	0.000	0.000	1.850	0.460	0.808	3.916	0.249 0.460
-3.500	0.000	0.000	1.553	0.512	0.774	3.238	0.340 0.512
-4.000	0.000	0.000	1.592	0.450	0.497	4.601	0.270 0.450
-4.500	0.000	0.000	1.474	0.463	0.981	4.182	0.294 0.463
-5.000	0.000	0.000	1.749	0.599	0.981	4.233	0.338 0.599
-5.500	0.000	0.000	1.785	0.570	0.989	3.766	0.320 0.570
-6.000	0.000	0.000	1.601	0.676	0.706	3.671	0.435 0.676
-6.500	0.000	0.000	1.385	0.512	0.547	3.470	0.374 0.512
-7.000	0.000	0.000	1.470	0.470	1.069	4.276	0.334 0.470
-7.500	0.000	0.000	1.725	0.588	0.955	4.136	0.340 0.588
-8.000	0.000	0.000	1.125	0.544	1.292	3.339	0.337 0.544
-8.500	0.000	0.000	1.346	0.548	0.835	3.517	0.401 0.548
-9.000	0.000	0.000	1.372	0.417	1.211	4.729	0.443 0.417
-9.500	0.000	0.000	1.821	0.679	0.697	3.364	0.416 0.679
-10.000	0.000	0.000	1.234	0.534	1.046	4.779	0.400 0.534
-10.500	0.000	0.000	1.755	0.558	0.876	3.806	0.317 0.558
-11.000	0.000	0.000	1.572	0.540	0.763	3.464	0.469 0.540
-11.500	0.000	0.000	1.205	0.597	0.944	4.319	0.316 0.597
-12.000	0.000	0.000	1.445	0.632	0.556	2.857	0.437 0.632
-12.500	0.000	0.000	1.759	0.634	0.649	3.338	0.341 0.634
-13.000	0.000	0.000	1.477	0.493	0.999	3.239	0.333 0.493
-13.500	0.000	0.000	1.925	0.714	1.084	4.439	0.371 0.714
-14.000	0.000	0.000	1.258	0.596	0.521	2.879	0.439 0.596
-14.500	0.000	0.000	1.201	0.465	0.647	3.128	0.387 0.465
-15.000	0.000	0.000	1.704	0.680	0.290	2.716	0.399 0.680
-15.500	0.000	0.000	1.111	0.410	0.949	4.098	0.370 0.410
-16.000	0.000	0.000	1.747	0.667	0.782	3.547	0.382 0.667
-16.500	0.000	0.000	1.925	0.779	0.483	2.716	0.360 0.779
-17.000	0.000	0.000	1.577	0.675	0.468	2.648	0.403 0.675
-17.500	0.000	0.000	1.931	0.647	0.707	3.027	0.324 0.647
-18.000	0.000	0.000	1.255	0.447	0.331	2.867	0.277 0.447
-18.500	0.000	0.000	2.495	0.984	0.484	2.712	0.494 0.984
-19.000	0.000	0.000	1.548	0.835	0.544	2.895	0.532 0.835
-19.500	0.000	0.000	2.329	0.875	0.593	3.508	0.339 0.875
-20.000	0.000	0.000	1.372	0.596	0.355	2.881	0.433 0.596
-20.500	0.000	0.000	1.471	0.828	0.979	3.994	0.361 0.828

Tablo . C.15. Hız - moment grafikleri.

PP - X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEW U	FLAT U	TURB. ENERGY
0.000	0.000	0.000	1.886	0.566	0.460	3.363	0.300 0.566
-0.500	0.000	0.000	1.975	0.471	0.544	3.398	0.238 0.471
-1.000	0.000	0.000	1.705	0.493	0.333	3.631	0.289 0.493
-1.500	0.000	0.000	1.672	0.442	0.903	4.247	0.265 0.442
-2.000	0.000	0.000	1.416	0.433	0.207	2.502	0.306 0.433
-2.500	0.000	0.000	2.219	0.438	0.349	2.674	0.198 0.438
-3.000	0.000	0.000	1.822	0.401	0.258	3.034	0.220 0.401
-3.500	0.000	0.000	2.139	0.566	0.589	3.449	0.265 0.566
-4.000	0.000	0.000	1.808	0.427	0.896	4.232	0.236 0.427
-4.500	0.000	0.000	2.286	0.598	0.682	3.533	0.262 0.598
-5.000	0.000	0.000	2.169	0.595	0.841	3.819	0.274 0.595
-5.500	0.000	0.000	2.101	0.535	0.589	2.961	0.264 0.535
-6.000	0.000	0.000	2.189	0.528	0.401	2.808	0.241 0.528
-6.500	0.000	0.000	1.918	0.760	0.657	3.236	0.379 0.760
-7.000	0.000	0.000	2.231	0.517	0.768	3.660	0.229 0.517
-7.500	0.000	0.000	2.614	0.811	0.886	3.398	0.310 0.811
-8.000	0.000	0.000	2.079	0.640	1.047	4.025	0.308 0.640
-8.500	0.000	0.000	2.298	0.631	0.707	3.341	0.275 0.631
-9.000	0.000	0.000	2.373	0.682	0.338	2.747	0.265 0.682
-9.500	0.000	0.000	2.146	0.600	0.941	3.561	0.280 0.600
-10.000	0.000	0.000	1.898	0.481	1.186	4.197	0.339 0.481
-10.500	0.000	0.000	2.738	0.732	0.548	3.118	0.267 0.732
-11.000	0.000	0.000	2.189	0.655	0.774	3.744	0.299 0.655
-11.500	0.000	0.000	1.934	0.535	-0.084	3.803	0.277 0.535
-12.000	0.000	0.000	2.479	0.657	0.491	2.964	0.265 0.657
-12.500	0.000	0.000	1.936	0.936	1.206	4.593	0.483 0.936
-13.000	0.000	0.000	2.634	0.836	0.874	4.103	0.317 0.836
-13.500	0.000	0.000	2.400	0.739	0.936	3.738	0.308 0.739
-14.000	0.000	0.000	1.690	0.611	0.553	3.210	0.362 0.611
-14.500	0.000	0.000	2.633	0.726	0.374	2.689	0.276 0.726
-15.000	0.000	0.000	2.531	0.792	1.174	5.629	0.313 0.792
-15.500	0.000	0.000	2.076	0.647	0.548	3.071	0.312 0.647
-16.000	0.000	0.000	2.187	0.903	0.404	2.838	0.413 0.903
-16.500	0.000	0.000	1.992	0.635	0.418	2.589	0.329 0.635
-17.000	0.000	0.000	1.932	0.799	0.680	3.889	0.414 0.799
-17.500	0.000	0.000	2.268	0.917	0.208	2.518	0.404 0.917
-18.000	0.000	0.000	2.419	0.791	0.642	3.093	0.327 0.791
-18.500	0.000	0.000	2.722	0.849	0.067	2.542	0.312 0.849
-19.000	0.000	0.000	2.703	0.865	0.425	3.020	0.320 0.865
-19.500	0.000	0.000	2.220	0.867	0.769	3.223	0.391 0.867
-20.000	0.000	0.000	2.369	0.771	0.509	3.310	0.325 0.771
-20.500	0.000	0.000	2.258	0.920	0.363	2.812	0.407 0.920
-21.000	0.000	0.000	1.841	0.792	0.434	2.584	0.430 0.792
-21.500	0.000	0.000	1.879	0.745	0.636	3.606	0.397 0.745
-22.000	0.000	0.000	1.906	0.807	0.466	2.898	0.424 0.807
-22.500	0.000	0.000	2.140	0.941	0.147	2.438	0.449 0.941
-23.000	0.000	0.000	1.745	0.870	0.756	3.134	0.499 0.870

Tablo . C.17. Hız - moment grafikleri.

RP - X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKREW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	2.056	0.547	0.168	2.664	0.266	0.347
-0.500	0.000	0.000	2.032	0.502	0.954	4.806	0.247	0.502
-1.000	0.000	0.000	2.048	0.609	0.926	4.166	0.297	0.609
-1.500	0.000	0.000	2.198	0.475	0.611	3.147	0.216	0.475
-2.000	0.000	0.000	1.813	0.453	0.843	3.596	0.250	0.453
-2.500	0.000	0.000	2.120	0.467	0.463	3.331	0.220	0.467
-3.000	0.000	0.000	2.243	0.382	0.878	4.198	0.259	0.382
-3.500	0.000	0.000	1.935	0.423	1.139	4.782	0.219	0.423
-4.000	0.000	0.000	2.625	0.765	0.770	3.343	0.269	0.705
-4.500	0.000	0.000	2.258	0.575	0.990	4.556	0.255	0.575
-5.000	0.000	0.000	2.673	0.799	0.798	3.876	0.299	0.799
-5.500	0.000	0.000	2.709	0.648	0.307	2.535	0.239	0.648
-6.000	0.000	0.000	2.590	0.598	0.657	3.578	0.231	0.598
-6.500	0.000	0.000	2.123	0.678	0.718	3.912	0.320	0.678
-7.000	0.000	0.000	2.932	0.681	0.528	3.040	0.232	0.681
-7.500	0.000	0.000	2.739	0.976	0.431	2.726	0.356	0.976
-8.000	0.000	0.000	2.540	0.603	0.536	3.110	0.238	0.603
-8.500	0.000	0.000	2.706	0.750	0.278	2.576	0.277	0.750
-9.000	0.000	0.000	2.308	0.649	0.659	3.079	0.281	0.649
-9.500	0.000	0.000	2.540	0.847	0.875	3.288	0.333	0.847
-10.000	0.000	0.000	2.344	0.697	0.685	3.024	0.297	0.697
-10.500	0.000	0.000	2.252	0.648	0.910	3.491	0.288	0.648
-11.000	0.000	0.000	2.581	0.698	0.113	2.419	0.271	0.698
-11.500	0.000	0.000	2.606	0.666	0.722	4.089	0.256	0.666
-12.000	0.000	0.000	2.611	0.808	1.058	4.256	0.309	0.808
-12.500	0.000	0.000	3.252	0.887	0.466	2.994	0.273	0.887
-13.000	0.000	0.000	2.627	0.735	0.791	3.495	0.287	0.735
-13.500	0.000	0.000	2.853	0.783	0.518	3.096	0.275	0.783
-14.000	0.000	0.000	3.092	0.846	0.382	2.750	0.274	0.846
-14.500	0.000	0.000	3.115	0.855	0.346	2.820	0.274	0.855
-15.000	0.000	0.000	2.956	0.889	0.617	3.429	0.301	0.889
-15.500	0.000	0.000	3.177	0.885	0.248	2.334	0.278	0.885
-16.000	0.000	0.000	2.745	0.875	0.119	2.747	0.319	0.875
-16.500	0.000	0.000	2.843	0.817	0.571	3.326	0.287	0.817
-17.000	0.000	0.000	2.576	0.935	0.665	3.712	0.363	0.935
-17.500	0.000	0.000	3.064	0.783	0.346	2.693	0.256	0.783
-18.000	0.000	0.000	2.925	1.088	0.510	3.140	0.372	1.088
-18.500	0.000	0.000	2.549	0.922	0.589	3.154	0.362	0.922
-19.000	0.000	0.000	2.810	0.999	0.261	3.058	0.355	0.999
-19.500	0.000	0.000	2.436	1.172	0.587	2.968	0.461	1.172
-20.000	0.000	0.000	2.435	0.941	0.817	3.160	0.386	0.941
-20.500	0.000	0.000	2.499	1.126	0.196	2.344	0.451	1.126
-21.000	0.000	0.000	2.333	0.930	0.442	3.135	0.399	0.930
-21.500	0.000	0.000	2.534	1.084	0.411	2.900	0.428	1.084
-22.000	0.000	0.000	2.643	1.153	0.327	2.513	0.436	1.153
-22.500	0.000	0.000	2.136	1.178	0.761	3.656	0.548	1.170
-23.000	0.000	0.000	1.732	0.964	0.776	3.076	0.556	0.964

EK. D. (Deney C)

($\alpha = -90^\circ, -67,5^\circ, \dots + 67,5^\circ, +90^\circ$) sapma açları altında, A. Blok III, IV ve Ö.Blok (H=100 mm.) kullanılarak ölçülen 0-25 mm. ranjındaki düşey hız profiline moment değerleri



Tablo . D.1. Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . D.2. Hız - moment grafikleri.

RR -	X	Y	Z	MEAN U	STDS U	SKEW U	FLAT U	TURB-ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.308	0.000	0.000	0.000	-0.732	0.277	0.135	0.831	0.481
-1.000	0.000	0.000	0.000	-0.873	0.299	0.125	0.789	0.439
-1.700	0.000	0.000	0.000	-0.974	0.311	0.096	0.531	0.351
-2.000	0.000	0.000	0.000	-1.022	0.319	0.095	0.355	0.355
-2.900	0.000	0.000	0.000	-1.080	0.333	0.085	0.385	0.385
-3.000	0.000	0.000	0.000	-1.123	0.341	0.055	0.386	0.386
-3.500	0.000	0.000	0.000	-1.177	0.350	0.040	0.310	0.310
-4.000	0.000	0.000	0.000	-1.227	0.357	0.057	0.419	0.419
-4.500	0.000	0.000	0.000	-1.275	0.368	0.038	0.778	0.778
-5.000	0.000	0.000	0.000	-1.320	0.378	0.035	0.753	0.753
-5.500	0.000	0.000	0.000	-1.363	0.380	0.031	0.244	0.244
-6.000	0.000	0.000	0.000	-1.404	0.384	0.046	0.728	0.728
-6.500	0.000	0.000	0.000	-1.443	0.388	0.065	0.466	0.466
-7.000	0.000	0.000	0.000	-1.480	0.393	0.065	0.321	0.321
-7.500	0.000	0.000	0.000	-1.515	0.398	0.041	0.425	0.425
-8.000	0.000	0.000	0.000	-1.548	0.404	0.049	0.342	0.342
-8.500	0.000	0.000	0.000	-1.579	0.412	0.050	0.332	0.332
-9.000	0.000	0.000	0.000	-1.608	0.420	0.048	0.379	0.379
-9.500	0.000	0.000	0.000	-1.635	0.428	0.036	0.175	0.175
-10.000	0.000	0.000	0.000	-1.660	0.436	0.025	0.282	0.282
-10.500	0.000	0.000	0.000	-1.683	0.444	0.035	0.366	0.366
-11.000	0.000	0.000	0.000	-1.705	0.451	0.033	0.417	0.417
-11.500	0.000	0.000	0.000	-1.725	0.458	0.048	0.287	0.287
-12.000	0.000	0.000	0.000	-1.743	0.464	0.037	0.484	0.484
-12.500	0.000	0.000	0.000	-1.759	0.469	0.067	0.522	0.522
-13.000	0.000	0.000	0.000	-1.773	0.475	0.056	0.440	0.440
-13.500	0.000	0.000	0.000	-1.785	0.480	0.045	0.347	0.347
-14.000	0.000	0.000	0.000	-1.795	0.486	0.031	0.239	0.239
-14.500	0.000	0.000	0.000	-1.803	0.491	0.045	0.725	0.725
-15.000	0.000	0.000	0.000	-1.809	0.496	0.045	0.451	0.451
-15.500	0.000	0.000	0.000	-1.813	0.500	0.031	0.239	0.239
-16.000	0.000	0.000	0.000	-1.816	0.503	0.031	0.239	0.239
-16.500	0.000	0.000	0.000	-1.818	0.506	0.030	0.236	0.236
-17.000	0.000	0.000	0.000	-1.819	0.509	0.034	0.289	0.289
-17.500	0.000	0.000	0.000	-1.820	0.512	0.045	0.735	0.735
-18.000	0.000	0.000	0.000	-1.820	0.515	0.045	0.631	0.631
-18.500	0.000	0.000	0.000	-1.820	0.518	0.045	0.811	0.811
-19.000	0.000	0.000	0.000	-1.820	0.521	0.045	1.004	1.004
-19.500	0.000	0.000	0.000	-1.820	0.524	0.045	1.197	1.197
-20.000	0.000	0.000	0.000	-1.820	0.527	0.045	1.390	1.390
-20.500	0.000	0.000	0.000	-1.820	0.530	0.045	1.583	1.583

Tablo . D.3. Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . D.4. Hiz - moment grafikleri.

RR -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEN U	FLAT U	TURBULENCE	
0.000	0.000	0.000	0.000	7.772	0.420	-1.052	5.275	0.055	0.430
-0.006	0.005	0.005	0.005	7.942	0.419	-1.028	6.512	0.046	0.519
-0.006	0.005	0.005	0.005	8.112	0.418	-0.759	5.855	0.059	0.480
-0.006	0.005	0.005	0.005	8.282	0.417	-2.004	11.988	0.042	0.532
-0.006	0.005	0.005	0.005	8.452	0.416	-1.373	5.272	0.042	0.332
-0.006	0.005	0.005	0.005	8.622	0.415	-0.478	2.524	0.031	0.259
-0.006	0.005	0.005	0.005	8.792	0.414	-0.827	3.081	0.051	0.413
-0.006	0.005	0.005	0.005	8.962	0.413	-0.492	4.659	0.030	0.235
-0.006	0.005	0.005	0.005	9.132	0.412	-0.254	2.324	0.034	0.289
-0.006	0.005	0.005	0.005	9.302	0.411	-0.723	-0.198	0.036	0.313
-0.006	0.005	0.005	0.005	9.472	0.410	0.245	3.955	0.043	0.355
-0.006	0.005	0.005	0.005	9.642	0.409	-1.657	21.717	0.044	0.380
-0.006	0.005	0.005	0.005	9.812	0.408	-0.076	8.400	0.030	0.253
-0.006	0.005	0.005	0.005	9.982	0.407	0.155	-0.933	0.034	0.299
-0.006	0.005	0.005	0.005	10.152	0.406	-0.777	2.513	0.047	0.379
-0.006	0.005	0.005	0.005	10.322	0.405	0.155	3.417	0.042	0.354
-0.006	0.005	0.005	0.005	10.492	0.404	-0.455	4.415	0.045	0.357
-0.006	0.005	0.005	0.005	10.662	0.403	0.114	2.474	0.035	0.286
-0.006	0.005	0.005	0.005	10.832	0.402	0.765	3.765	0.050	0.419
-0.006	0.005	0.005	0.005	11.002	0.401	-0.570	27.426	0.071	0.627
-0.006	0.005	0.005	0.005	11.172	0.400	-1.457	32.594	0.089	0.579
-0.006	0.005	0.005	0.005	11.342	0.399	-0.620	6.571	0.052	0.445
-0.006	0.005	0.005	0.005	11.512	0.398	-0.757	25.498	0.094	0.794
-0.006	0.005	0.005	0.005	11.682	0.397	-0.725	12.148	0.100	0.855
-0.006	0.005	0.005	0.005	11.852	0.396	-0.768	14.570	0.087	0.740
-0.006	0.005	0.005	0.005	12.022	0.395	-0.557	8.870	0.107	0.892
-0.006	0.005	0.005	0.005	12.192	0.394	-1.581	6.954	0.124	1.023
-0.006	0.005	0.005	0.005	12.362	0.393	-0.751	7.513	0.110	0.904
-0.006	0.005	0.005	0.005	12.532	0.392	-1.377	2.324	0.171	1.330
-0.006	0.005	0.005	0.005	12.702	0.391	-0.376	4.669	0.184	1.468
-0.006	0.005	0.005	0.005	12.872	0.390	-1.054	4.353	0.153	1.195
-0.006	0.005	0.005	0.005	13.042	0.389	-0.794	4.978	0.165	1.222
-0.006	0.005	0.005	0.005	13.212	0.388	-0.553	3.266	0.221	1.578
-0.006	0.005	0.005	0.005	13.382	0.387	-0.477	2.677	0.271	1.822
-0.006	0.005	0.005	0.005	13.552	0.386	-0.508	2.751	0.259	1.640
-0.006	0.005	0.005	0.005	13.722	0.385	-0.564	2.432	0.271	1.787
-0.006	0.005	0.005	0.005	13.892	0.384	-0.374	2.392	0.283	1.719
-0.006	0.005	0.005	0.005	14.062	0.383	-0.443	2.907	0.276	1.738
-0.006	0.005	0.005	0.005	14.232	0.382	-0.443	2.907	0.276	1.738
-0.006	0.005	0.005	0.005	14.402	0.381	-0.372	2.940	0.321	1.765
-0.006	0.005	0.005	0.005	14.572	0.380	-0.352	2.798	0.315	1.855
-0.006	0.005	0.005	0.005	14.742	0.379	-0.352	2.798	0.315	1.855
-0.006	0.005	0.005	0.005	14.912	0.378	-0.379	2.316	0.331	1.804
-0.006	0.005	0.005	0.005	15.082	0.377	-0.379	2.316	0.331	1.804
-0.006	0.005	0.005	0.005	15.252	0.376	-0.379	2.477	0.363	1.836
-0.006	0.005	0.005	0.005	15.422	0.375	-0.341	2.979	0.379	1.625
-0.006	0.005	0.005	0.005	15.592	0.374	-0.255	3.057	0.363	1.567
-0.006	0.005	0.005	0.005	15.762	0.373	-0.155	2.573	0.367	1.607
-0.006	0.005	0.005	0.005	15.932	0.372	-0.079	2.250	0.393	1.571
-0.006	0.005	0.005	0.005	16.102	0.371	-0.079	2.250	0.393	1.571

Tablo . D.5. Hiz - moment grafikleri.

RP	X	Y	Z	SEANU	IMS	U	SEW	U	FLAT	U	TORU	ENERGY
0.000	0.000	0.000	1.250	1.375	0.220	2.637	0.324	1.375				
-0.300	0.000	0.000	5.275	1.875	-0.636	3.483	0.283	1.875				
-1.000	0.000	0.000	9.426	0.633	-1.270	5.034	0.067	0.633				
-1.300	0.000	0.000	10.005	0.614	-2.023	9.184	0.061	0.614				
-2.000	0.000	0.000	10.191	0.361	-0.340	2.277	0.035	0.361				
-2.500	0.000	0.000	9.551	0.345	-0.332	5.161	0.035	0.345				
-3.000	0.000	0.000	9.923	0.443	-0.431	3.253	0.044	0.443				
-3.500	0.000	0.000	10.273	0.442	-0.384	2.131	0.043	0.442				
-4.000	0.000	0.000	10.410	0.309	-0.404	-5.336	0.030	0.309				
-4.500	0.000	0.000	10.222	0.419	-0.422	2.907	0.039	0.419				
-5.000	0.000	0.000	10.011	0.317	-0.154	2.520	0.036	0.317				
-5.500	0.000	0.000	10.215	0.221	-0.172	7.346	0.027	0.221				
-6.000	0.000	0.000	10.224	0.137	-0.148	1.806	0.035	0.137				
-6.500	0.000	0.000	10.435	0.295	-0.373	0.372	0.028	0.295				
-7.000	0.000	0.000	10.450	0.274	-0.183	-1.433	0.026	0.274				
-7.500	0.000	0.000	10.272	0.289	0.285	5.127	0.027	0.289				
-8.000	0.000	0.000	10.428	0.320	0.402	-1.926	0.031	0.320				
-8.500	0.000	0.000	10.222	0.325	0.115	4.357	0.030	0.325				
-9.000	0.000	0.000	10.420	0.331	-0.343	3.798	0.032	0.331				
-9.500	0.000	0.000	10.215	0.317	-0.157	11.451	0.034	0.317				
-10.000	0.000	0.000	10.272	0.322	0.115	5.775	0.031	0.322				
-10.500	0.000	0.000	10.471	0.358	-0.064	3.401	0.048	0.358				
-11.000	0.000	0.000	10.453	0.460	0.351	2.551	0.045	0.460				
-11.500	0.000	0.000	10.120	0.443	0.072	2.533	0.042	0.443				
-12.000	0.000	0.000	10.404	0.371	-0.170	7.330	0.035	0.371				
-12.500	0.000	0.000	10.317	0.741	-0.127	8.949	0.072	0.741				
-13.000	0.000	0.000	10.441	0.772	0.560	6.084	0.070	0.772				
-13.500	0.000	0.000	10.222	0.921	-0.179	5.859	0.090	0.921				
-14.000	0.000	0.000	9.722	1.173	-1.508	6.412	0.121	1.173				
-14.500	0.000	0.000	9.155	1.192	-1.271	4.451	0.145	1.192				
-15.000	0.000	0.000	9.023	1.717	-0.955	4.580	0.187	1.707				
-15.500	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-16.000	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-16.500	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-17.000	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-17.500	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-18.000	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-18.500	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-19.000	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-19.500	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-20.000	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-20.500	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-21.000	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-21.500	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-22.000	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-22.500	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				
-23.000	0.000	0.000	9.023	1.817	-1.011	4.377	0.174	1.817				

Tablo . D.6. Hiz - moment grafikleri.

RP	X	Y	Z	SEANU	IMS	U	SEW	U	FLAT	U	TORU	ENERGY
0.000	0.000	0.000	5.772	0.717	-2.519	12.726	0.073	0.717				
-0.300	0.000	0.000	5.822	0.530	-1.048	6.155	0.056	0.530				
-1.000	0.000	0.000	5.775	0.132	-2.326	11.307	0.067	0.132				
-1.300	0.000	0.000	5.775	0.375	-2.512	13.348	0.059	0.375				
-2.000	0.000	0.000	5.273	1.135	-1.408	4.909	0.123	1.135				
-2.500	0.000	0.000	6.211	0.755	-0.339	3.342	0.118	0.755				
-3.000	0.000	0.000	6.211	0.772	-2.443	10.542	0.080	0.772				
-3.500	0.000	0.000	5.839	0.328	-2.530	12.982	0.053	0.328				
-4.000	0.000	0.000	5.775	0.449	-1.526	7.170	0.046	0.449				
-4.500	0.000	0.000	5.775	0.783	-1.036	5.589	0.040	0.783				
-5.000	0.000	0.000	5.215	0.319	-0.216	0.975	0.032	0.319				
-5.500	0.000	0.000	5.273	0.261	-0.541	5.162	0.027	0.261				
-6.000	0.000	0.000	5.273	0.252	-0.458	4.649	0.029	0.252				
-6.500	0.000	0.000	5.273	0.275	-0.721	1.620	0.030	0.275				
-7.000	0.000	0.000	5.273	0.253	-0.131	2.453	0.027	0.253				
-7.500	0.000	0.000	5.273	0.373	-0.597	5.523	0.038	0.373				
-8.000	0.000	0.000	5.273	0.215	-0.135	6.497	0.032	0.215				
-8.500	0.000	0.000	5.273	0.259	-0.279	2.468	0.037	0.259				
-9.000	0.000	0.000	5.273	0.291	-0.257	-0.899	0.030	0.291				
-10.000	0.000	0.000	5.273	0.215	-0.135	3.257	0.042	0.215				
-10.500	0.000	0.000	5.273	0.259	-0.050	-3.537	0.026	0.259				
-11.000	0.000	0.000	5.273	0.314	-0.422	1.904	0.036	0.314				
-11.500	0.000	0.000	5.273	0.250	0.375	-2.302	0.029	0.250				
-12.000	0.000	0.000	5.273	0.383	0.400	2.870	0.038	0.383				
-12.500	0.000	0.000	5.273	0.225	0.416	5.358	0.038	0.225				
-13.000	0.000	0.000	5.273	0.254	-1.747	13.019	0.054	0.254				
-13.500	0.000	0.000	5.273	0.473	-2.847	21.538	0.048	0.473				
-14.000	0.000	0.000	5.273	0.659	-2.847	21.538	0.048	0.659				
-14.500	0.000	0.000	5.273	0.765	-1.110	6.643	0.077	0.765				
-15.000	0.000	0.000	5.273	0.668	-1.013	7.856	0.061	0.668				
-15.500	0.000	0.000	5.273	0.745	-1.060	5.718	0.076	0.745				
-16.000	0.000	0.000	5.273	0.833	-0.117	6.914	0.068	0.833				
-16.500	0.000	0.000	5.273	0.591	-1.525	5.650	0.126	1.591				
-17.000	0.000	0.000	5.273	1.273	-2.017	8.982	0.129	1.273				
-17.500	0.000	0.000	5.273	1.171	-1.946	7.942	0.127	1.171				
-18.000	0.000	0.000	5.273	1.303	-0.629	3.082	0.157	1.303				
-18.500	0.000	0.000	5.273	1.303	-1.235	4.716	0.165	1.303				
-19.000	0.000	0.000	5.273	1.478	-1.265	4.907	0.158	1.478				
-19.500	0.000	0.000	5.273	1.573	-0.403	2.844	0.258	1.573				
-20.000	0.000	0.000	5.273	1.931	-0.488	2.612	0.278	1.931				
-20.500	0.000	0.000	5.273	1.931	-0.488	2.612	0.278	1.931				
-21.000	0.000	0.000	5.273	1.931	-0.488	2.612	0.278	1.931				
-21.500	0.000	0.000	5.273	1.931	-0.488	2.612	0.278	1.931				
-22.000	0.000	0.000	5.273	1.931	-0.488	2.612	0.278	1.931				
-22.500	0.000	0.000	5.273	1.931	-0.488	2.612	0.278	1.931				
-23.000	0.000	0.000	5.273	1.931	-0.488	2.612	0.278	1.931				

Tablo . D.9. Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . D.10. Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . D.12. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEYAN U	HS U	SKEN U	FLAT U	TURB.ENERGY
	0.000	0.000	0.000	5.531	0.844	-0.637	3.085	0.133 0.844
	-0.500	0.000	0.000	3.213	0.700	-0.846	3.810	0.134 0.700
	-1.000	0.000	0.000	4.560	0.786	-0.187	2.424	0.172 0.786
	-1.500	0.000	0.000	4.799	0.814	-0.039	2.600	0.170 0.814
	-2.000	0.000	0.000	5.188	0.800	-0.336	2.847	0.134 0.800
	-2.500	0.000	0.000	5.644	0.827	-0.773	3.344	0.147 0.827
	-3.000	0.000	0.000	6.011	0.848	-0.715	3.170	0.108 0.848
	-3.500	0.000	0.000	6.208	0.833	-0.844	3.790	0.102 0.833
	-4.000	0.000	0.000	6.193	0.562	-0.449	3.844	0.091 0.562
	-4.500	0.000	0.000	6.295	0.521	-0.938	5.996	0.083 0.521
	-5.000	0.000	0.000	6.397	0.576	-0.521	3.079	0.089 0.576
	-5.500	0.000	0.000	6.362	0.507	-1.038	5.510	0.080 0.507
	-6.000	0.000	0.000	6.651	0.449	-0.684	3.625	0.068 0.449
	-6.500	0.000	0.000	6.662	0.556	-0.604	3.334	0.083 0.556
	-7.000	0.000	0.000	6.353	0.544	-0.495	4.989	0.083 0.544
	-7.500	0.000	0.000	7.043	0.446	-0.307	2.947	0.063 0.446
	-8.000	0.000	0.000	7.024	0.386	0.013	3.741	0.094 0.386
	-8.500	0.000	0.000	6.831	0.389	-0.432	2.381	0.045 0.389
	-9.000	0.000	0.000	6.903	0.341	-0.383	2.532	0.049 0.341
	-9.500	0.000	0.000	6.832	0.377	-0.605	4.656	0.055 0.377
	-10.000	0.000	0.000	6.245	0.525	-0.428	2.714	0.084 0.525
	-10.500	0.000	0.000	6.603	0.441	-0.583	3.703	0.067 0.441
	-11.000	0.000	0.000	6.976	0.403	-0.066	2.158	0.058 0.403
	-11.500	0.000	0.000	6.957	0.210	-0.448	2.335	0.045 0.210
	-12.000	0.000	0.000	7.085	0.256	-0.500	2.372	0.042 0.256
	-12.500	0.000	0.000	7.241	0.224	-0.404	1.028	0.031 0.224
	-13.000	0.000	0.000	6.833	0.508	-0.122	1.906	0.076 0.508
	-13.500	0.000	0.000	6.158	0.383	0.552	3.408	0.062 0.383
	-14.000	0.000	0.000	6.530	0.281	-0.994	4.354	0.041 0.281
	-14.500	0.000	0.000	6.675	0.347	-0.207	3.467	0.057 0.347
	-15.000	0.000	0.000	6.844	0.537	-0.541	2.100	0.081 0.537
	-15.500	0.000	0.000	7.240	0.171	0.062	8.409	0.024 0.171
	-16.000	0.000	0.000	6.190	0.176	-0.405	5.457	0.025 0.176
	-16.500	0.000	0.000	6.608	0.409	-0.443	2.089	0.062 0.409
	-17.000	0.000	0.000	7.082	0.174	-0.616	-1.798	0.025 0.174
	-17.500	0.000	0.000	6.878	0.610	-0.338	1.770	0.089 0.610
	-18.000	0.000	0.000	6.853	0.303	-0.238	7.632	0.044 0.303
	-18.500	0.000	0.000	6.931	0.247	0.931	3.449	0.038 0.247
	-19.000	0.000	0.000	6.455	0.362	0.254	3.943	0.036 0.362
	-19.500	0.000	0.000	7.202	0.277	0.626	3.285	0.038 0.277
	-20.000	0.000	0.000	6.916	0.518	-0.393	3.701	0.046 0.518
	-20.500	0.000	0.000	7.066	0.293	-1.156	9.754	0.041 0.293
	-21.000	0.000	0.000	6.806	0.276	-0.087	2.950	0.041 0.276
	-21.500	0.000	0.000	7.225	0.285	-0.002	8.871	0.039 0.285
	-22.000	0.000	0.000	6.782	0.428	0.119	4.584	0.063 0.428
	-22.500	0.000	0.000	7.060	0.389	-1.955	10.051	0.054 0.389
	-23.000	0.000	0.000	6.901	0.437	-0.976	5.431	0.063 0.437

Tablo . D.11. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEYAN U	HS U	SKEN U	FLAT U	TURB.ENERGY
	0.000	0.000	3.919	0.778	-0.165	2.376	0.199	0.778
	-0.500	0.000	3.993	0.781	-0.053	2.477	0.193	0.781
	-1.000	0.000	3.719	0.777	-0.082	2.883	0.209	0.777
	-1.500	0.000	3.501	0.793	0.136	2.988	0.227	0.793
	-2.000	0.000	3.993	0.735	-0.023	2.446	0.181	0.735
	-2.500	0.000	4.495	0.772	-0.057	2.617	0.172	0.772
	-3.000	0.000	4.857	0.760	-0.140	2.540	0.157	0.760
	-3.500	0.000	5.017	0.643	-0.219	2.779	0.128	0.643
	-4.000	0.000	5.098	0.682	-0.291	2.883	0.134	0.682
	-4.500	0.000	5.223	0.640	-0.318	3.273	0.122	0.640
	-5.000	0.000	5.195	0.760	-0.219	3.083	0.146	0.760
	-5.500	0.000	5.495	0.576	-0.266	3.011	0.108	0.576
	-6.000	0.000	5.295	0.710	-0.365	3.046	0.134	0.710
	-6.500	0.000	5.278	0.575	-0.017	2.995	0.110	0.575
	-7.000	0.000	5.782	0.522	0.129	2.764	0.098	0.522
	-7.500	0.000	5.705	0.596	-0.284	3.254	0.113	0.596
	-8.000	0.000	4.890	0.655	-0.222	2.341	0.128	0.655
	-8.500	0.000	5.112	0.584	-0.368	2.974	0.110	0.584
	-9.000	0.000	5.454	0.594	-0.437	3.361	0.108	0.594
	-9.500	0.000	5.503	0.542	-0.419	2.860	0.089	0.543
	-10.000	0.000	5.195	0.587	-0.447	2.672	0.113	0.587
	-10.500	0.000	5.301	0.999	-0.212	3.140	0.113	0.999
	-11.000	0.000	5.612	0.657	-0.344	3.153	0.117	0.657
	-11.500	0.000	5.240	0.634	-0.379	3.033	0.121	0.634
	-12.000	0.000	5.120	0.563	-0.512	2.782	0.110	0.563
	-12.500	0.000	5.203	0.597	0.083	2.649	0.133	0.691
	-13.000	0.000	5.126	0.677	-0.522	3.024	0.133	0.677
	-13.500	0.000	5.621	0.749	-0.828	3.708	0.133	0.749
	-14.000	0.000	5.372	0.697	-0.461	3.339	0.131	0.697
	-14.500	0.000	5.254	0.689	-0.165	2.626	0.131	0.689
	-15.000	0.000	5.425	0.535	-0.676	3.497	0.114	0.583
	-15.500	0.000	5.407	0.790	-0.193	2.543	0.147	0.790
	-16.000	0.000	5.607	0.672	-0.465	3.107	0.146	0.791
	-16.500	0.000	5.403	0.691	-0.229	2.616	0.123	0.691
	-17.000	0.000	5.272	0.763	-0.085	2.309	0.145	0.763
	-17.500	0.000	5.137	0.737	-0.357	2.566	0.144	0.737
	-18.000	0.000	5.145	0.766	-0.124	2.216	0.138	0.766
	-18.500	0.000	5.457	0.699	-0.256	2.234	0.136	0.699
	-19.000	0.000	5.757	0.757	-0.303	2.993	0.141	0.757
	-19.500	0.000	5.621	0.767	-0.437	2.805	0.145	0.767
	-20.000	0.000	5.409	0.872	-0.209	2.705	0.150	0.872
	-20.500	0.000	5.710	0.770	-0.195	2.303	0.174	0.872
	-21.000	0.000	5.365	0.770	-0.012	2.534	0.152	0.770
	-21.500	0.000	4.741	0.801	-0.102	2.373	0.169	0.801
	-22.000	0.000	4.455	0.670	0.163	2.891	0.143	0.670
	-22.500	0.000	4.508	0.704	0.047	2.766	0.156	0.704
	-23.000	0.000	4.738	0.806	-0.066	2.336	0.170	0.806

Tablo D.13. Hiz - moment grafikleri.

PP	X	Y	Z	SEAYI	RMS U	SEKIU	FLAT U	TORRE U	ENERJY
-0.500	0.000	0.000	0.000	6.449	0.724	-1.870	8.832	0.110	0.728
-0.500	0.000	0.000	0.000	7.008	0.738	-1.633	7.382	0.105	0.738
-1.000	0.000	0.000	0.000	6.401	0.758	-2.150	11.479	0.118	0.758
-1.500	0.000	0.000	0.000	7.048	0.875	-1.511	6.018	0.124	0.875
-2.000	0.000	0.000	0.000	7.298	0.568	-1.072	5.499	0.078	0.568
-2.500	0.000	0.000	0.000	7.271	0.501	-0.505	3.307	0.069	0.501
-3.000	0.000	0.000	0.000	7.619	0.496	-1.705	9.784	0.065	0.496
-3.500	0.000	0.000	0.000	8.153	0.533	-0.478	2.997	0.043	0.533
-4.000	0.000	0.000	0.000	7.339	0.476	-0.165	2.630	0.063	0.476
-4.500	0.000	0.000	0.000	7.594	0.390	-0.085	2.275	0.051	0.390
-5.000	0.000	0.000	0.000	7.588	0.490	-0.143	2.352	0.065	0.490
-5.500	0.000	0.000	0.000	7.972	0.535	-0.470	2.407	0.042	0.535
-6.000	0.000	0.000	0.000	8.386	0.284	-1.166	3.966	0.035	0.284
-6.500	0.000	0.000	0.000	7.999	0.339	-0.835	2.955	0.045	0.339
-7.000	0.000	0.000	0.000	8.419	0.304	-0.491	3.983	0.036	0.304
-7.500	0.000	0.000	0.000	8.502	0.247	-0.514	-3.887	0.029	0.247
-8.000	0.000	0.000	0.000	7.830	0.317	-0.692	2.804	0.040	0.317
-8.500	0.000	0.000	0.000	8.305	0.215	0.008	-3.819	0.026	0.215
-9.000	0.000	0.000	0.000	8.354	0.242	-0.005	0.296	0.028	0.242
-9.500	0.000	0.000	0.000	7.846	0.312	-0.226	1.082	0.040	0.312
-10.000	0.000	0.000	0.000	8.637	0.331	-0.858	2.750	0.038	0.331
-10.500	0.000	0.000	0.000	8.578	0.350	0.268	4.732	0.041	0.350
-11.000	0.000	0.000	0.000	8.002	0.326	-0.100	1.170	0.041	0.326
-11.500	0.000	0.000	0.000	7.955	0.369	-0.414	2.697	0.046	0.369
-12.000	0.000	0.000	0.000	8.244	0.302	0.008	4.277	0.037	0.302
-12.500	0.000	0.000	0.000	7.586	0.456	-0.149	2.116	0.060	0.456
-13.000	0.000	0.000	0.000	8.450	0.229	0.049	4.307	0.027	0.229
-13.500	0.000	0.000	0.000	7.537	0.397	0.099	2.783	0.053	0.397
-14.000	0.000	0.000	0.000	8.253	0.316	0.503	8.888	0.038	0.316
-14.500	0.000	0.000	0.000	7.499	0.533	0.218	2.606	0.074	0.533
-15.000	0.000	0.000	0.000	8.568	0.444	-0.585	8.721	0.052	0.444
-15.500	0.000	0.000	0.000	8.400	0.599	-1.555	14.139	0.071	0.599
-16.000	0.000	0.000	0.000	8.430	0.385	-1.619	19.512	0.046	0.385
-16.500	0.000	0.000	0.000	8.363	0.371	-0.637	6.339	0.044	0.371
-17.000	0.000	0.000	0.000	8.400	0.454	-1.271	6.796	0.054	0.454
-17.500	0.000	0.000	0.000	8.387	0.607	-2.108	18.546	0.072	0.607
-18.000	0.000	0.000	0.000	8.233	0.560	-0.536	9.031	0.068	0.560
-18.500	0.000	0.000	0.000	8.155	0.999	-1.965	8.968	0.122	0.999
-19.000	0.000	0.000	0.000	8.244	0.762	-1.260	7.455	0.092	0.762
-19.500	0.000	0.000	0.000	8.126	1.028	-1.993	9.041	0.126	1.028
-20.000	0.000	0.000	0.000	7.507	1.425	-1.298	4.381	0.189	1.425
-20.500	0.000	0.000	0.000	7.996	0.949	-1.754	7.250	0.119	0.949
-21.000	0.000	0.000	0.000	7.539	1.125	-1.165	5.173	0.149	1.125
-21.500	0.000	0.000	0.000	7.181	1.309	-1.074	4.383	0.182	1.309
-22.000	0.000	0.000	0.000	7.445	1.501	-1.192	4.900	0.175	1.501
-22.500	0.000	0.000	0.000	6.763	1.379	-0.469	2.611	0.204	1.379
-23.000	0.000	0.000	0.000	7.268	1.088	-0.776	4.163	0.150	1.088

Tablo D.14. Hiz - moment grafikleri.

PP	X	Y	Z	SEAYI	RMS U	SEKIU	FLAT U	TORRE U	ENERJY
0.000	0.000	0.000	0.000	6.572	0.796	-1.359	5.945	0.093	0.796
-0.500	0.000	0.000	0.000	9.082	0.799	-1.914	10.317	0.078	0.799
-1.000	0.000	0.000	0.000	8.276	0.994	-1.514	6.813	0.120	0.994
-1.500	0.000	0.000	0.000	8.882	0.899	-1.986	8.644	0.101	0.899
-2.000	0.000	0.000	0.000	9.040	0.633	-1.780	8.080	0.070	0.633
-2.500	0.000	0.000	0.000	9.517	0.603	-2.896	15.130	0.063	0.603
-3.000	0.000	0.000	0.000	9.029	0.702	-1.493	6.530	0.078	0.702
-3.500	0.000	0.000	0.000	9.648	0.356	-0.860	2.887	0.037	0.356
-4.000	0.000	0.000	0.000	9.249	0.451	-1.782	10.219	0.049	0.451
-4.500	0.000	0.000	0.000	9.484	0.403	-0.468	4.031	0.043	0.403
-5.000	0.000	0.000	0.000	9.287	0.458	-0.631	3.906	0.049	0.458
-5.500	0.000	0.000	0.000	9.461	0.383	-0.180	2.317	0.041	0.383
-6.000	0.000	0.000	0.000	9.464	0.436	-0.769	3.573	0.046	0.436
-6.500	0.000	0.000	0.000	9.544	0.501	-0.575	3.775	0.053	0.501
-7.000	0.000	0.000	0.000	9.522	0.371	-0.677	4.517	0.039	0.371
-7.500	0.000	0.000	0.000	9.346	0.526	-2.204	18.385	0.056	0.526
-8.000	0.000	0.000	0.000	9.409	0.410	-0.067	2.117	0.044	0.410
-8.500	0.000	0.000	0.000	9.457	0.371	0.064	3.386	0.039	0.371
-9.000	0.000	0.000	0.000	9.313	0.368	-0.396	1.739	0.040	0.368
-9.500	0.000	0.000	0.000	9.526	0.286	0.241	0.323	0.030	0.286
-10.000	0.000	0.000	0.000	9.439	0.374	-0.239	3.070	0.040	0.374
-10.500	0.000	0.000	0.000	9.281	0.419	0.617	3.274	0.045	0.419
-11.000	0.000	0.000	0.000	9.234	0.481	-0.103	2.718	0.050	0.481
-11.500	0.000	0.000	0.000	9.622	0.519	0.179	2.889	0.054	0.519
-12.000	0.000	0.000	0.000	9.679	0.348	0.211	2.795	0.036	0.348
-12.500	0.000	0.000	0.000	9.221	0.354	-0.138	3.632	0.060	0.354
-13.000	0.000	0.000	0.000	9.551	0.467	0.180	3.716	0.049	0.467
-13.500	0.000	0.000	0.000	9.604	0.626	-0.475	6.120	0.067	0.626
-14.000	0.000	0.000	0.000	9.641	0.637	0.335	3.240	0.066	0.637
-14.500	0.000	0.000	0.000	9.503	0.514	0.118	3.951	0.054	0.514
-15.000	0.000	0.000	0.000	9.639	0.598	0.517	4.557	0.062	0.598
-15.500	0.000	0.000	0.000	9.557	0.672	-0.779	6.959	0.072	0.672
-16.000	0.000	0.000	0.000	9.602	0.686	-0.387	3.773	0.071	0.686
-16.500	0.000	0.000	0.000	9.252	0.908	-0.746	5.473	0.098	0.908
-17.000	0.000	0.000	0.000	8.840	1.171	-1.129	5.209	0.133	1.171
-17.500	0.000	0.000	0.000	8.592	1.394	-1.340	5.262	0.162	1.394
-18.000	0.000	0.000	0.000	8.460	1.535	-1.941	5.808	0.181	1.535
-18.500	0.000	0.000	0.000	8.348	1.364	-0.482	3.621	0.165	1.364
-19.000	0.000	0.000	0.000	7.172	1.988	-0.751	3.093	0.277	1.988
-19.500	0.000	0.000	0.000	7.079	1.815	-0.703	3.194	0.256	1.815
-20.000	0.000	0.000	0.000	7.034	1.944	-0.555	2.642	0.276	1.944
-20.500	0.000	0.000	0.000	6.050	1.914	-0.281	2.325	0.316	1.914
-21.000	0.000	0.000	0.000	6.282	2.021	-0.393	2.435	0.322	2.021
-21.500	0.000	0.000	0.000	5.536	1.646	-0.723	2.363	0.350	1.646
-22.000	0.000	0.000	0.000	4.599	1.990	0.376	2.765	0.433	1.990
-22.500	0.000	0.000	0.000	4.095	1.678	0.346	2.627	0.414	1.678

Tablo . D.15 Hız - moment grafikleri.

PP - X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
-3.500	0.000	0.000	9.553	0.516	1.607	6.651	0.067	0.618		
-3.500	0.000	0.000	8.812	0.829	-1.190	4.974	0.094	0.829		
-3.500	0.000	0.000	8.441	1.223	-1.294	4.133	0.145	1.223		
-3.500	0.000	0.000	8.530	0.945	-2.019	8.306	0.106	0.915		
-3.500	0.000	0.000	9.350	0.454	-2.565	14.217	0.068	0.454		
-3.500	0.000	0.000	9.266	0.584	-1.557	6.749	0.063	0.584		
-3.500	0.000	0.000	9.327	0.560	-0.825	4.488	0.060	0.560		
-3.500	0.000	0.000	9.411	0.557	-0.422	3.522	0.038	0.557		
-3.500	0.000	0.000	9.254	0.534	0.721	3.775	0.036	0.534		
-3.500	0.000	0.000	9.210	0.345	-0.126	0.861	0.037	0.345		
-3.500	0.000	0.000	9.820	0.304	-0.241	-2.193	0.031	0.304		
-3.500	0.000	0.000	9.719	0.289	-0.096	0.152	0.030	0.289		
-3.500	0.000	0.000	9.455	0.384	-0.710	5.275	0.040	0.384		
-3.500	0.000	0.000	9.454	0.457	-0.471	3.142	0.046	0.457		
-3.500	0.000	0.000	9.256	0.352	-0.412	3.823	0.038	0.352		
-3.500	0.000	0.000	9.418	0.241	0.372	8.979	0.027	0.241		
-3.500	0.000	0.000	9.322	0.445	-0.552	2.617	0.045	0.445		
-3.500	0.000	0.000	9.872	0.324	-0.390	3.781	0.034	0.324		
-3.500	0.000	0.000	9.564	0.352	-0.011	4.154	0.037	0.352		
-3.500	0.000	0.000	9.381	0.354	-0.055	1.925	0.040	0.354		
-3.500	0.000	0.000	9.411	0.391	0.009	2.730	0.041	0.391		
-3.500	0.000	0.000	9.145	0.478	-0.457	2.478	0.052	0.478		
-3.500	0.000	0.000	9.157	0.351	0.979	3.011	0.036	0.351		
-3.500	0.000	0.000	9.473	0.372	0.379	3.216	0.039	0.372		
-3.500	0.000	0.000	9.458	0.505	0.516	3.279	0.053	0.505		
-3.500	0.000	0.000	9.423	0.471	0.067	2.681	0.050	0.471		
-3.500	0.000	0.000	9.495	0.542	0.226	3.873	0.058	0.542		
-3.500	0.000	0.000	9.429	0.778	-1.667	9.838	0.083	0.778		
-3.500	0.000	0.000	9.739	0.889	0.260	4.609	0.091	0.889		
-3.500	0.000	0.000	9.478	0.756	-0.481	6.773	0.080	0.756		
-3.500	0.000	0.000	9.520	0.709	-0.269	3.891	0.073	0.709		
-3.500	0.000	0.000	9.573	0.753	-0.292	3.434	0.079	0.753		
-3.500	0.000	0.000	9.655	0.614	0.277	4.671	0.064	0.614		
-3.500	0.000	0.000	9.535	0.763	-1.087	6.614	0.080	0.763		
-3.500	0.000	0.000	8.492	1.207	-1.735	9.255	0.142	1.209		
-3.500	0.000	0.000	9.116	0.957	-1.580	8.413	0.105	0.957		
-3.500	0.000	0.000	9.453	1.631	-1.409	5.186	0.193	1.636		
-3.500	0.000	0.000	9.123	1.039	-1.200	5.820	0.114	1.039		
-3.500	0.000	0.000	8.773	1.421	-1.423	5.324	0.162	1.421		
-3.500	0.000	0.000	8.195	1.659	-1.156	4.098	0.206	1.680		
-3.500	0.000	0.000	7.600	1.922	-1.615	5.287	0.254	1.932		
-3.500	0.000	0.000	7.472	1.892	-1.211	4.308	0.233	1.892		
-3.500	0.000	0.000	7.659	1.777	-1.163	4.891	0.232	1.777		
-3.500	0.000	0.000	7.185	2.011	-0.785	2.788	0.280	2.011		
-3.500	0.000	0.000	6.040	2.049	-0.221	2.499	0.340	2.059		
-3.500	0.000	0.000	5.452	2.215	-0.158	2.618	0.393	2.219		
-3.500	0.000	0.000	5.297	2.243	-0.105	2.113	0.428	2.235		

Tablo . D.16 Hız - moment grafikleri.

PP - X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	9.553	0.524	-0.641	4.027	0.088	0.524		
-0.500	0.000	0.000	8.756	1.381	-1.706	7.477	0.138	1.381		
-1.000	0.000	0.000	9.104	0.985	-1.466	5.087	0.108	0.985		
-1.500	0.000	0.000	9.515	0.708	-3.343	20.192	0.074	0.708		
-2.000	0.000	0.000	9.901	0.590	-1.734	8.517	0.060	0.590		
-2.500	0.000	0.000	9.667	0.544	-1.512	5.857	0.056	0.544		
-3.000	0.000	0.000	9.733	0.539	-1.048	4.440	0.055	0.539		
-3.500	0.000	0.000	9.748	0.525	-0.307	0.502	0.033	0.525		
-4.000	0.000	0.000	9.314	0.526	-1.119	4.616	0.056	0.526		
-4.500	0.000	0.000	9.218	1.116	-0.345	3.273	0.121	1.116		
-5.000	0.000	0.000	9.241	0.533	-0.197	2.739	0.090	0.533		
-5.500	0.000	0.000	9.208	1.003	-0.197	4.019	0.109	1.003		
-6.000	0.000	0.000	10.122	0.584	-0.528	4.052	0.038	0.584		
-6.500	0.000	0.000	9.949	0.536	0.011	0.743	0.034	0.536		
-7.000	0.000	0.000	9.591	0.298	0.141	1.420	0.031	0.298		
-7.500	0.000	0.000	10.016	0.299	0.092	2.850	0.030	0.299		
-8.000	0.000	0.000	9.788	0.413	-0.942	5.771	0.042	0.413		
-8.500	0.000	0.000	9.856	0.413	0.155	1.686	0.042	0.413		
-9.000	0.000	0.000	9.535	0.481	-0.143	2.876	0.047	0.481		
-9.500	0.000	0.000	9.946	0.587	-0.481	3.191	0.060	0.587		
-10.000	0.000	0.000	9.580	0.484	0.025	2.880	0.050	0.484		
-10.500	0.000	0.000	9.534	1.108	-2.671	16.422	0.116	1.108		
-11.000	0.000	0.000	9.857	0.301	-0.610	7.259	0.051	0.301		
-11.500	0.000	0.000	9.736	0.350	0.740	6.471	0.036	0.350		
-12.000	0.000	0.000	9.821	0.493	-0.276	2.768	0.050	0.493		
-12.500	0.000	0.000	9.828	0.546	0.059	3.797	0.056	0.546		
-13.000	0.000	0.000	9.759	0.555	0.869	4.593	0.057	0.555		
-13.500	0.000	0.000	9.432	0.899	-1.078	6.070	0.094	0.890		
-14.000	0.000	0.000	9.962	0.577	0.287	2.550	0.058	0.577		
-14.500	0.000	0.000	9.817	1.087	-1.701	9.806	0.111	1.087		
-15.000	0.000	0.000	9.840	0.942	-2.170	13.494	0.096	0.942		
-15.500	0.000	0.000	9.686	1.393	-1.188	5.900	0.160	1.393		
-16.000	0.000	0.000	8.049	1.483	-0.660	3.598	0.209	1.483		
-16.500	0.000	0.000	8.617	1.403	-0.960	3.934	0.163	1.403		
-17.000	0.000	0.000	9.512	1.192	-1.232	6.621	0.128	1.192		
-17.500	0.000	0.000	9.070	1.296	-0.968	3.934	0.143	1.296		
-18.000	0.000	0.000	7.770	1.763	-1.259	4.693	0.227	1.763		
-18.500	0.000	0.000	8.604	1.477	-0.869	4.047	0.172	1.477		
-19.000	0.000	0.000	7.652	1.945	-0.713	3.237	0.257	1.945		
-19.500	0.000	0.000	7.361	1.804	-0.712	2.998	0.245	1.804		
-20.000	0.000	0.000	6.545	2.013	-0.447	2.476	0.303	2.013		
-20.500	0.000	0.000	4.973	2.044	0.088	2.127	0.411	2.044		
-21.000	0.000	0.000	3.730	2.103	-0.098	2.270	0.367	2.103		
-21.500	0.000	0.000	5.370	1.899	-0.244	2.122	0.334	1.899		
-22.000	0.000	0.000	4.142	2.158	0.394	2.232	0.521	2.158		
-22.500	0.000	0.000	4.034	1.539	0.497	2.843	0.456	1.539		

Tablo . D.17. Hız - moment grafikleri.

RP	EX	EY	Z	MEAN U	RMS U	SKW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
-0.500	0.000	0.000	0.000	9.064	0.829	-2.107	8.970	0.091	0.829
-1.000	0.000	0.000	0.000	9.164	0.559	-2.450	11.995	0.061	0.559
-1.500	0.000	0.000	0.000	8.868	0.514	-1.033	5.872	0.038	0.514
-2.000	0.000	0.000	0.000	8.299	0.753	-1.172	5.368	0.091	0.753
-2.500	0.000	0.000	0.000	8.917	0.740	-1.477	6.058	0.083	0.740
-3.000	0.000	0.000	0.000	8.933	0.769	-2.749	14.949	0.086	0.769
-3.500	0.000	0.000	0.000	9.014	0.517	-0.784	4.126	0.057	0.517
-4.000	0.000	0.000	0.000	9.034	0.452	-0.347	3.083	0.050	0.452
-4.500	0.000	0.000	0.000	9.264	0.385	-0.451	3.404	0.042	0.385
-5.000	0.000	0.000	0.000	9.145	0.543	-0.199	4.709	0.059	0.543
-5.500	0.000	0.000	0.000	9.363	0.264	0.042	-3.647	0.028	0.264
-6.000	0.000	0.000	0.000	9.421	0.187	-0.644	11.820	0.020	0.187
-6.500	0.000	0.000	0.000	9.374	0.338	-0.340	2.820	0.036	0.338
-7.000	0.000	0.000	0.000	9.345	0.317	0.399	1.221	0.034	0.317
-7.500	0.000	0.000	0.000	9.345	0.366	-0.751	2.918	0.039	0.366
-8.000	0.000	0.000	0.000	9.453	0.327	-0.475	3.393	0.035	0.327
-8.500	0.000	0.000	0.000	9.244	0.360	-0.191	1.735	0.039	0.360
-9.000	0.000	0.000	0.000	9.353	0.307	0.534	4.237	0.033	0.307
-9.500	0.000	0.000	0.000	9.326	0.394	-0.649	4.131	0.042	0.394
-10.000	0.000	0.000	0.000	9.321	0.603	-1.507	9.775	0.065	0.603
-10.500	0.000	0.000	0.000	9.399	0.592	-0.427	4.967	0.063	0.592
-11.000	0.000	0.000	0.000	9.425	0.548	-0.202	3.533	0.058	0.548
-11.500	0.000	0.000	0.000	9.322	0.569	0.221	3.621	0.061	0.569
-12.000	0.000	0.000	0.000	9.340	0.540	-0.371	3.783	0.058	0.540
-12.500	0.000	0.000	0.000	9.137	0.549	-0.530	4.481	0.062	0.549
-13.000	0.000	0.000	0.000	9.217	0.744	-0.079	3.871	0.081	0.744
-13.500	0.000	0.000	0.000	9.041	0.524	-0.540	2.929	0.058	0.524
-14.000	0.000	0.000	0.000	9.193	0.572	-0.736	4.378	0.062	0.572
-14.500	0.000	0.000	0.000	9.139	0.721	-0.277	5.840	0.079	0.721
-15.000	0.000	0.000	0.000	8.918	0.890	-1.480	8.282	0.100	0.890
-15.500	0.000	0.000	0.000	8.984	1.090	-1.984	11.273	0.123	1.090
-16.000	0.000	0.000	0.000	8.901	0.960	-0.517	4.010	0.108	0.960
-16.500	0.000	0.000	0.000	8.901	0.887	-1.626	9.486	0.099	0.887
-17.000	0.000	0.000	0.000	8.908	0.841	-0.533	4.808	0.092	0.841
-17.500	0.000	0.000	0.000	8.749	1.105	-1.637	7.946	0.126	1.105
-18.000	0.000	0.000	0.000	8.739	1.194	-1.551	7.745	0.137	1.194
-18.500	0.000	0.000	0.000	8.340	1.428	-1.020	4.911	0.171	1.428
-19.000	0.000	0.000	0.000	8.217	1.439	-1.502	6.087	0.173	1.439
-19.500	0.000	0.000	0.000	8.273	1.452	-1.071	4.110	0.184	1.452
-20.000	0.000	0.000	0.000	7.795	1.722	-0.804	3.374	0.233	1.722
-20.500	0.000	0.000	0.000	7.655	1.755	-0.741	3.110	0.249	1.755
-21.000	0.000	0.000	0.000	6.541	1.931	-0.541	2.444	0.295	1.931
-21.500	0.000	0.000	0.000	6.009	1.783	-0.043	2.634	0.298	1.788
-22.000	0.000	0.000	0.000	5.694	1.944	-0.058	2.232	0.341	1.944
-22.500	0.000	0.000	0.000	6.047	1.940	-0.433	2.513	0.320	1.940
-23.000	0.000	0.000	0.000	5.047	2.084	0.035	1.998	0.413	2.084
-23.500	0.000	0.000	0.000	4.819	1.965	0.019	2.275	0.410	1.966

Tablo . D.18. Hız - moment grafikleri.

RP	EX	EY	Z	MEAN U	RMS U	SKW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
-0.500	0.000	0.000	0.000	4.459	0.998	-0.537	3.350	0.201	0.998
-1.000	0.000	0.000	0.000	5.144	1.269	-0.481	2.518	0.247	1.269
-1.500	0.000	0.000	0.000	4.861	1.099	-0.630	3.103	0.226	1.099
-2.000	0.000	0.000	0.000	5.231	0.888	-0.638	3.337	0.170	0.888
-2.500	0.000	0.000	0.000	6.126	0.861	-1.438	6.072	0.141	0.861
-3.000	0.000	0.000	0.000	6.958	0.560	-1.087	4.359	0.093	0.660
-3.500	0.000	0.000	0.000	6.993	0.581	-0.386	3.445	0.083	0.581
-4.000	0.000	0.000	0.000	6.538	0.646	-0.941	6.293	0.099	0.646
-4.500	0.000	0.000	0.000	7.187	0.571	-0.280	3.251	0.079	0.571
-5.000	0.000	0.000	0.000	6.915	0.495	-0.387	3.625	0.072	0.495
-5.500	0.000	0.000	0.000	7.082	0.426	-0.321	2.903	0.060	0.426
-6.000	0.000	0.000	0.000	7.609	0.534	0.076	2.839	0.070	0.534
-6.500	0.000	0.000	0.000	7.908	0.333	0.140	1.349	0.042	0.333
-7.000	0.000	0.000	0.000	8.075	0.319	0.229	0.251	0.039	0.319
-7.500	0.000	0.000	0.000	7.523	0.390	-0.380	3.532	0.052	0.390
-8.000	0.000	0.000	0.000	7.521	0.405	-0.585	4.293	0.054	0.405
-8.500	0.000	0.000	0.000	7.742	0.484	-0.129	2.306	0.062	0.484
-9.000	0.000	0.000	0.000	7.547	0.378	0.043	2.783	0.050	0.378
-9.500	0.000	0.000	0.000	7.492	0.434	-0.115	2.117	0.056	0.434
-10.000	0.000	0.000	0.000	7.882	0.315	0.025	1.973	0.040	0.315
-10.500	0.000	0.000	0.000	7.777	0.299	-0.539	2.199	0.038	0.299
-11.000	0.000	0.000	0.000	8.001	0.309	-0.241	2.037	0.039	0.309
-11.500	0.000	0.000	0.000	7.889	0.328	0.039	3.543	0.042	0.328
-12.000	0.000	0.000	0.000	7.990	0.396	-0.007	3.714	0.050	0.396
-12.500	0.000	0.000	0.000	7.836	0.337	-0.023	1.733	0.045	0.337
-13.000	0.000	0.000	0.000	8.099	0.361	0.151	1.644	0.045	0.361
-13.500	0.000	0.000	0.000	8.252	0.265	0.272	2.659	0.032	0.265
-14.000	0.000	0.000	0.000	8.244	0.301	0.405	3.146	0.037	0.301
-14.500	0.000	0.000	0.000	8.187	0.338	-0.370	6.621	0.044	0.338
-15.000	0.000	0.000	0.000	8.161	0.428	0.222	3.077	0.052	0.428
-15.500	0.000	0.000	0.000	8.320	0.632	-2.983	20.646	0.076	0.632
-16.000	0.000	0.000	0.000	8.381	0.688	-1.943	11.426	0.082	0.688
-16.500	0.000	0.000	0.000	8.318	0.387	-0.279	10.102	0.047	0.387
-17.000	0.000	0.000	0.000	8.008	0.474	-1.847	9.959	0.059	0.474
-17.500	0.000	0.000	0.000	7.532	0.629	-1.655	11.264	0.086	0.629
-18.000	0.000	0.000	0.000	7.843	0.539	-0.941	5.710	0.069	0.539
-18.500	0.000	0.000	0.000	7.435	1.064	-1.136	6.873	0.143	1.064
-19.000	0.000	0.000	0.000	7.899	0.671	-0.817	4.134	0.090	0.671
-19.500	0.000	0.000	0.000	8.083	0.755	-0.777	4.886	0.093	0.755
-20.000	0.000	0.000	0.000	8.038	0.672	-1.688	9.948	0.086	0.672
-20.500	0.000	0.000	0.000	7.764	0.978	-1.277	7.955	0.126	0.978
-21.000	0.000	0.000	0.000	6.806	1.505	-0.778	3.472	0.221	1.505
-21.500	0.000	0.000	0.000	7.028	1.296	-1.060	4.327	0.185	1.296
-22.000	0.000	0.000	0.000	6.896	1.390	-0.840	3.553	0.208	1.390
-22.500	0.000	0.000	0.000	6.627	1.420	-0.952	4.034	0.214	1.420
-23.000	0.000	0.000	0.000	6.385	1.568	-0.366	2.704	0.246	1.568
-23.500	0.000	0.000	0.000	5.375	1.644	-0.242	2.188	0.284	1.644

Tablo . D.20. Hiz - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	BEAM U	RHS U	SKIN U	FLAT U	TURB. U	ENERGY
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.210	0.533	0.117	2.835	0.198	0.833
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.402	0.824	-0.149	2.820	0.187	0.824
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.234	0.782	0.003	2.758	0.185	0.782
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.012	0.861	-0.091	2.528	0.214	0.861
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.264	0.720	0.006	2.734	0.149	0.720
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.678	0.459	-0.130	2.587	0.147	0.459
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.959	0.787	-0.132	2.811	0.159	0.787
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.221	0.654	-0.137	2.772	0.125	0.654
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.447	0.407	-0.322	2.573	0.111	0.407
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.476	0.533	-0.216	3.467	0.117	0.533
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.324	0.527	-0.040	2.901	0.109	0.527
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.726	0.432	0.049	2.537	0.132	0.432
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.114	0.638	0.191	3.032	0.123	0.638
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.345	0.416	0.062	2.731	0.116	0.416
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.573	0.409	-0.463	2.999	0.109	0.409
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.521	0.615	-0.218	2.947	0.111	0.615
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.724	0.537	-0.403	2.990	0.098	0.537
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.724	0.590	-0.102	2.750	0.110	0.590
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.844	0.673	-0.677	3.289	0.115	0.673
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.714	0.641	-0.196	2.631	0.121	0.641
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.815	0.404	-0.730	4.405	0.104	0.404
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.537	0.485	-0.452	2.980	0.119	0.485
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.353	0.553	-0.814	4.427	0.098	0.553
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.326	0.487	-0.911	3.941	0.115	0.487
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.326	0.720	-0.944	3.182	0.128	0.720
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.326	0.594	-0.463	2.943	0.101	0.594
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.311	0.802	-0.214	2.230	0.151	0.802
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.285	0.774	-0.203	2.357	0.139	0.774
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.267	0.748	-0.338	2.567	0.138	0.748
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.081	0.466	-0.852	3.729	0.111	0.466
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.272	0.750	-0.248	2.406	0.140	0.750
-1.133	0.000	0.000	0.000	6.065	0.690	-0.807	3.406	0.114	0.690
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.253	0.705	-0.520	3.349	0.134	0.705
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.944	0.777	-0.395	3.008	0.137	0.777
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.244	0.823	-0.303	2.703	0.119	0.823
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.350	0.700	-0.490	3.118	0.130	0.700
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.945	0.616	-0.274	3.066	0.124	0.616
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.487	0.452	-0.151	2.690	0.121	0.452
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.123	0.713	-0.587	3.131	0.139	0.713
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.123	0.615	-0.015	3.022	0.120	0.615
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.123	0.559	-0.355	2.665	0.112	0.559
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.410	0.631	-0.137	2.591	0.117	0.631
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.963	0.478	-0.157	2.726	0.141	0.478
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.577	0.485	-0.157	2.809	0.117	0.485
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.069	0.702	-0.180	2.742	0.138	0.702
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.474	0.464	-0.090	2.878	0.122	0.464
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.375	0.773	-0.369	3.530	0.132	0.773

Tablo . D.19. Hiz - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	BEAM U	RHS U	SKIN U	FLAT U	TURB. U	ENERGY
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.415	0.884	-0.192	2.630	0.200	0.884
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.892	0.901	0.128	2.624	0.244	0.901
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.180	1.057	0.031	2.313	0.241	1.007
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.534	0.921	-0.109	2.273	0.199	0.921
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.373	0.949	-0.130	2.822	0.208	0.949
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.517	0.722	-0.944	3.433	0.131	0.722
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.514	0.708	-1.056	3.942	0.128	0.708
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.129	0.599	-1.032	4.195	0.098	0.599
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.297	0.515	-0.670	3.909	0.083	0.515
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.421	0.431	-1.435	7.349	0.066	0.431
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.637	0.374	-0.945	4.909	0.062	0.374
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.835	0.388	-0.949	4.628	0.057	0.388
-1.133	0.000	0.000	0.000	5.207	0.405	-0.282	3.013	0.066	0.405
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.473	0.470	-0.224	2.950	0.073	0.470
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.394	0.394	-0.092	2.718	0.061	0.394
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.311	0.078	3.003	0.050	0.311	
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.276	0.335	3.143	0.038	0.335	
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.314	0.314	-1.590	5.813	0.044	0.314
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.179	0.179	-0.780	2.088	0.025	0.179
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.291	0.291	-0.303	2.929	0.043	0.291
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.532	0.332	-0.128	3.125	0.030	0.332
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.302	0.302	-0.633	3.520	0.044	0.302
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.334	0.334	-0.219	2.449	0.048	0.334
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.272	0.272	-0.447	1.738	0.038	0.272
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.210	0.310	-0.370	2.599	0.042	0.310
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.407	0.407	-0.370	2.745	0.043	0.407
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.303	0.303	-1.108	4.564	0.042	0.303
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.243	0.243	-0.043	0.389	0.033	0.243
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.330	0.330	-0.286	3.280	0.050	0.330
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.278	0.278	-0.434	3.124	0.042	0.278
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.179	0.179	-0.371	4.007	0.023	0.179
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.271	0.271	-0.403	2.134	0.038	0.271
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.193	0.193	-0.724	2.488	0.027	0.193
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.333	0.333	-0.163	2.384	0.033	0.333
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.245	0.245	0.317	5.605	0.034	0.245
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.326	0.326	-1.157	10.002	0.045	0.326
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.399	0.399	-0.037	9.072	0.056	0.399
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.492	0.492	-1.814	9.747	0.049	0.492
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.322	0.322	-0.973	14.091	0.045	0.322
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.336	0.336	-0.979	5.538	0.073	0.336
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.334	0.334	-1.569	11.482	0.046	0.334
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.350	0.350	-2.689	22.948	0.048	0.350
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.391	0.391	-1.311	7.601	0.036	0.391
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.452	0.452	-1.220	3.992	0.063	0.452
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.161	0.161	0.193	12.964	0.022	0.161
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.187	0.187	-0.332	1.979	0.026	0.187
-1.133	0.000	0.000	0.000	4.448	0.448	-0.335	3.551	0.046	0.448

EK. E. (Deney D)

$\alpha = 0^\circ$ sapma açısı altında, A.Blok III ve Ö.Blok (H=100 mm.) kullanılarak ölçülen; 0-25 mm. ranjındaki düşey hız profilinin moment değerlerinin portik uzunluğuna göre değişimi (PL = 0, 50, 100, 150 mm.) portik genişlikleri, (PW) sıfırdır.



Y.Ö. KÖRŞİTÖĞR. M. KURULU
POLİT. EKONOMYON M.B. KURULU

Tablo . E.2. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.220	3.367	0.224
-0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	2.843	0.288
-1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.519	2.569	0.217
-1.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.167	2.403	0.241
-2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.770	2.303	0.269
-2.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.386	2.294	0.294
-3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.623	2.241	0.402
-3.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.445	2.220	0.414
-4.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.300	2.140	0.420
-4.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.257	2.094	0.410
-5.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.179	2.017	0.424
-5.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.081	1.926	0.418
-6.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.968	1.830	0.415
-6.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.845	1.734	0.413
-7.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.719	1.638	0.410
-7.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.594	1.542	0.407
-8.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.469	1.446	0.404
-8.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.344	1.350	0.401
-9.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.219	1.254	0.398
-9.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.094	1.158	0.395
-10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.969	1.062	0.392
-10.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.844	0.966	0.389
-11.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.719	0.870	0.386
-11.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.594	0.774	0.383
-12.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.469	0.678	0.380
-12.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.344	0.582	0.377
-13.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.219	0.486	0.374
-13.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	0.390	0.371
-14.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.031	0.294	0.368
-14.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.156	0.198	0.365
-15.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.281	0.102	0.362
-15.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.406	0.006	0.359
-16.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.531	-0.090	0.356
-16.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.656	-0.194	0.353
-17.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.781	-0.298	0.350
-17.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.906	-0.402	0.347
-18.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.031	-0.506	0.344
-18.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.156	-0.610	0.341
-19.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.281	-0.714	0.338
-19.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.406	-0.818	0.335
-20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.531	-0.922	0.332
-20.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.656	-1.026	0.329
-21.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.781	-1.130	0.326
-21.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.906	-1.234	0.323
-22.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.031	-1.338	0.320
-22.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.156	-1.442	0.317
-23.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.281	-1.546	0.314

Tablo . E.1. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	10.476	0.239	-0.424	-3.350	0.023
-0.500	0.000	0.000	0.000	10.401	0.288	-0.109	3.256	0.028
-1.000	0.000	0.000	0.000	10.476	0.267	0.340	-1.921	0.026
-1.500	0.000	0.000	0.000	10.192	0.354	-3.001	20.207	0.054
-2.000	0.000	0.000	0.000	9.910	0.388	-2.265	13.419	0.059
-2.500	0.000	0.000	0.000	9.628	0.422	-1.529	6.628	0.064
-3.000	0.000	0.000	0.000	9.346	0.456	-0.793	3.838	0.069
-3.500	0.000	0.000	0.000	9.064	0.490	0.042	1.048	0.074
-4.000	0.000	0.000	0.000	8.782	0.524	0.877	-1.752	0.079
-4.500	0.000	0.000	0.000	8.500	0.558	1.711	-2.556	0.084
-5.000	0.000	0.000	0.000	8.218	0.592	2.570	-3.360	0.089
-5.500	0.000	0.000	0.000	7.936	0.626	3.384	-4.164	0.094
-6.000	0.000	0.000	0.000	7.654	0.660	4.198	-4.968	0.099
-6.500	0.000	0.000	0.000	7.372	0.694	5.012	-5.772	0.104
-7.000	0.000	0.000	0.000	7.090	0.728	5.826	-6.576	0.109
-7.500	0.000	0.000	0.000	6.808	0.762	6.640	-7.380	0.114
-8.000	0.000	0.000	0.000	6.526	0.796	7.454	-8.184	0.119
-8.500	0.000	0.000	0.000	6.244	0.830	8.268	-8.988	0.124
-9.000	0.000	0.000	0.000	5.962	0.864	9.082	-9.792	0.129
-9.500	0.000	0.000	0.000	5.680	0.898	9.896	-10.596	0.134
-10.000	0.000	0.000	0.000	5.398	0.932	10.710	-11.400	0.139
-10.500	0.000	0.000	0.000	5.116	0.966	11.524	-12.204	0.144
-11.000	0.000	0.000	0.000	4.834	1.000	12.338	-13.008	0.149
-11.500	0.000	0.000	0.000	4.552	1.034	13.152	-13.812	0.154
-12.000	0.000	0.000	0.000	4.270	1.068	13.966	-14.616	0.159
-12.500	0.000	0.000	0.000	3.988	1.102	14.780	-15.420	0.164
-13.000	0.000	0.000	0.000	3.706	1.136	15.594	-16.224	0.169
-13.500	0.000	0.000	0.000	3.424	1.170	16.408	-17.028	0.174
-14.000	0.000	0.000	0.000	3.142	1.204	17.222	-17.832	0.179
-14.500	0.000	0.000	0.000	2.860	1.238	18.036	-18.636	0.184
-15.000	0.000	0.000	0.000	2.578	1.272	18.850	-19.440	0.189
-15.500	0.000	0.000	0.000	2.296	1.306	19.664	-20.244	0.194
-16.000	0.000	0.000	0.000	2.014	1.340	20.478	-21.048	0.199
-16.500	0.000	0.000	0.000	1.732	1.374	21.292	-21.852	0.204
-17.000	0.000	0.000	0.000	1.450	1.408	22.106	-22.656	0.209
-17.500	0.000	0.000	0.000	1.168	1.442	22.920	-23.460	0.214
-18.000	0.000	0.000	0.000	0.886	1.476	23.734	-24.264	0.219
-18.500	0.000	0.000	0.000	0.604	1.510	24.548	-25.068	0.224
-19.000	0.000	0.000	0.000	0.322	1.544	25.362	-25.872	0.229
-19.500	0.000	0.000	0.000	0.040	1.578	26.176	-26.676	0.234
-20.000	0.000	0.000	0.000	-0.242	1.612	26.990	-27.480	0.239
-20.500	0.000	0.000	0.000	-0.524	1.646	27.804	-28.284	0.244
-21.000	0.000	0.000	0.000	-0.806	1.680	28.618	-29.088	0.249
-21.500	0.000	0.000	0.000	-1.088	1.714	29.432	-29.892	0.254
-22.000	0.000	0.000	0.000	-1.370	1.748	30.246	-30.696	0.259
-22.500	0.000	0.000	0.000	-1.652	1.782	31.060	-31.500	0.264
-23.000	0.000	0.000	0.000	-1.934	1.816	31.874	-32.304	0.269

Tablo . E.4. Hız - moment grafikleri.

PP - X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
-0.400	0.000	0.000	3.547	0.793	-0.793	2.749	0.270	0.985
-0.500	0.000	0.000	2.897	0.630	0.890	3.616	0.212	0.630
-1.000	0.000	0.000	3.006	0.721	0.294	3.791	0.240	0.721
-1.500	0.000	0.000	2.833	0.432	-0.927	3.195	0.153	0.432
-2.000	0.000	0.000	2.456	0.486	-0.135	2.272	0.195	0.486
-2.500	0.000	0.000	1.224	0.364	0.411	3.075	0.297	0.364
-3.000	0.000	0.000	2.172	0.747	0.008	2.424	0.344	0.747
-3.500	0.000	0.000	2.554	0.468	-0.090	2.753	0.185	0.468
-4.000	0.000	0.000	2.712	0.370	0.239	2.752	0.136	0.370
-4.500	0.000	0.000	2.577	0.432	-0.636	2.435	0.158	0.432
-5.000	0.000	0.000	3.233	0.492	-0.213	1.225	0.153	0.492
-5.500	0.000	0.000	2.444	0.489	-0.255	3.529	0.200	0.489
-6.000	0.000	0.000	2.978	0.432	0.004	3.082	0.135	0.402
-6.500	0.000	0.000	2.590	0.620	0.439	3.771	0.215	0.620
-7.000	0.000	0.000	2.727	0.418	0.513	2.770	0.153	0.418
-7.500	0.000	0.000	2.519	0.575	0.354	2.412	0.256	0.593
-8.000	0.000	0.000	2.581	0.555	0.575	3.030	0.196	0.555
-8.500	0.000	0.000	3.796	0.430	-0.555	2.564	0.141	0.430
-9.000	0.000	0.000	2.555	0.416	0.339	2.732	0.146	0.416
-9.500	0.000	0.000	2.949	0.457	0.555	2.517	0.143	0.457
-10.000	0.000	0.000	2.572	0.393	-0.157	1.599	0.133	0.393
-10.500	0.000	0.000	2.061	0.603	0.075	2.731	0.198	0.608
-11.000	0.000	0.000	2.975	0.445	0.272	2.540	0.153	0.449
-11.500	0.000	0.000	2.726	0.575	-0.391	1.722	0.212	0.579
-12.000	0.000	0.000	2.973	0.526	0.024	3.046	0.177	0.526
-12.500	0.000	0.000	2.962	0.387	0.021	2.621	0.133	0.393
-13.000	0.000	0.000	2.952	0.283	0.312	3.175	0.429	1.262
-13.500	0.000	0.000	2.775	0.338	0.333	3.432	0.201	0.538
-14.000	0.000	0.000	2.243	0.538	0.081	2.274	0.238	0.538
-14.500	0.000	0.000	3.143	0.577	0.414	2.751	0.184	0.577
-15.000	0.000	0.000	2.889	0.465	0.164	2.170	0.138	0.455
-15.500	0.000	0.000	3.038	0.432	0.005	3.027	0.144	0.438
-16.000	0.000	0.000	2.491	0.781	-0.005	2.289	0.290	0.781
-16.500	0.000	0.000	2.478	0.478	-0.328	3.451	0.091	0.479
-17.000	0.000	0.000	6.193	0.723	-0.501	3.481	0.115	0.728
-17.500	0.000	0.000	6.045	0.502	-0.152	2.925	0.190	0.603
-18.000	0.000	0.000	6.257	0.536	-0.521	3.055	0.094	0.589
-18.500	0.000	0.000	2.955	0.350	0.241	2.521	0.128	0.380
-19.000	0.000	0.000	4.622	0.781	0.071	2.415	0.185	0.781
-19.500	0.000	0.000	4.505	0.533	-0.357	3.452	0.121	0.598
-20.000	0.000	0.000	4.505	0.533	-0.221	2.715	0.126	0.632
-20.500	0.000	0.000	4.271	0.507	-0.107	2.003	0.195	0.833
-21.000	0.000	0.000	3.448	0.501	-0.114	2.522	0.238	0.822
-21.500	0.000	0.000	4.111	0.570	-0.005	2.854	0.215	0.970

Tablo . E.3. Hız - moment grafikleri.

PP - X	Y	Z	MEAN U	RMS U	U SKEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	5.449	1.156	0.062	2.771	0.211	1.156
-0.500	0.000	0.000	6.026	1.197	0.084	2.390	0.199	1.197
-1.000	0.000	0.000	4.541	1.154	0.109	2.797	0.254	1.154
-1.500	0.000	0.000	5.477	1.381	-0.014	2.836	0.232	1.381
-2.000	0.000	0.000	4.542	1.302	0.145	2.623	0.287	1.302
-2.500	0.000	0.000	3.953	1.143	0.109	2.699	0.297	1.143
-3.000	0.000	0.000	5.462	1.335	-0.083	2.994	0.244	1.335
-3.500	0.000	0.000	4.422	1.112	0.464	2.770	0.252	1.112
-4.000	0.000	0.000	4.749	1.230	0.109	2.927	0.259	1.230
-4.500	0.000	0.000	5.280	1.266	-0.157	2.538	0.240	1.266
-5.000	0.000	0.000	4.602	1.184	0.262	2.770	0.257	1.184
-5.500	0.000	0.000	5.140	1.189	0.146	3.193	0.231	1.189
-6.000	0.000	0.000	3.040	0.819	0.125	2.736	0.289	0.819
-6.500	0.000	0.000	3.290	0.895	0.235	2.417	0.272	0.895
-7.000	0.000	0.000	2.829	0.870	-0.008	2.809	0.308	0.870
-7.500	0.000	0.000	5.792	1.274	0.051	2.434	0.220	1.274
-8.000	0.000	0.000	5.661	1.121	0.319	2.732	0.198	1.121
-8.500	0.000	0.000	5.485	1.281	0.128	2.477	0.234	1.281
-9.000	0.000	0.000	5.822	1.371	-0.253	2.618	0.235	1.371
-9.500	0.000	0.000	5.776	1.185	-0.149	2.733	0.205	1.185
-10.000	0.000	0.000	5.073	1.312	0.089	2.654	0.259	1.312
-10.500	0.000	0.000	4.881	1.230	0.557	3.104	0.252	1.230
-11.000	0.000	0.000	3.859	1.260	0.502	3.693	0.326	1.260
-11.500	0.000	0.000	5.949	1.368	0.137	2.944	0.271	1.368
-12.000	0.000	0.000	5.070	1.150	-0.102	3.065	0.227	1.150
-12.500	0.000	0.000	5.177	1.355	0.110	2.830	0.262	1.355
-13.000	0.000	0.000	5.128	1.205	0.225	3.079	0.235	1.205
-13.500	0.000	0.000	4.639	1.318	0.414	3.143	0.284	1.318
-14.000	0.000	0.000	4.840	1.180	0.279	2.474	0.244	1.180
-14.500	0.000	0.000	2.566	0.889	0.241	2.924	0.347	0.889
-15.000	0.000	0.000	4.987	1.183	0.367	3.366	0.258	1.183
-15.500	0.000	0.000	5.132	1.253	0.111	2.574	0.245	1.253
-16.000	0.000	0.000	4.763	1.243	0.364	2.953	0.261	1.243
-16.500	0.000	0.000	5.206	1.245	0.136	2.434	0.239	1.245
-17.000	0.000	0.000	4.683	1.112	0.528	3.353	0.238	1.112
-17.500	0.000	0.000	5.021	1.218	0.371	3.044	0.243	1.218
-18.000	0.000	0.000	4.440	1.139	0.423	2.992	0.261	1.139
-18.500	0.000	0.000	2.642	0.644	0.019	2.702	0.244	0.644
-19.000	0.000	0.000	2.435	0.659	0.517	3.278	0.271	0.659
-19.500	0.000	0.000	2.566	0.672	0.248	2.785	0.282	0.672
-20.000	0.000	0.000	2.115	0.601	0.382	2.564	0.284	0.601
-20.500	0.000	0.000	2.960	0.837	0.349	2.442	0.323	0.837
-21.000	0.000	0.000	2.522	0.798	0.610	3.607	0.316	0.798
-21.500	0.000	0.000	2.445	0.708	0.829	2.289	0.708	
-22.000	0.000	0.000	2.376	0.670	0.524	3.647	0.282	0.670
-22.500	0.000	0.000	3.237	1.046	0.355	3.279	0.323	1.046
-23.000	0.000	0.000	4.032	1.091	0.249	2.693	0.271	1.091

EK. F (Deney E)

$\alpha = 0^\circ$ sapma açısı altında, A Blok III ve Ö.Blok (H=100 mm) kullanılarak ölçülen; 0-300 mm. ranjındaki yatay hız profilinin moment değerlerinin, portik uzunluğuna göre değişimi (PL=150 mm) portik genişliği; (PW) sıfırdır.



EK. G (Deney F)

$\alpha=0^\circ$ sapma açısı altında A.Blok I, II, III, IV ve Ö.Blok (H=100 mm.) kullanılarak ölçülen; 0-300 mm. ranjındaki yatay hız profilinin moment değerlerinin portik uzunluğuna ve genişliğine göre değişimi (PL = 0, 25, 50, 100, 150, 200), (PW = 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, mm.)



Tablo . G.1. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	PEARU	RHS	U	SKW	U	FLAT	U	TOTR	ENERGY
0.000	0.000	0.000	7.244	0.679	-1.025	4.257	0.034	0.679				
10.000	0.000	0.000	7.673	0.617	-0.023	3.887	0.054	0.417				
20.000	0.000	0.000	7.774	0.331	-0.334	6.054	0.050	0.393				
30.000	0.000	0.000	7.677	0.370	-1.139	7.932	0.045	0.370				
40.000	0.000	0.000	7.711	0.224	-0.264	1.984	0.045	0.324				
50.000	0.000	0.000	7.495	0.315	-0.333	6.870	0.047	0.355				
60.000	0.000	0.000	7.528	0.192	0.353	-1.402	0.025	0.192				
70.000	0.000	0.000	7.411	0.225	-0.700	-1.205	0.023	0.223				
80.000	0.000	0.000	7.227	0.237	-1.451	11.714	0.023	0.207				
90.000	0.000	0.000	6.725	0.271	-2.423	11.573	0.042	0.271				
100.000	0.000	0.000	4.935	0.149	0.335	3.140	0.022	0.140				
110.000	0.000	0.000	3.709	0.231	-0.745	3.075	0.023	0.231				
120.000	0.000	0.000	1.705	0.379	-0.264	2.452	0.023	0.379				
130.000	0.000	0.000	1.717	0.215	0.451	3.614	0.025	0.315				
140.000	0.000	0.000	0.376	0.234	0.470	2.716	0.024	0.234				
150.000	0.000	0.000	0.432	0.241	0.810	3.452	0.022	0.241				
160.000	0.000	0.000	0.335	0.215	0.733	2.725	0.022	0.215				
170.000	0.000	0.000	0.433	0.237	0.832	3.413	0.023	0.237				
180.000	0.000	0.000	0.352	0.333	0.927	3.517	0.021	0.333				
190.000	0.000	0.000	0.337	0.412	1.230	4.871	0.025	0.412				
200.000	0.000	0.000	0.373	0.432	1.773	5.913	0.023	0.373				
210.000	0.000	0.000	0.351	0.224	0.477	3.457	0.022	0.224				
220.000	0.000	0.000	1.357	0.341	0.495	3.174	0.024	0.341				
230.000	0.000	0.000	2.787	0.686	0.456	3.217	0.026	0.686				
240.000	0.000	0.000	3.107	0.533	0.149	3.577	0.020	0.533				
250.000	0.000	0.000	2.577	0.514	0.514	3.519	0.022	0.514				
260.000	0.000	0.000	3.452	0.837	0.429	2.931	0.027	0.837				
270.000	0.000	0.000	3.575	1.107	0.724	2.731	0.032	1.107				
280.000	0.000	0.000	3.447	1.113	0.590	2.733	0.035	1.113				
290.000	0.000	0.000	3.412	1.137	0.595	3.713	0.045	1.137				
300.000	0.000	0.000	3.405	1.074	0.535	3.115	0.045	1.074				

Tablo . G.2. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	PEARU	RHS	U	SKW	U	FLAT	U	TOTR	ENERGY
1.000	0.000	0.000	4.557	0.970	0.417	3.175	0.177	0.573				
2.000	0.000	0.000	4.713	1.219	-1.083	4.201	0.175	1.219				
3.000	0.000	0.000	4.370	1.239	-1.136	4.457	0.184	1.239				
4.000	0.000	0.000	4.551	2.345	0.013	1.575	0.423	2.145				
5.000	0.000	0.000	4.137	1.713	-0.927	3.114	0.275	1.713				
6.000	0.000	0.000	4.379	1.260	-2.345	11.437	0.129	1.260				
7.000	0.000	0.000	4.558	0.872	-1.573	7.931	0.127	0.872				
8.000	0.000	0.000	4.250	0.853	-0.571	4.412	0.052	0.805				
9.000	0.000	0.000	4.250	0.720	0.204	0.499	0.025	0.025				
10.000	0.000	0.000	4.254	0.221	-0.370	3.022	0.040	0.323				
11.000	0.000	0.000	4.214	0.220	-0.271	4.047	0.042	0.330				
12.000	0.000	0.000	4.552	0.471	1.905	4.234	0.077	0.431				
13.000	0.000	0.000	4.132	0.273	0.180	2.745	0.035	0.273				
14.000	0.000	0.000	4.552	0.412	-0.514	3.441	0.037	0.412				
15.000	0.000	0.000	4.552	0.512	0.271	5.025	0.155	0.512				
16.000	0.000	0.000	4.233	0.273	0.222	0.720	0.077	0.273				
17.000	0.000	0.000	4.132	0.471	1.447	5.041	0.073	0.431				
18.000	0.000	0.000	4.743	0.471	3.571	3.513	0.123	0.571				
19.000	0.000	0.000	4.552	0.449	0.514	1.032	0.045	0.445				
20.000	0.000	0.000	2.544	0.524	0.524	3.022	0.030	0.524				
21.000	0.000	0.000	2.175	0.312	0.340	2.777	0.021	0.312				
22.000	0.000	0.000	1.342	0.442	0.731	3.209	0.025	0.442				
23.000	0.000	0.000	1.346	0.432	0.731	3.209	0.025	0.432				
24.000	0.000	0.000	1.346	0.432	-0.041	3.204	0.031	0.432				
25.000	0.000	0.000	1.414	1.525	1.212	5.137	0.173	0.533				
26.000	0.000	0.000	3.470	0.531	0.217	1.477	0.039	0.531				
27.000	0.000	0.000	3.733	0.559	0.451	2.242	0.033	0.559				
28.000	0.000	0.000	3.711	1.039	0.373	2.245	0.026	1.039				
29.000	0.000	0.000	3.582	1.131	1.172	4.345	0.307	1.131				
30.000	0.000	0.000	1.367	1.378	1.005	3.269	0.700	1.378				
31.000	0.000	0.000	1.790	0.427	-0.091	3.072	0.239	0.427				

Tablo . G.5. Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . G.6. Hiz - moment grafikleri.

PP. -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEW U	FLAT U	TURB. ENERGY
				1.428	1.292	-1.571	1.222	0.412 0.499
				1.431	1.332	-1.571	1.219	0.421 0.562
				1.434	1.372	-1.571	1.216	0.432 0.613
				1.437	1.412	-1.571	1.213	0.443 0.664
				1.440	1.452	-1.571	1.210	0.454 0.715
				1.443	1.492	-1.571	1.207	0.465 0.766
				1.446	1.532	-1.571	1.204	0.476 0.817
				1.449	1.572	-1.571	1.201	0.487 0.868
				1.452	1.612	-1.571	1.198	0.498 0.919
				1.455	1.652	-1.571	1.195	0.509 0.970
				1.458	1.692	-1.571	1.192	0.520 1.021
				1.461	1.732	-1.571	1.189	0.531 1.072
				1.464	1.772	-1.571	1.186	0.542 1.123
				1.467	1.812	-1.571	1.183	0.553 1.174
				1.470	1.852	-1.571	1.180	0.564 1.225
				1.473	1.892	-1.571	1.177	0.575 1.276
				1.476	1.932	-1.571	1.174	0.586 1.327
				1.479	1.972	-1.571	1.171	0.597 1.378
				1.482	2.012	-1.571	1.168	0.608 1.429
				1.485	2.052	-1.571	1.165	0.619 1.480
				1.488	2.092	-1.571	1.162	0.630 1.531
				1.491	2.132	-1.571	1.159	0.641 1.582
				1.494	2.172	-1.571	1.156	0.652 1.633
				1.497	2.212	-1.571	1.153	0.663 1.684
				1.500	2.252	-1.571	1.150	0.674 1.735
				1.503	2.292	-1.571	1.147	0.685 1.786
				1.506	2.332	-1.571	1.144	0.696 1.837
				1.509	2.372	-1.571	1.141	0.707 1.888
				1.512	2.412	-1.571	1.138	0.718 1.939
				1.515	2.452	-1.571	1.135	0.729 1.990
				1.518	2.492	-1.571	1.132	0.740 2.041
				1.521	2.532	-1.571	1.129	0.751 2.092
				1.524	2.572	-1.571	1.126	0.762 2.143
				1.527	2.612	-1.571	1.123	0.773 2.194
				1.530	2.652	-1.571	1.120	0.784 2.245
				1.533	2.692	-1.571	1.117	0.795 2.296
				1.536	2.732	-1.571	1.114	0.806 2.347
				1.539	2.772	-1.571	1.111	0.817 2.398
				1.542	2.812	-1.571	1.108	0.828 2.449
				1.545	2.852	-1.571	1.105	0.839 2.500
				1.548	2.892	-1.571	1.102	0.850 2.551
				1.551	2.932	-1.571	1.099	0.861 2.602
				1.554	2.972	-1.571	1.096	0.872 2.653
				1.557	3.012	-1.571	1.093	0.883 2.704
				1.560	3.052	-1.571	1.090	0.894 2.755
				1.563	3.092	-1.571	1.087	0.905 2.806
				1.566	3.132	-1.571	1.084	0.916 2.857
				1.569	3.172	-1.571	1.081	0.927 2.908
				1.572	3.212	-1.571	1.078	0.938 2.959
				1.575	3.252	-1.571	1.075	0.949 3.010
				1.578	3.292	-1.571	1.072	0.960 3.061
				1.581	3.332	-1.571	1.069	0.971 3.112

Tablo . G.7. Hiz - moment grafikleri.

PR -	X	Y	Z	PEAN	RMS U	SKREW U	FLAT U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	7.854	0.270	-0.669	3.974	0.034	0.270
10.000	0.000	0.000	0.000	7.871	0.301	0.858	5.036	0.038	0.301
20.000	0.000	0.000	0.000	7.681	0.216	-0.213	3.123	0.028	0.216
30.000	0.000	0.000	0.000	7.603	0.291	-0.524	3.589	0.038	0.291
40.000	0.000	0.000	0.000	7.580	0.235	-1.720	13.664	0.034	0.235
50.000	0.000	0.000	0.000	7.599	0.234	0.377	0.938	0.031	0.234
60.000	0.000	0.000	0.000	7.201	0.223	-0.036	3.064	0.031	0.223
70.000	0.000	0.000	0.000	7.116	0.217	0.188	-0.019	0.031	0.217
80.000	0.000	0.000	0.000	6.838	0.329	-0.081	9.794	0.048	0.329
90.000	0.000	0.000	0.000	6.196	0.335	3.824	46.413	0.054	0.335
100.000	0.000	0.000	0.000	4.848	0.283	2.843	19.821	0.038	0.283
110.000	0.000	0.000	0.000	3.119	0.243	0.267	6.222	0.078	0.243
120.000	0.000	0.000	0.000	1.701	0.285	0.081	4.272	0.136	0.285
130.000	0.000	0.000	0.000	0.997	0.286	0.537	4.795	0.287	0.286
140.000	0.000	0.000	0.000	0.999	0.203	-0.300	2.884	0.203	0.203
150.000	0.000	0.000	0.000	0.784	0.234	0.561	3.803	0.324	0.234
160.000	0.000	0.000	0.000	0.677	0.237	0.577	3.619	0.379	0.237
170.000	0.000	0.000	0.000	0.410	0.228	2.456	10.029	0.556	0.228
180.000	0.000	0.000	0.000	0.492	0.252	1.775	6.700	0.513	0.252
190.000	0.000	0.000	0.000	1.890	0.544	2.463	12.187	0.288	0.544
200.000	0.000	0.000	0.000	0.441	0.198	3.369	21.832	0.449	0.198
210.000	0.000	0.000	0.000	0.658	0.491	1.946	7.826	0.746	0.491
220.000	0.000	0.000	0.000	1.032	0.474	1.139	4.073	0.460	0.474
230.000	0.000	0.000	0.000	0.691	0.384	2.260	9.303	0.555	0.384
240.000	0.000	0.000	0.000	1.056	0.436	1.633	8.685	0.413	0.436
250.000	0.000	0.000	0.000	2.662	0.942	1.150	4.049	0.354	0.942
260.000	0.000	0.000	0.000	1.990	0.809	0.732	4.037	0.407	0.809
270.000	0.000	0.000	0.000	1.496	0.620	1.389	7.332	0.414	0.620
280.000	0.000	0.000	0.000	1.669	0.613	0.699	4.000	0.368	0.613
290.000	0.000	0.000	0.000	1.568	0.663	1.032	4.511	0.423	0.663
300.000	0.000	0.000	0.000	2.664	0.936	0.013	4.363	0.339	0.936

Tablo . G.8. Hiz - moment grafikleri.

PR -	X	Y	Z	PEAN	RMS U	SKREW U	FLAT U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	7.837	0.484	-0.540	4.520	0.062	0.484
10.000	0.000	0.000	0.000	7.839	0.465	-0.905	6.373	0.039	0.465
20.000	0.000	0.000	0.000	7.686	0.345	-1.341	8.553	0.071	0.345
30.000	0.000	0.000	0.000	7.660	0.321	-1.087	5.225	0.042	0.321
40.000	0.000	0.000	0.000	7.339	0.377	0.239	4.172	0.050	0.377
50.000	0.000	0.000	0.000	7.382	0.469	0.248	3.248	0.064	0.469
60.000	0.000	0.000	0.000	7.603	0.609	-1.212	6.115	0.087	0.609
70.000	0.000	0.000	0.000	7.076	0.518	-0.226	4.423	0.073	0.518
80.000	0.000	0.000	0.000	7.022	0.204	0.454	-2.137	0.029	0.204
90.000	0.000	0.000	0.000	6.250	0.144	0.178	25.426	0.023	0.144
100.000	0.000	0.000	0.000	5.470	0.287	-0.883	9.045	0.052	0.287
110.000	0.000	0.000	0.000	4.639	0.374	-0.008	4.244	0.081	0.374
120.000	0.000	0.000	0.000	3.384	0.240	0.252	5.242	0.071	0.240
130.000	0.000	0.000	0.000	2.134	0.170	-0.068	3.729	0.080	0.170
140.000	0.000	0.000	0.000	1.570	0.168	0.749	3.308	0.107	0.168
150.000	0.000	0.000	0.000	1.031	0.215	0.176	2.894	0.238	0.215
160.000	0.000	0.000	0.000	0.634	0.224	0.612	2.915	0.333	0.224
170.000	0.000	0.000	0.000	0.692	0.178	0.824	3.504	0.257	0.178
180.000	0.000	0.000	0.000	0.599	0.239	2.700	15.953	0.399	0.239
190.000	0.000	0.000	0.000	0.418	0.180	0.950	4.305	0.431	0.180
200.000	0.000	0.000	0.000	0.409	0.152	1.626	7.405	0.371	0.152
210.000	0.000	0.000	0.000	0.371	0.175	3.092	14.547	0.472	0.175
220.000	0.000	0.000	0.000	0.934	0.499	1.462	5.422	0.534	0.499
230.000	0.000	0.000	0.000	0.397	0.163	2.911	15.115	0.411	0.163
240.000	0.000	0.000	0.000	1.434	1.203	1.629	4.741	0.841	1.203
250.000	0.000	0.000	0.000	2.252	0.711	1.444	6.074	0.315	0.711
260.000	0.000	0.000	0.000	2.111	0.617	0.135	3.833	0.292	0.617
270.000	0.000	0.000	0.000	1.212	0.358	0.953	4.814	0.295	0.358
280.000	0.000	0.000	0.000	2.091	0.797	1.170	5.637	0.381	0.797
290.000	0.000	0.000	0.000	2.211	0.424	0.627	4.185	0.192	0.424
300.000	0.000	0.000	0.000	2.289	0.756	0.774	3.207	0.350	0.756

Tablo . G.9. Hiz - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	SKEN	U	FLAT	U	TURB.	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	5.121	0.933	-0.333	2.617	0.182	0.933				
10.000	0.000	0.000	0.000	5.492	0.799	-0.249	3.610	0.146	0.799				
20.000	0.000	0.000	0.000	5.149	0.950	0.161	3.935	0.154	0.950				
30.000	0.000	0.000	0.000	6.187	1.343	-0.267	2.973	0.217	1.343				
40.000	0.000	0.000	0.000	7.391	0.887	-1.000	4.868	0.117	0.887				
50.000	0.000	0.000	0.000	7.474	0.743	-0.983	4.760	0.099	0.743				
60.000	0.000	0.000	0.000	7.485	0.700	-1.174	3.601	0.094	0.700				
70.000	0.000	0.000	0.000	7.606	0.426	-0.861	5.502	0.064	0.426				
80.000	0.000	0.000	0.000	7.396	0.449	0.062	9.177	0.061	0.449				
90.000	0.000	0.000	0.000	6.637	0.370	-0.567	3.373	0.089	0.370				
100.000	0.000	0.000	0.000	5.442	0.182	-1.322	10.412	0.033	0.182				
110.000	0.000	0.000	0.000	5.179	0.546	-0.238	4.233	0.106	0.546				
120.000	0.000	0.000	0.000	4.669	1.468	-0.296	2.278	0.361	1.468				
130.000	0.000	0.000	0.000	4.611	0.333	1.215	8.238	0.083	0.333				
140.000	0.000	0.000	0.000	4.648	0.621	0.463	2.950	0.154	0.621				
150.000	0.000	0.000	0.000	4.549	0.383	0.040	2.979	0.128	0.383				
160.000	0.000	0.000	0.000	3.050	2.362	0.534	1.357	5.650	0.234	0.534			
170.000	0.000	0.000	0.000	1.505	0.661	0.169	2.613	0.437	0.661				
180.000	0.000	0.000	0.000	1.690	0.521	0.755	4.547	0.314	0.521				
190.000	0.000	0.000	0.000	2.056	0.576	1.099	4.751	0.293	0.576				
200.000	0.000	0.000	0.000	2.682	0.666	0.315	3.171	0.243	0.666				
210.000	0.000	0.000	0.000	1.126	0.553	0.862	3.904	0.491	0.553				
220.000	0.000	0.000	0.000	2.177	0.470	1.417	7.760	0.215	0.470				
230.000	0.000	0.000	0.000	2.037	0.577	0.300	3.799	0.281	0.577				
240.000	0.000	0.000	0.000	0.833	0.602	2.532	10.074	0.707	0.602				
250.000	0.000	0.000	0.000	2.228	0.708	1.235	6.576	0.318	0.708				
260.000	0.000	0.000	0.000	1.568	0.785	1.411	5.355	0.501	0.785				
270.000	0.000	0.000	0.000	3.295	1.022	0.813	3.092	0.311	1.022				
280.000	0.000	0.000	0.000	2.951	0.770	0.364	2.382	0.263	0.770				
290.000	0.000	0.000	0.000	1.851	0.694	0.671	2.860	0.373	0.694				
300.000	0.000	0.000	0.000	2.294	0.877	0.778	4.068	0.352	0.877				

Tablo . G.10. Hiz - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	SKEN	U	FLAT	U	TURB.	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	3.750	0.673	-0.743	3.552	0.179	0.673				
10.000	0.000	0.000	0.000	3.556	1.078	-0.713	2.946	0.309	1.078				
20.000	0.000	0.000	0.000	4.363	0.571	-0.563	4.717	0.131	0.571				
30.000	0.000	0.000	0.000	4.058	0.732	-1.174	5.359	0.180	0.732				
40.000	0.000	0.000	0.000	4.394	0.359	0.622	3.808	0.130	0.359				
50.000	0.000	0.000	0.000	5.185	0.777	-0.522	4.534	0.154	0.777				
60.000	0.000	0.000	0.000	4.042	0.373	-0.071	3.664	0.052	0.373				
70.000	0.000	0.000	0.000	4.224	0.377	0.219	2.708	0.054	0.377				
80.000	0.000	0.000	0.000	3.895	0.355	0.233	3.659	0.051	0.355				
90.000	0.000	0.000	0.000	3.406	0.350	-0.249	3.847	0.113	0.350				
100.000	0.000	0.000	0.000	2.577	0.345	0.303	3.815	0.123	0.345				
110.000	0.000	0.000	0.000	1.933	0.333	0.350	3.436	0.172	0.333				
120.000	0.000	0.000	0.000	1.220	0.388	0.221	2.732	0.318	0.388				
130.000	0.000	0.000	0.000	0.821	0.245	0.448	3.621	0.298	0.245				
140.000	0.000	0.000	0.000	0.755	0.452	1.633	4.373	0.358	0.452				
150.000	0.000	0.000	0.000	0.770	0.508	1.168	4.243	0.453	0.508				
160.000	0.000	0.000	0.000	5.285	0.684	-0.819	3.322	0.129	0.684				
170.000	0.000	0.000	0.000	3.787	1.502	-0.006	2.290	0.397	1.502				
180.000	0.000	0.000	0.000	5.344	0.630	0.528	3.523	0.118	0.630				
190.000	0.000	0.000	0.000	5.391	0.736	-0.047	2.986	0.136	0.736				
200.000	0.000	0.000	0.000	5.115	0.746	-0.560	2.775	0.304	0.746				
210.000	0.000	0.000	0.000	2.042	0.434	1.737	6.625	0.222	0.434				
220.000	0.000	0.000	0.000	1.929	0.902	0.987	3.500	0.488	0.902				
230.000	0.000	0.000	0.000	2.286	1.041	0.246	2.378	0.456	1.041				
240.000	0.000	0.000	0.000	2.277	1.045	-0.223	2.145	0.449	1.045				
250.000	0.000	0.000	0.000	2.806	1.007	0.260	2.844	0.339	1.007				
260.000	0.000	0.000	0.000	2.907	0.947	0.339	2.764	0.326	0.947				
270.000	0.000	0.000	0.000	3.283	0.921	0.556	3.373	0.280	0.921				
280.000	0.000	0.000	0.000	3.322	0.911	0.341	3.080	0.274	0.911				
290.000	0.000	0.000	0.000	3.147	0.851	0.553	2.923	0.270	0.851				
300.000	0.000	0.000	0.000	3.165	0.979	0.464	2.948	0.309	0.979				

Tablo . G.11. Hız - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	4.051	0.768	-0.445	4.556	0.051	0.768	0.368	
10.000	0.000	0.000	0.000	4.278	0.574	-0.603	3.376	0.158	0.574	0.574	
20.000	0.000	0.000	0.000	3.958	0.346	-0.914	5.434	0.097	0.346	0.346	
30.000	0.000	0.000	0.000	4.242	0.293	-0.984	4.293	0.067	0.293	0.293	
40.000	0.000	0.000	0.000	4.109	0.249	-0.376	4.251	0.061	0.249	0.249	
50.000	0.000	0.000	0.000	3.972	0.262	0.388	4.223	0.066	0.262	0.262	
60.000	0.000	0.000	0.000	4.177	0.227	0.434	3.377	0.054	0.227	0.227	
70.000	0.000	0.000	0.000	4.124	0.194	0.013	2.879	0.045	0.194	0.194	
80.000	0.000	0.000	0.000	4.040	0.243	0.234	3.041	0.050	0.243	0.243	
90.000	0.000	0.000	0.000	3.644	0.177	0.227	3.227	0.044	0.177	0.177	
100.000	0.000	0.000	0.000	2.360	0.387	0.353	3.453	0.151	0.387	0.387	
110.000	0.000	0.000	0.000	2.043	0.193	0.381	2.797	0.094	0.193	0.193	
120.000	0.000	0.000	0.000	1.377	0.145	-0.171	2.984	0.105	0.145	0.145	
130.000	0.000	0.000	0.000	1.142	0.194	-0.081	2.908	0.172	0.194	0.194	
140.000	0.000	0.000	0.000	0.758	0.118	0.174	4.741	0.133	0.118	0.118	
150.000	0.000	0.000	0.000	0.671	0.186	0.083	2.358	0.267	0.186	0.186	
160.000	0.000	0.000	0.000	0.741	0.283	0.247	2.427	0.398	0.283	0.283	
170.000	0.000	0.000	0.000	0.451	0.223	0.490	2.773	0.343	0.223	0.223	
180.000	0.000	0.000	0.000	0.440	0.364	1.122	4.350	0.328	0.364	0.364	
190.000	0.000	0.000	0.000	0.124	0.120	0.794	2.977	0.362	0.120	0.120	
200.000	0.000	0.000	0.000	0.373	0.237	0.341	3.535	0.575	0.237	0.237	
210.000	0.000	0.000	0.000	0.434	0.470	2.530	6.354	1.123	0.470	0.470	
220.000	0.000	0.000	0.000	0.374	0.453	1.576	5.556	1.212	0.453	0.453	
230.000	0.000	0.000	0.000	0.444	0.698	2.211	5.428	1.370	0.698	0.698	
240.000	0.000	0.000	0.000	0.265	0.432	3.108	12.995	1.625	0.432	0.432	
250.000	0.000	0.000	0.000	0.923	0.644	0.672	2.535	0.677	0.644	0.644	
260.000	0.000	0.000	0.000	1.232	1.103	1.132	3.593	0.593	1.103	1.103	
270.000	0.000	0.000	0.000	1.702	1.098	0.641	2.732	0.645	1.098	1.098	
280.000	0.000	0.000	0.000	2.444	1.151	0.368	2.917	0.467	1.151	1.151	
290.000	0.000	0.000	0.000	2.435	1.098	-0.045	2.025	0.442	1.098	1.098	
300.000	0.000	0.000	0.000	2.419	1.117	0.312	2.312	0.452	1.117	1.117	

Tablo . G.12. Hız - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	4.541	0.592	-0.593	4.715	0.130	0.592	0.592	
10.000	0.000	0.000	0.000	4.692	0.462	-0.639	5.727	0.097	0.462	0.462	
20.000	0.000	0.000	0.000	4.576	0.365	-0.509	5.720	0.080	0.365	0.365	
30.000	0.000	0.000	0.000	4.731	0.324	0.067	5.240	0.068	0.324	0.324	
40.000	0.000	0.000	0.000	4.597	0.248	0.320	2.753	0.076	0.248	0.248	
50.000	0.000	0.000	0.000	4.435	0.430	-0.136	5.556	0.097	0.430	0.430	
60.000	0.000	0.000	0.000	4.445	0.274	-0.632	3.533	0.066	0.274	0.274	
70.000	0.000	0.000	0.000	4.513	0.260	0.216	2.357	0.037	0.260	0.260	
80.000	0.000	0.000	0.000	4.451	0.224	-1.305	7.741	0.090	0.224	0.224	
90.000	0.000	0.000	0.000	3.904	0.287	-0.325	2.454	0.072	0.287	0.287	
100.000	0.000	0.000	0.000	2.975	0.259	-0.045	2.454	0.090	0.259	0.259	
110.000	0.000	0.000	0.000	2.063	0.177	-1.245	2.765	0.055	0.177	0.177	
120.000	0.000	0.000	0.000	1.717	0.274	0.435	3.625	0.157	0.274	0.274	
130.000	0.000	0.000	0.000	0.837	0.181	-0.272	2.423	0.217	0.181	0.181	
140.000	0.000	0.000	0.000	3.505	0.224	0.226	2.755	0.370	0.224	0.224	
150.000	0.000	0.000	0.000	0.873	0.374	1.342	5.625	0.437	0.374	0.374	
160.000	0.000	0.000	0.000	0.433	0.259	0.259	5.625	0.375	0.259	0.259	
170.000	0.000	0.000	0.000	0.622	0.235	0.586	4.037	0.373	0.235	0.235	
180.000	0.000	0.000	0.000	0.572	0.291	0.291	2.541	0.532	0.291	0.291	
190.000	0.000	0.000	0.000	0.472	0.273	0.411	2.524	0.522	0.273	0.273	
200.000	0.000	0.000	0.000	0.383	0.165	0.167	2.457	0.513	0.165	0.165	
210.000	0.000	0.000	0.000	0.457	0.262	1.574	5.622	0.432	0.262	0.262	
220.000	0.000	0.000	0.000	0.732	0.215	0.275	2.741	0.314	0.215	0.215	
230.000	0.000	0.000	0.000	0.427	0.135	0.872	4.575	0.446	0.135	0.135	
240.000	0.000	0.000	0.000	0.750	0.511	1.701	5.117	0.894	0.511	0.511	
250.000	0.000	0.000	0.000	0.711	0.647	1.031	2.423	0.910	0.647	0.647	
260.000	0.000	0.000	0.000	0.453	0.332	1.431	5.730	0.835	0.332	0.332	
270.000	0.000	0.000	0.000	0.383	0.297	2.737	5.740	1.031	0.297	0.297	
280.000	0.000	0.000	0.000	1.067	0.306	0.915	2.355	0.687	0.306	0.306	
290.000	0.000	0.000	0.000	1.526	1.207	0.566	2.775	0.791	1.207	1.207	
300.000	0.000	0.000	0.000	2.257	1.252	0.976	2.454	0.595	1.252	1.252	

Tablo . G.13.Hız - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	PEANU	RMS	U	NEW	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	7.497	0.125	-1.137	11.429	0.052	0.628				
10.000	0.000	0.000	7.737	0.811	-1.095	8.752	0.135	0.811				
20.000	0.000	0.000	8.242	0.679	0.202	5.354	0.075	0.679				
30.000	0.000	0.000	8.302	0.815	0.072	3.877	0.052	0.815				
40.000	0.000	0.000	8.752	0.457	-0.409	3.759	0.056	0.489				
50.000	0.000	0.000	9.137	0.455	-1.472	14.527	0.050	0.455				
60.000	0.000	0.000	9.995	0.255	0.600	2.582	0.043	0.358				
70.000	0.000	0.000	9.442	0.259	0.421	-3.921	0.027	0.259				
80.000	0.000	0.000	8.045	0.212	0.221	-8.455	0.023	0.212				
90.000	0.000	0.000	7.755	0.320	0.332	-0.342	0.041	0.320				
100.000	0.000	0.000	5.995	0.271	0.997	5.415	0.345	0.271				
110.000	0.000	0.000	4.208	0.258	-0.429	4.187	0.051	0.258				
120.000	0.000	0.000	2.972	0.272	0.223	3.204	0.074	0.272				
130.000	0.000	0.000	2.150	0.258	0.107	4.270	0.132	0.258				
140.000	0.000	0.000	1.458	0.120	0.974	2.551	0.215	0.320				
150.000	0.000	0.000	0.759	0.257	0.771	4.745	0.129	0.243				
160.000	0.000	0.000	1.133	0.274	0.425	3.745	0.249	0.274				
170.000	0.000	0.000	0.455	0.259	0.774	3.425	0.472	0.299				
180.000	0.000	0.000	0.875	0.255	0.487	3.459	0.257	0.286				
190.000	0.000	0.000	0.875	0.255	0.487	3.459	0.257	0.286				
200.000	0.000	0.000	1.532	0.700	0.771	2.578	0.443	0.700				
210.000	0.000	0.000	1.874	0.452	0.475	2.578	0.473	0.522				
220.000	0.000	0.000	1.421	0.472	0.446	2.919	0.352	0.472				
230.000	0.000	0.000	1.257	0.457	1.380	4.875	0.553	0.689				
240.000	0.000	0.000	1.044	0.411	0.490	2.422	0.351	0.411				
250.000	0.000	0.000	1.044	0.377	0.937	4.714	0.261	0.377				
260.000	0.000	0.000	2.425	0.553	0.521	3.870	0.277	0.588				
270.000	0.000	0.000	1.992	0.524	0.679	3.275	0.215	0.524				
280.000	0.000	0.000	1.572	0.497	0.412	2.876	0.429	0.699				
290.000	0.000	0.000	2.802	0.928	0.981	3.796	0.271	0.928				
300.000	0.000	0.000	2.231	0.985	1.129	5.180	0.432	0.985				

Tablo . G.14. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	PEANU	RMS	U	NEW	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	5.710	1.351	-0.520	2.512	0.252	1.351				
10.000	0.000	0.000	5.591	1.559	-0.240	2.641	0.281	1.559				
20.000	0.000	0.000	6.473	1.453	-0.585	3.008	0.225	1.453				
30.000	0.000	0.000	6.201	1.773	-0.316	3.299	0.279	1.733				
40.000	0.000	0.000	6.715	1.481	-0.475	2.904	0.219	1.481				
50.000	0.000	0.000	7.221	1.304	-0.240	4.784	0.181	1.311				
60.000	0.000	0.000	7.443	1.443	-1.725	5.704	0.195	1.465				
70.000	0.000	0.000	8.552	0.675	-1.077	5.525	0.105	0.925				
80.000	0.000	0.000	9.585	0.814	-0.459	4.041	0.107	0.951				
90.000	0.000	0.000	9.255	0.799	-0.770	3.423	0.035	0.799				
100.000	0.000	0.000	8.416	0.492	1.457	2.457	0.051	0.453				
110.000	0.000	0.000	8.560	0.719	0.524	3.444	0.037	0.718				
120.000	0.000	0.000	5.781	0.219	1.417	2.956	0.072	0.219				
130.000	0.000	0.000	4.234	0.219	0.432	4.315	0.057	0.219				
140.000	0.000	0.000	1.274	0.220	1.177	1.973	0.121	0.220				
150.000	0.000	0.000	0.759	0.204	-0.417	4.516	0.272	0.204				
160.000	0.000	0.000	0.230	0.230	-0.205	3.432	0.205	0.230				
170.000	0.000	0.000	0.430	0.230	0.430	4.331	0.431	0.430				
180.000	0.000	0.000	0.218	0.218	0.514	0.503	0.203	0.218				
190.000	0.000	0.000	1.270	0.218	0.453	2.751	0.324	0.218				
200.000	0.000	0.000	1.270	0.218	0.453	2.751	0.324	0.218				
210.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200				
220.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200				
230.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200				
240.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200				
250.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200				
260.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200				
270.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200				
280.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200				
290.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200				
300.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200				

Tablo . G.17. Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . G.18. Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . G.19. Hız - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB.	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	7.538	0.599	-0.426	3.316	0.079	0.599				
10.000	0.000	0.000	0.000	7.539	0.722	-2.402	13.444	0.098	0.722				
20.000	0.000	0.000	0.000	7.494	0.648	-1.300	9.271	0.086	0.648				
30.000	0.000	0.000	0.000	8.316	0.425	0.326	3.928	0.051	0.425				
40.000	0.000	0.000	0.000	8.423	0.336	0.379	2.124	0.040	0.336				
50.000	0.000	0.000	0.000	8.566	0.363	0.067	2.768	0.042	0.363				
60.000	0.000	0.000	0.000	9.360	0.211	-0.128	20.130	0.023	0.211				
70.000	0.000	0.000	0.000	9.322	0.408	-0.198	0.410	0.044	0.408				
80.000	0.000	0.000	0.000	8.897	0.321	0.660	-3.507	0.036	0.321				
90.000	0.000	0.000	0.000	7.479	0.383	-0.499	3.622	0.032	0.383				
100.000	0.000	0.000	0.000	5.623	0.360	-0.214	4.385	0.064	0.360				
110.000	0.000	0.000	0.000	3.794	0.417	-1.165	4.417	0.110	0.417				
120.000	0.000	0.000	0.000	2.381	0.694	-0.757	3.164	0.291	0.694				
130.000	0.000	0.000	0.000	1.616	0.408	-0.580	3.050	0.252	0.408				
140.000	0.000	0.000	0.000	2.076	0.295	0.078	3.921	0.142	0.295				
150.000	0.000	0.000	0.000	1.554	0.267	-0.009	5.624	0.172	0.267				
160.000	0.000	0.000	0.000	1.749	0.304	-0.135	3.561	0.174	0.304				
170.000	0.000	0.000	0.000	1.474	0.417	0.144	3.662	0.283	0.417				
180.000	0.000	0.000	0.000	1.259	0.305	0.690	6.103	0.242	0.305				
190.000	0.000	0.000	0.000	0.885	0.406	1.052	4.576	0.458	0.406				
200.000	0.000	0.000	0.000	0.860	0.277	0.504	3.546	0.325	0.277				
210.000	0.000	0.000	0.000	0.874	0.430	0.792	3.257	0.491	0.430				
220.000	0.000	0.000	0.000	0.887	0.344	0.909	4.175	0.388	0.344				
230.000	0.000	0.000	0.000	0.978	0.497	1.235	4.521	0.508	0.497				
240.000	0.000	0.000	0.000	1.485	0.621	1.289	4.851	0.425	0.621				
250.000	0.000	0.000	0.000	1.488	0.581	1.176	4.870	0.391	0.581				
260.000	0.000	0.000	0.000	1.357	0.537	1.937	8.556	0.407	0.537				
270.000	0.000	0.000	0.000	1.950	0.974	1.138	4.559	0.499	0.974				
280.000	0.000	0.000	0.000	2.445	0.859	1.763	7.896	0.351	0.859				
290.000	0.000	0.000	0.000	1.868	0.962	1.442	5.075	0.515	0.962				
300.000	0.000	0.000	0.000	1.670	0.566	0.623	3.254	0.340	0.566				

Tablo . G.20. Hız - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB.	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	7.418	0.803	-1.223	7.791	0.108	0.803				
10.000	0.000	0.000	0.000	7.210	0.938	-0.791	4.745	0.133	0.938				
20.000	0.000	0.000	0.000	7.117	0.909	-0.391	3.418	0.128	0.909				
30.000	0.000	0.000	0.000	6.524	1.506	0.027	3.753	0.251	1.506				
40.000	0.000	0.000	0.000	7.392	1.041	-0.391	3.842	0.141	1.041				
50.000	0.000	0.000	0.000	8.525	0.515	-0.115	3.574	0.060	0.515				
60.000	0.000	0.000	0.000	8.834	0.477	-0.119	3.041	0.054	0.477				
70.000	0.000	0.000	0.000	8.883	0.526	-0.461	4.423	0.059	0.526				
80.000	0.000	0.000	0.000	9.146	0.384	0.212	2.306	0.043	0.384				
90.000	0.000	0.000	0.000	9.508	0.312	-0.723	4.147	0.055	0.312				
100.000	0.000	0.000	0.000	9.030	0.332	-0.027	4.056	0.037	0.332				
110.000	0.000	0.000	0.000	9.772	0.314	-0.162	2.306	0.039	0.314				
120.000	0.000	0.000	0.000	8.786	0.175	-0.739	7.647	0.026	0.175				
130.000	0.000	0.000	0.000	4.609	0.285	-0.040	2.671	0.062	0.285				
140.000	0.000	0.000	0.000	3.566	0.321	-1.181	8.645	0.090	0.321				
150.000	0.000	0.000	0.000	2.535	0.516	0.170	2.959	0.218	0.516				
160.000	0.000	0.000	0.000	1.390	0.441	0.119	3.473	0.318	0.441				
170.000	0.000	0.000	0.000	1.272	0.356	0.420	2.754	0.275	0.356				
180.000	0.000	0.000	0.000	0.962	0.373	0.463	3.245	0.388	0.373				
190.000	0.000	0.000	0.000	2.596	0.819	0.576	2.534	0.312	0.819				
200.000	0.000	0.000	0.000	2.466	0.845	0.989	3.282	0.342	0.845				
210.000	0.000	0.000	0.000	2.717	0.820	1.152	4.123	0.302	0.820				
220.000	0.000	0.000	0.000	3.089	0.933	0.592	3.405	0.302	0.933				
230.000	0.000	0.000	0.000	3.555	0.931	0.751	3.299	0.278	0.931				
240.000	0.000	0.000	0.000	3.119	0.947	0.761	3.343	0.310	0.947				
250.000	0.000	0.000	0.000	3.256	1.026	0.615	3.112	0.315	1.026				
260.000	0.000	0.000	0.000	3.059	0.913	1.161	4.618	0.292	0.913				
270.000	0.000	0.000	0.000	2.956	0.952	0.870	3.470	0.322	0.952				
280.000	0.000	0.000	0.000	2.943	0.883	0.307	2.260	0.300	0.883				
290.000	0.000	0.000	0.000	2.053	0.735	0.520	3.821	0.368	0.735				
300.000	0.000	0.000	0.000	1.708	0.701	0.142	2.695	0.410	0.701				

Tablo . G.21. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEAN	U	MS	U	SEW	U	FLAT	U	TURR	ENERGY
0.000	0.000	0.000	4.492	1.388	0.032	2.844	0.309	1.388					
10.000	0.000	0.000	4.830	1.449	-0.230	2.572	0.304	1.449					
20.000	0.000	0.000	7.192	1.211	-1.222	4.884	0.168	1.211					
30.000	0.000	0.000	7.483	1.048	-1.923	9.411	0.143	1.048					
40.000	0.000	0.000	7.124	1.106	-1.258	6.212	0.135	1.106					
50.000	0.000	0.000	7.608	0.881	-0.911	6.376	0.116	0.881					
60.000	0.000	0.000	7.891	0.737	-0.843	6.393	0.093	0.737					
70.000	0.000	0.000	7.806	1.197	-0.699	3.750	0.142	1.197					
80.000	0.000	0.000	7.998	1.045	-0.842	4.997	0.131	1.045					
90.000	0.000	0.000	8.490	0.822	0.392	3.870	0.069	0.822					
100.000	0.000	0.000	9.271	0.337	-0.142	4.778	0.036	0.337					
110.000	0.000	0.000	9.313	0.448	0.046	3.870	0.048	0.448					
120.000	0.000	0.000	8.872	0.442	0.452	3.206	0.050	0.442					
130.000	0.000	0.000	8.402	0.297	-0.145	3.722	0.033	0.297					
140.000	0.000	0.000	8.792	0.185	-0.742	-5.190	0.024	0.185					
150.000	0.000	0.000	4.897	0.201	0.320	6.022	0.041	0.201					
160.000	0.000	0.000	3.417	0.483	0.338	5.600	0.135	0.483					
170.000	0.000	0.000	1.479	0.435	0.146	2.951	0.307	0.435					
180.000	0.000	0.000	1.553	0.337	0.212	3.099	0.230	0.337					
190.000	0.000	0.000	1.053	0.504	1.208	4.868	0.479	0.504					
200.000	0.000	0.000	0.982	0.309	0.979	5.891	0.313	0.308					
210.000	0.000	0.000	1.131	0.645	1.270	5.375	0.594	0.645					
220.000	0.000	0.000	1.084	0.333	1.668	6.942	0.493	0.333					
230.000	0.000	0.000	1.317	0.382	0.499	2.159	0.446	0.382					
240.000	0.000	0.000	1.513	0.640	1.162	5.207	0.436	0.640					
250.000	0.000	0.000	1.534	0.664	0.722	3.403	0.427	0.664					
260.000	0.000	0.000	2.026	0.736	0.643	3.234	0.363	0.736					
270.000	0.000	0.000	1.886	0.679	0.935	5.052	0.364	0.679					
280.000	0.000	0.000	1.894	0.547	-0.214	3.350	0.290	0.549					
290.000	0.000	0.000	2.535	1.047	0.529	3.506	0.413	1.047					
300.000	0.000	0.000	1.764	0.733	0.904	4.299	0.419	0.739					

Tablo . G.22. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEAN	U	MS	U	SEW	U	FLAT	U	TURR	ENERGY
0.000	0.000	0.000	3.575	0.823	0.085	2.842	0.274	0.823					
10.000	0.000	0.000	4.330	1.182	0.291	2.165	0.273	1.182					
20.000	0.000	0.000	3.316	0.967	0.491	3.319	0.292	0.967					
30.000	0.000	0.000	2.725	0.805	0.335	2.771	0.294	0.805					
40.000	0.000	0.000	2.469	0.892	0.470	3.190	0.361	0.890					
50.000	0.000	0.000	2.285	0.635	0.377	2.849	0.278	0.636					
60.000	0.000	0.000	2.955	1.219	0.571	2.722	0.412	1.219					
70.000	0.000	0.000	4.706	1.464	-0.074	2.616	0.311	1.464					
80.000	0.000	0.000	5.769	1.375	-0.454	2.566	0.242	1.375					
90.000	0.000	0.000	3.953	1.371	0.225	2.731	0.349	1.391					
100.000	0.000	0.000	3.878	1.431	0.047	2.820	0.382	1.481					
110.000	0.000	0.000	3.230	1.373	0.055	2.336	0.412	1.373					
120.000	0.000	0.000	4.251	1.127	-0.115	2.375	0.382	1.127					
130.000	0.000	0.000	3.919	1.736	-0.507	2.125	0.454	1.736					
140.000	0.000	0.000	3.425	1.537	0.271	2.515	0.448	1.537					
150.000	0.000	0.000	5.757	1.335	-0.345	2.442	0.240	1.389					
160.000	0.000	0.000	4.755	1.623	-0.092	2.552	0.341	1.632					
170.000	0.000	0.000	7.241	1.136	-0.750	4.405	0.155	1.136					
180.000	0.000	0.000	4.355	1.811	0.122	2.851	0.345	1.811					
190.000	0.000	0.000	3.901	1.553	0.176	2.743	0.391	1.523					
200.000	0.000	0.000	3.677	1.502	0.071	2.265	0.415	1.502					
210.000	0.000	0.000	4.235	1.021	0.020	2.771	0.246	1.047					
220.000	0.000	0.000	3.355	1.071	0.824	2.390	0.450	1.072					
230.000	0.000	0.000	1.974	0.867	0.865	4.377	0.448	0.863					
240.000	0.000	0.000	1.941	0.459	0.441	2.899	0.477	0.829					
250.000	0.000	0.000	2.523	0.625	1.245	6.074	0.249	0.628					
260.000	0.000	0.000	3.276	0.925	0.503	3.145	0.282	0.925					
270.000	0.000	0.000	3.322	0.924	0.794	3.258	0.278	0.924					
280.000	0.000	0.000	2.842	0.815	1.255	4.565	0.297	0.815					
290.000	0.000	0.000	3.110	1.627	0.735	3.026	0.350	1.027					

Tablo . G.23. Hız - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	3.335	0.514	0.403	2.972	0.154	0.514	
10.000	0.000	0.000	3.417	0.533	0.453	3.799	0.156	0.533	
20.000	0.000	0.000	3.060	0.522	0.056	2.475	0.203	0.622	
30.000	0.000	0.000	2.703	0.465	0.585	3.450	0.149	0.403	
40.000	0.000	0.000	2.952	0.452	0.150	3.645	0.162	0.482	
50.000	0.000	0.000	2.868	0.495	-0.572	3.418	0.174	0.499	
60.000	0.000	0.000	2.551	0.516	-0.019	2.749	0.201	0.516	
70.000	0.000	0.000	2.938	0.596	0.006	2.137	0.218	0.563	
80.000	0.000	0.000	2.045	0.567	0.713	2.821	0.179	0.367	
90.000	0.000	0.000	2.217	0.552	0.715	3.551	0.231	0.513	
100.000	0.000	0.000	1.972	0.459	0.154	3.129	0.253	0.499	
110.000	0.000	0.000	1.955	0.456	0.250	2.458	0.233	0.456	
120.000	0.000	0.000	1.852	0.517	0.511	3.534	0.331	0.517	
130.000	0.000	0.000	1.466	0.781	0.525	2.708	0.239	0.331	
140.000	0.000	0.000	1.757	0.455	0.576	2.542	0.347	0.485	
150.000	0.000	0.000	1.724	0.525	-0.705	2.893	0.393	0.529	
160.000	0.000	0.000	1.631	0.451	0.711	2.574	0.412	0.631	
170.000	0.000	0.000	1.715	0.533	1.121	4.542	0.514	0.883	
180.000	0.000	0.000	1.631	0.453	0.456	3.903	0.512	0.553	
190.000	0.000	0.000	1.105	0.441	0.490	2.556	0.578	0.641	
200.000	0.000	0.000	2.062	0.510	0.576	2.645	0.434	0.910	
210.000	0.000	0.000	2.258	1.472	0.416	2.500	0.856	1.475	
220.000	0.000	0.000	1.903	0.722	0.330	3.174	0.694	1.333	
230.000	0.000	0.000	2.153	0.725	0.424	2.501	0.577	1.259	
240.000	0.000	0.000	1.322	0.495	1.114	0.531	1.338		
250.000	0.000	0.000	2.327	1.305	0.744	3.331	0.558	1.305	
260.000	0.000	0.000	2.761	1.347	0.545	2.720	0.488	1.347	
270.000	0.000	0.000	2.764	1.571	0.514	2.920	0.569	1.573	
280.000	0.000	0.000	2.422	1.415	0.510	2.897	0.569	1.415	
290.000	0.000	0.000	2.464	0.896	0.075	2.682	0.401	0.999	
300.000	0.000	0.000	2.444	0.566	0.244	3.035	0.393	0.766	

Tablo . G.24. Hız - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	3.742	0.472	0.114	2.847	0.114	0.472	
10.000	0.000	0.000	3.751	0.471	0.115	3.553	0.133	0.471	
20.000	0.000	0.000	2.226	0.443	0.211	2.590	0.143	0.443	
30.000	0.000	0.000	2.461	0.412	0.808	2.724	0.121	0.418	
40.000	0.000	0.000	3.332	0.445	-0.520	2.927	0.143	0.439	
50.000	0.000	0.000	2.006	0.430	-0.567	3.570	0.152	0.621	
60.000	0.000	0.000	2.455	0.471	-0.251	2.533	0.138	0.475	
70.000	0.000	0.000	2.974	0.381	0.232	2.965	0.122	0.363	
80.000	0.000	0.000	3.241	0.445	-0.331	2.845	0.151	0.490	
90.000	0.000	0.000	2.573	0.342	0.145	2.706	0.133	0.342	
100.000	0.000	0.000	2.397	0.432	0.240	3.907	0.150	0.434	
110.000	0.000	0.000	2.575	0.523	0.056	2.131	0.195	0.523	
120.000	0.000	0.000	2.457	0.456	0.259	3.322	0.223	0.550	
130.000	0.000	0.000	2.872	0.471	0.714	3.368	0.210	0.470	
140.000	0.000	0.000	2.455	0.477	0.237	2.452	0.182	0.427	
150.000	0.000	0.000	2.136	0.522	1.141	2.514	0.242	0.522	
160.000	0.000	0.000	1.735	0.447	0.127	2.750	0.220	0.412	
170.000	0.000	0.000	1.737	0.457	-0.011	3.235	0.246	0.467	
180.000	0.000	0.000	1.838	0.540	0.177	2.504	0.335	0.540	
190.000	0.000	0.000	1.622	0.436	0.015	3.015	0.393	0.501	
200.000	0.000	0.000	1.973	0.525	0.455	4.221	0.323	0.585	
210.000	0.000	0.000	2.343	0.520	0.131	2.771	0.477	0.510	
220.000	0.000	0.000	1.773	0.447	0.447	2.457	0.450	0.675	
230.000	0.000	0.000	1.441	0.725	0.429	3.182	0.504	0.783	
240.000	0.000	0.000	1.577	1.131	0.636	2.777	0.602	1.191	
250.000	0.000	0.000	2.031	1.305	0.521	3.027	0.492	1.024	
260.000	0.000	0.000	1.511	1.471	0.577	4.130	0.571	1.091	
270.000	0.000	0.000	2.125	1.244	0.700	2.552	0.550	1.204	
280.000	0.000	0.000	2.394	1.332	0.394	2.648	0.443	1.332	
290.000	0.000	0.000	2.345	1.423	0.252	2.751	0.501	1.435	
300.000	0.000	0.000	2.191	1.133	0.145	2.445	0.467	1.335	

Tablo . G.27.Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo : G.28. Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . G.29 Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . G.30. Hız - moment grafikleri.

PR	-	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEW U	FLAT U	TURBULENCE	
0.75					0.510	0.640	5.596	0.040	0.510	
0.50					0.505	0.505	-0.321	7.548	0.508	
0.25					0.505	0.385	3.786	0.050	0.385	
0.00					0.505	0.205	0.229	-8.444	0.205	
-0.25					0.505	0.278	1.177	0.039	0.205	
-0.50					0.505	0.478	-0.104	-19.230	0.022	0.178
-0.75					0.505	0.229	-11.867	0.028	0.228	
-1.00					0.505	0.579	3.070	0.043	0.545	
-1.25					0.505	-0.414	6.895	0.039	0.326	
-1.50					0.505	0.316	11.878	0.049	0.510	
-1.75					0.505	-0.246	5.077	0.029	0.158	
-2.00					0.505	0.292	3.323	0.052	0.158	
-2.25					0.505	0.745	3.375	0.167	0.256	
-2.50					0.505	0.395	3.692	0.274	0.176	
-2.75					0.505	0.357	2.793	0.422	0.210	
-3.00					0.505	1.435	6.269	0.423	0.440	
-3.25					0.505	0.450	2.746	0.423	0.217	
-3.50					0.505	1.277	5.035	0.474	0.306	
-3.75					0.505	0.545	2.966	0.397	0.374	
-4.00					0.505	1.110	3.923	0.616	0.530	
-4.25					0.505	1.040	3.934	0.504	0.493	
-4.50					0.505	0.605	3.081	0.272	0.440	
-4.75					0.505	0.755	2.657	0.433	0.953	
-5.00					0.505	1.335	5.279	0.370	0.990	
-5.25					0.505	0.442	3.1903	0.291	0.539	
-5.50					0.505	0.465	2.684	0.374	0.613	
-5.75					0.505	0.727	0.935	3.479	0.721	0.727
-6.00					0.505	0.954	1.105	4.465	0.395	0.854
-6.25					0.505	0.766	2.279	11.765	0.302	0.766
-6.50					0.505	0.912	2.073	8.576	0.421	0.942
-6.75					0.505	0.757	2.359	12.918	0.462	0.767

Tablo . G.31. Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . G.32. Hız - moment grafikleri.

P/P	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEW U	FLAT U	TURB. ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	7.834	0.270	-0.469	3.974	0.034
10.000	0.000	0.000	0.000	7.871	0.301	0.958	5.056	0.038
20.000	0.000	0.000	0.000	7.681	0.216	-0.213	3.123	0.028
30.000	0.000	0.000	0.000	7.603	0.291	-0.524	3.989	0.038
40.000	0.000	0.000	0.000	7.580	0.255	-1.720	15.664	0.034
50.000	0.000	0.000	0.000	7.599	0.234	0.377	0.938	0.031
60.000	0.000	0.000	0.000	7.201	0.223	-0.036	3.064	0.031
70.000	0.000	0.000	0.000	7.116	0.217	0.188	-0.019	0.031
80.000	0.000	0.000	0.000	6.858	0.329	-0.081	9.794	0.048
90.000	0.000	0.000	0.000	6.156	0.335	3.624	46.415	0.054
100.000	0.000	0.000	0.000	4.848	0.283	2.843	19.821	0.058
110.000	0.000	0.000	0.000	3.119	0.243	0.267	6.222	0.078
120.000	0.000	0.000	0.000	1.701	0.265	0.081	4.272	0.156
130.000	0.000	0.000	0.000	0.997	0.286	0.537	4.795	0.287
140.000	0.000	0.000	0.000	0.999	0.203	-0.300	2.884	0.203
150.000	0.000	0.000	0.000	0.784	0.234	0.561	3.805	0.324
160.000	0.000	0.000	0.000	0.477	0.237	0.577	3.619	0.379
170.000	0.000	0.000	0.000	0.412	0.228	2.456	10.029	0.556
180.000	0.000	0.000	0.000	0.492	0.252	1.775	6.700	0.513
190.000	0.000	0.000	0.000	1.890	0.544	2.463	12.187	0.288
200.000	0.000	0.000	0.000	0.441	0.198	3.349	21.832	0.449
210.000	0.000	0.000	0.000	0.658	0.491	1.946	7.826	0.746
220.000	0.000	0.000	0.000	1.032	0.474	1.139	4.073	0.450
230.000	0.000	0.000	0.000	0.691	0.384	2.260	9.303	0.555
240.000	0.000	0.000	0.000	1.058	0.436	1.633	8.685	0.413
250.000	0.000	0.000	0.000	2.662	0.942	1.130	4.049	0.334
260.000	0.000	0.000	0.000	1.990	0.809	0.752	4.037	0.407
270.000	0.000	0.000	0.000	1.946	0.620	1.349	7.332	0.414
280.000	0.000	0.000	0.000	1.689	0.615	0.899	0.368	0.615
290.000	0.000	0.000	0.000	1.568	0.643	1.032	4.511	0.423
300.000	0.000	0.000	0.000	2.664	0.956	0.013	4.363	0.359

Tablo . G.33. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKW U	FLAT U	TURB. ENERGY
0.000	0.000	0.000	7.572	0.860	-2.105	11.436	0.109	0.860
16.000	0.000	0.000	7.572	0.415	-1.435	12.301	0.052	0.415
32.000	0.000	0.000	8.110	0.457	-0.123	3.829	0.075	0.607
48.000	0.000	0.000	8.110	0.361	0.601	5.335	0.068	0.361
64.000	0.000	0.000	8.110	0.300	-0.490	2.447	0.039	0.333
80.000	0.000	0.000	8.110	0.425	-0.282	2.917	0.035	0.402
96.000	0.000	0.000	8.649	0.274	-0.322	2.774	0.032	0.274
112.000	0.000	0.000	8.649	0.180	0.407	-3.409	0.022	0.180
128.000	0.000	0.000	8.649	0.267	-0.359	0.655	0.033	0.267
144.000	0.000	0.000	8.649	0.282	-0.177	2.441	0.038	0.282
160.000	0.000	0.000	8.649	0.276	-0.111	9.129	0.034	0.276
176.000	0.000	0.000	8.649	0.280	-0.097	3.019	0.046	0.280
192.000	0.000	0.000	8.649	0.407	0.254	4.815	0.153	0.407
208.000	0.000	0.000	8.649	0.396	0.254	2.816	0.237	0.396
224.000	0.000	0.000	8.649	0.353	1.025	6.173	0.348	0.353
240.000	0.000	0.000	8.649	0.448	1.455	5.987	0.448	0.448
256.000	0.000	0.000	8.649	0.218	0.422	3.223	0.292	0.218
272.000	0.000	0.000	8.649	0.158	0.795	5.042	0.264	0.158
288.000	0.000	0.000	8.649	0.207	1.241	4.545	0.452	0.207
304.000	0.000	0.000	8.649	0.166	1.845	12.839	0.481	0.166
320.000	0.000	0.000	8.649	0.183	1.509	4.298	0.403	0.183
336.000	0.000	0.000	8.649	0.886	3.627	17.900	0.397	0.886
352.000	0.000	0.000	8.649	0.563	0.573	4.036	0.388	0.563
368.000	0.000	0.000	8.649	0.927	0.578	4.305	0.336	0.927
384.000	0.000	0.000	8.649	0.994	0.674	2.472	0.529	0.994
400.000	0.000	0.000	8.649	1.057	0.760	3.952	0.373	1.057
416.000	0.000	0.000	8.649	1.050	1.050	3.817	0.361	1.050
432.000	0.000	0.000	8.649	0.734	-0.444	3.472	0.307	0.734
448.000	0.000	0.000	8.649	0.973	1.071	4.613	0.431	0.973
464.000	0.000	0.000	8.649	0.983	0.951	1.531	0.373	0.983
480.000	0.000	0.000	8.649	0.983	0.951	1.531	0.373	0.983

Tablo . G.34. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKW U	FLAT U	TURB. ENERGY
0.000	0.000	0.000	8.024	0.372	0.249	2.035	0.046	0.372
16.000	0.000	0.000	8.154	0.255	1.075	5.541	0.035	0.255
32.000	0.000	0.000	8.077	0.425	-0.528	5.271	0.083	0.425
48.000	0.000	0.000	8.370	0.205	-0.645	10.522	0.024	0.202
64.000	0.000	0.000	8.421	0.271	0.154	5.655	0.032	0.271
80.000	0.000	0.000	8.420	0.180	-0.450	-25.195	0.021	0.180
96.000	0.000	0.000	8.420	0.350	-0.452	3.750	0.046	0.350
112.000	0.000	0.000	8.420	0.141	0.157	-25.538	0.017	0.141
128.000	0.000	0.000	7.572	0.111	2.854	-25.088	0.014	0.111
144.000	0.000	0.000	7.572	0.172	-0.209	-25.268	0.024	0.172
160.000	0.000	0.000	8.154	0.159	-0.254	15.515	0.027	0.159
176.000	0.000	0.000	8.154	0.152	-0.376	6.799	0.041	0.152
192.000	0.000	0.000	8.154	0.190	-0.450	2.431	0.069	0.190
208.000	0.000	0.000	8.154	0.278	0.151	4.020	0.146	0.278
224.000	0.000	0.000	8.154	0.258	0.199	7.754	0.199	0.258
240.000	0.000	0.000	8.154	0.324	0.259	12.793	0.340	0.324
256.000	0.000	0.000	8.154	0.240	0.112	2.143	0.199	0.240
272.000	0.000	0.000	8.154	0.229	0.170	2.826	0.229	0.229
288.000	0.000	0.000	8.154	0.234	0.157	3.277	0.263	0.234
304.000	0.000	0.000	8.154	0.317	0.377	3.223	0.429	0.317
320.000	0.000	0.000	8.154	0.294	0.411	2.754	0.411	0.294
336.000	0.000	0.000	8.154	0.436	0.436	0.436	0.436	0.436
352.000	0.000	0.000	8.154	0.271	0.271	0.271	0.271	0.271
368.000	0.000	0.000	8.154	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496
384.000	0.000	0.000	8.154	0.344	0.344	0.344	0.344	0.344
400.000	0.000	0.000	8.154	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885
416.000	0.000	0.000	8.154	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471
432.000	0.000	0.000	8.154	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350
448.000	0.000	0.000	8.154	0.418	0.418	0.418	0.418	0.418

Tablo . G.35 Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . G.36. Hız - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEW U	FLAT U	TURB. ENERGY
1000	0.000	0.000	0.000	7.173	0.433	-0.122	5.135	0.058 0.448
2000	0.000	0.000	0.000	7.155	0.333	-0.136	5.135	0.050 0.368
3000	0.000	0.000	0.000	7.142	0.247	-0.128	5.143	0.044 0.347
4000	0.000	0.000	0.000	7.122	0.162	-0.111	5.157	0.035 0.418
5000	0.000	0.000	0.000	7.097	0.076	-0.103	5.167	0.046 0.372
6000	0.000	0.000	0.000	7.068	0.000	-0.085	5.171	0.032 0.313
7000	0.000	0.000	0.000	7.034	0.000	-0.064	5.132	0.040 0.477
8000	0.000	0.000	0.000	6.995	0.000	-0.081	5.027	0.219
9000	0.000	0.000	0.000	6.952	0.000	-0.095	5.025	0.189
10000	0.000	0.000	0.000	6.905	0.000	-0.122	5.026	0.186
11000	0.000	0.000	0.000	6.855	0.000	-0.147	5.045	0.249
12000	0.000	0.000	0.000	6.802	0.000	-0.173	5.078	0.291
13000	0.000	0.000	0.000	6.746	0.000	-0.200	5.143	0.276
14000	0.000	0.000	0.000	6.687	0.000	-0.228	5.235	0.290 0.500
15000	0.000	0.000	0.000	6.626	0.000	-0.259	5.310	0.315 0.537
16000	0.000	0.000	0.000	6.563	0.000	-0.294	5.368	0.257 0.555
17000	0.000	0.000	0.000	6.498	0.000	-0.332	5.462	0.471 0.241
18000	0.000	0.000	0.000	6.432	0.000	-0.365	5.536	0.392
19000	0.000	0.000	0.000	6.364	0.000	-0.401	5.621	0.498 0.210
20000	0.000	0.000	0.000	6.295	0.000	-0.438	5.703	0.699 0.993
21000	0.000	0.000	0.000	6.225	0.000	-0.476	5.770	0.120
22000	0.000	0.000	0.000	6.154	0.000	-0.516	5.810	0.347 0.750
23000	0.000	0.000	0.000	6.082	0.000	-0.558	5.866	0.490 0.707
24000	0.000	0.000	0.000	6.009	0.000	-0.602	5.932	0.531 0.393
25000	0.000	0.000	0.000	5.935	0.000	-0.648	6.016	0.416 0.525
26000	0.000	0.000	0.000	5.860	0.000	-0.695	6.111	0.392 0.958
27000	0.000	0.000	0.000	5.784	0.000	-0.744	6.219	0.349 0.344
28000	0.000	0.000	0.000	5.707	0.000	-0.795	6.325	0.460 0.670
29000	0.000	0.000	0.000	5.629	0.000	-0.847	6.438	0.348 0.473
30000	0.000	0.000	0.000	5.550	0.000	-0.897	6.546	0.408 0.896
31000	0.000	0.000	0.000	5.469	0.000	-0.948	6.651	0.355 0.645

Tablo . G.37. Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . G.38. Hız - moment grafikleri.

[illegible]

Tablo . G.39. Hız - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB.	U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	7.697	0.628	-1.187	11.459	0.082	0.628					
10.000	0.000	0.000	0.000	7.737	0.811	-1.095	8.752	0.105	0.811					
20.000	0.000	0.000	0.000	8.242	0.629	0.202	5.334	0.076	0.629					
30.000	0.000	0.000	0.000	8.308	0.513	0.092	3.877	0.062	0.513					
40.000	0.000	0.000	0.000	8.782	0.489	-0.409	3.799	0.056	0.489					
50.000	0.000	0.000	0.000	9.137	0.455	-1.472	14.527	0.050	0.455					
60.000	0.000	0.000	0.000	8.995	0.338	0.000	2.953	0.040	0.338					
70.000	0.000	0.000	0.000	9.448	0.259	0.421	-3.991	0.027	0.259					
80.000	0.000	0.000	0.000	9.045	0.212	0.221	-8.633	0.023	0.212					
90.000	0.000	0.000	0.000	7.736	0.320	0.302	-0.348	0.041	0.320					
100.000	0.000	0.000	0.000	5.995	0.271	0.887	5.413	0.045	0.271					
110.000	0.000	0.000	0.000	4.208	0.238	-0.429	4.153	0.041	0.238					
120.000	0.000	0.000	0.000	2.892	0.272	0.225	3.204	0.094	0.272					
130.000	0.000	0.000	0.000	2.110	0.238	0.107	4.270	0.122	0.238					
140.000	0.000	0.000	0.000	1.488	0.320	0.074	2.861	0.215	0.320					
150.000	0.000	0.000	0.000	0.739	0.243	0.791	4.345	0.329	0.243					
160.000	0.000	0.000	0.000	1.103	0.274	0.425	3.362	0.248	0.274					
170.000	0.000	0.000	0.000	0.633	0.299	0.774	3.185	0.472	0.299					
180.000	0.000	0.000	0.000	0.808	0.296	0.487	3.519	0.367	0.296					
190.000	0.000	0.000	0.000	0.803	0.395	0.870	3.223	0.492	0.395					
200.000	0.000	0.000	0.000	1.592	0.700	0.371	2.576	0.440	0.700					
210.000	0.000	0.000	0.000	1.301	0.622	0.676	2.898	0.478	0.622					
220.000	0.000	0.000	0.000	1.101	0.432	0.446	2.989	0.592	0.432					
230.000	0.000	0.000	0.000	1.257	0.669	1.380	4.539	0.533	0.669					
240.000	0.000	0.000	0.000	1.171	0.411	0.350	2.622	0.351	0.411					
250.000	0.000	0.000	0.000	1.044	0.377	0.937	4.714	0.361	0.377					
260.000	0.000	0.000	0.000	2.125	0.388	0.591	3.330	0.277	0.388					
270.000	0.000	0.000	0.000	1.992	0.624	0.079	3.335	0.313	0.624					
280.000	0.000	0.000	0.000	1.632	0.699	0.612	2.876	0.429	0.699					
290.000	0.000	0.000	0.000	2.503	0.928	0.881	3.396	0.371	0.928					
300.000	0.000	0.000	0.000	2.281	0.986	1.128	5.180	0.432	0.986					

Tablo . G.40. Hız - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB.	U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	7.782	1.068	-0.385	4.176	0.137	1.068					
10.000	0.000	0.000	0.000	7.594	1.308	-0.596	4.495	0.172	1.308					
20.000	0.000	0.000	0.000	8.257	0.976	-2.444	16.584	0.106	0.976					
30.000	0.000	0.000	0.000	8.526	0.587	0.004	3.472	0.066	0.587					
40.000	0.000	0.000	0.000	9.403	0.497	0.320	3.772	0.053	0.497					
50.000	0.000	0.000	0.000	9.373	0.529	1.946	13.994	0.036	0.529					
60.000	0.000	0.000	0.000	9.313	0.417	1.079	7.212	0.045	0.417					
70.000	0.000	0.000	0.000	9.464	0.311	-0.129	3.469	0.033	0.311					
80.000	0.000	0.000	0.000	8.555	0.288	0.616	6.209	0.034	0.288					
90.000	0.000	0.000	0.000	6.530	0.337	0.353	3.694	0.055	0.337					
100.000	0.000	0.000	0.000	5.085	0.243	-1.076	5.575	0.048	0.243					
110.000	0.000	0.000	0.000	3.586	0.216	-0.083	3.550	0.060	0.216					
120.000	0.000	0.000	0.000	2.403	0.230	-0.284	3.957	0.104	0.230					
130.000	0.000	0.000	0.000	1.626	0.309	-0.359	4.002	0.190	0.309					
140.000	0.000	0.000	0.000	1.400	0.321	0.328	3.776	0.229	0.321					
150.000	0.000	0.000	0.000	0.713	0.276	0.450	3.061	0.527	0.276					
160.000	0.000	0.000	0.000	0.945	0.445	1.458	6.029	0.471	0.445					
170.000	0.000	0.000	0.000	1.194	0.574	0.552	3.544	0.481	0.574					
180.000	0.000	0.000	0.000	0.969	0.515	1.256	4.786	0.566	0.515					
190.000	0.000	0.000	0.000	1.010	0.445	0.537	3.116	0.440	0.445					
200.000	0.000	0.000	0.000	1.472	0.675	0.794	3.627	0.458	0.675					
210.000	0.000	0.000	0.000	1.231	0.528	0.460	2.695	0.391	0.528					
220.000	0.000	0.000	0.000	1.268	0.597	0.723	3.082	0.471	0.597					
230.000	0.000	0.000	0.000	1.216	0.667	1.076	4.694	0.440	0.667					
240.000	0.000	0.000	0.000	1.452	0.928	2.186	8.216	0.526	0.928					
250.000	0.000	0.000	0.000	1.522	0.668	0.459	2.595	0.439	0.668					
260.000	0.000	0.000	0.000	1.775	0.676	0.507	2.735	0.381	0.676					
270.000	0.000	0.000	0.000	2.605	1.028	0.564	3.406	0.394	1.028					
280.000	0.000	0.000	0.000	1.746	0.597	0.717	3.509	0.342	0.597					
290.000	0.000	0.000	0.000	2.632	0.933	4.720	8.365	0.652	0.933					
300.000	0.000	0.000	0.000	2.525	0.898	0.813	5.433	0.306	0.898					

Tablo . G.41. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB.	ENERGY
0.000	0.000	0.000	7.410	0.787	-0.056	5.820	0.105	0.777					
10.000	0.000	0.000	7.720	0.875	-0.382	5.827	0.108	0.835					
20.000	0.000	0.000	7.972	0.878	-0.330	5.830	0.085	0.879					
30.000	0.000	0.000	8.210	0.874	0.155	5.816	0.075	0.874					
40.000	0.000	0.000	8.518	0.445	-0.055	5.857	0.052	0.446					
50.000	0.000	0.000	8.950	0.817	0.048	5.771	0.037	0.817					
60.000	0.000	0.000	9.250	0.815	-0.015	5.824	0.056	0.813					
70.000	0.000	0.000	9.510	0.227	0.070	5.026	0.024	0.227					
80.000	0.000	0.000	9.825	0.237	0.072	5.772	0.029	0.237					
90.000	0.000	0.000	7.814	0.237	0.057	5.197	0.029	0.227					
100.000	0.000	0.000	8.721	0.171	-0.057	5.596	0.027	0.171					
110.000	0.000	0.000	8.272	0.700	0.352	5.195	0.070	0.300					
120.000	0.000	0.000	7.487	0.516	-0.075	5.930	0.129	0.316					
130.000	0.000	0.000	7.122	0.195	0.195	7.715	0.125	0.195					
140.000	0.000	0.000	7.047	0.207	-0.070	5.452	0.163	0.333					
150.000	0.000	0.000	7.035	0.271	0.155	5.945	0.235	0.271					
160.000	0.000	0.000	7.257	0.376	0.527	5.828	0.335	0.376					
170.000	0.000	0.000	7.429	0.605	0.755	5.935	0.305	0.329					
180.000	0.000	0.000	7.785	0.472	0.112	5.635	0.427	0.472					
190.000	0.000	0.000	8.425	0.205	0.227	5.432	0.537	0.205					
200.000	0.000	0.000	8.546	0.375	0.375	5.725	0.544	0.375					
210.000	0.000	0.000	8.981	0.981	0.500	5.442	0.505	0.981					
220.000	0.000	0.000	8.837	0.083	0.223	5.758	0.273	1.055					
230.000	0.000	0.000	7.781	0.582	0.462	5.351	0.233	0.803					
240.000	0.000	0.000	7.434	0.597	0.290	5.957	0.450	0.699					
250.000	0.000	0.000	7.215	0.781	0.452	5.845	0.335	0.751					
260.000	0.000	0.000	7.617	0.965	0.987	4.274	0.368	0.965					
270.000	0.000	0.000	7.122	0.530	0.035	4.675	0.238	0.530					
280.000	0.000	0.000	6.525	0.953	1.145	4.994	0.373	0.958					
290.000	0.000	0.000	6.725	0.749	0.915	4.371	0.275	0.749					

Tablo . G.42. Hiz - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB.	ENERGY
0.000	0.000	0.000	9.411	0.426	0.773	5.935	0.042	0.404					
10.000	0.000	0.000	9.800	0.559	0.155	5.153	0.037	0.559					
20.000	0.000	0.000	9.461	0.232	1.750	10.375	0.034	0.323					
30.000	0.000	0.000	9.415	0.202	0.257	-14.351	0.021	0.202					
40.000	0.000	0.000	9.488	0.220	0.253	3.615	0.037	0.320					
50.000	0.000	0.000	9.531	0.505	-0.397	7.973	0.045	0.306					
60.000	0.000	0.000	4.998	0.192	-1.445	10.779	0.039	0.192					
70.000	0.000	0.000	7.356	0.257	0.752	3.952	0.078	0.263					
80.000	0.000	0.000	7.901	0.254	1.576	15.459	0.099	0.284					
90.000	0.000	0.000	2.974	1.575	0.325	3.752	0.233	0.575					
100.000	0.000	0.000	1.645	0.679	-0.746	2.595	0.413	0.679					
110.000	0.000	0.000	1.416	0.526	0.243	1.857	0.370	0.526					
120.000	0.000	0.000	1.424	0.841	1.034	1.745	0.590	0.841					
130.000	0.000	0.000	1.005	0.422	-1.122	2.075	0.421	0.422					
140.000	0.000	0.000	0.947	0.743	0.026	0.455	0.363	0.343					
150.000	0.000	0.000	0.420	0.456	0.611	1.322	0.342	0.486					
160.000	0.000	0.000	0.692	0.587	1.433	1.225	0.547	0.547					
170.000	0.000	0.000	0.890	0.796	0.796	1.540	0.336	0.343					
180.000	0.000	0.000	1.432	0.245	1.615	1.516	0.595	0.846					
190.000	0.000	0.000	1.714	0.778	1.331	1.791	0.435	0.778					
200.000	0.000	0.000	0.972	0.487	0.282	0.512	0.419	0.457					
210.000	0.000	0.000	1.406	0.510	0.722	1.082	0.359	0.560					
220.000	0.000	0.000	1.192	0.341	1.474	1.341	1.198						
230.000	0.000	0.000	1.677	0.842	0.254	1.122	0.514	0.842					
240.000	0.000	0.000	0.925	0.773	1.455	1.625	0.572	0.735					
250.000	0.000	0.000	1.629	0.541	1.113	0.970	0.374	0.641					
260.000	0.000	0.000	1.561	1.742	1.457	0.535	0.470	0.742					
270.000	0.000	0.000	1.476	1.457	1.457	1.452	0.527	0.430	0.635				
280.000	0.000	0.000	1.506	0.826	1.191	0.627	0.350	0.526					
290.000	0.000	0.000	1.515	1.714	1.191	1.191	0.620	0.441	0.714				
300.000	0.000	0.000	1.251	0.871	0.645	1.501	0.344	0.831					

Tablo . G.43. Hız - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	7.265	0.697	-0.450	9.257	0.927	0.687	
11.000	0.000	0.000	5.192	0.604	-0.155	4.539	0.075	0.624	
23.000	0.000	0.000	2.425	0.673	-0.045	3.115	0.075	0.633	
35.000	0.000	0.000	-0.049	0.571	0.142	2.574	0.063	0.571	
47.000	0.000	0.000	-0.521	0.507	-0.057	3.600	0.056	0.507	
59.000	0.000	0.000	-0.980	0.450	0.040	4.005	0.045	0.480	
71.000	0.000	0.000	-1.420	0.400	0.000	4.550	0.047	0.451	
83.000	0.000	0.000	-1.840	0.350	0.000	5.000	0.024	0.252	
95.000	0.000	0.000	-2.250	0.300	0.000	5.450	0.024	0.215	
107.000	0.000	0.000	-2.650	0.250	0.000	5.900	0.024	0.215	
119.000	0.000	0.000	-3.050	0.200	0.000	6.350	0.024	0.215	
131.000	0.000	0.000	-3.450	0.150	0.000	6.800	0.024	0.215	
143.000	0.000	0.000	-3.850	0.100	0.000	7.250	0.024	0.215	
155.000	0.000	0.000	-4.250	0.050	0.000	7.700	0.024	0.215	
167.000	0.000	0.000	-4.650	0.000	0.000	8.150	0.024	0.215	
179.000	0.000	0.000	-5.050	0.000	0.000	8.600	0.024	0.215	
191.000	0.000	0.000	-5.450	0.000	0.000	9.050	0.024	0.215	
203.000	0.000	0.000	-5.850	0.000	0.000	9.500	0.024	0.215	
215.000	0.000	0.000	-6.250	0.000	0.000	9.950	0.024	0.215	
227.000	0.000	0.000	-6.650	0.000	0.000	10.400	0.024	0.215	
239.000	0.000	0.000	-7.050	0.000	0.000	10.850	0.024	0.215	
251.000	0.000	0.000	-7.450	0.000	0.000	11.300	0.024	0.215	
263.000	0.000	0.000	-7.850	0.000	0.000	11.750	0.024	0.215	
275.000	0.000	0.000	-8.250	0.000	0.000	12.200	0.024	0.215	
287.000	0.000	0.000	-8.650	0.000	0.000	12.650	0.024	0.215	
299.000	0.000	0.000	-9.050	0.000	0.000	13.100	0.024	0.215	
311.000	0.000	0.000	-9.450	0.000	0.000	13.550	0.024	0.215	
323.000	0.000	0.000	-9.850	0.000	0.000	14.000	0.024	0.215	
335.000	0.000	0.000	-10.250	0.000	0.000	14.450	0.024	0.215	
347.000	0.000	0.000	-10.650	0.000	0.000	14.900	0.024	0.215	
359.000	0.000	0.000	-11.050	0.000	0.000	15.350	0.024	0.215	
371.000	0.000	0.000	-11.450	0.000	0.000	15.800	0.024	0.215	
383.000	0.000	0.000	-11.850	0.000	0.000	16.250	0.024	0.215	
395.000	0.000	0.000	-12.250	0.000	0.000	16.700	0.024	0.215	
407.000	0.000	0.000	-12.650	0.000	0.000	17.150	0.024	0.215	
419.000	0.000	0.000	-13.050	0.000	0.000	17.600	0.024	0.215	
431.000	0.000	0.000	-13.450	0.000	0.000	18.050	0.024	0.215	
443.000	0.000	0.000	-13.850	0.000	0.000	18.500	0.024	0.215	
455.000	0.000	0.000	-14.250	0.000	0.000	18.950	0.024	0.215	
467.000	0.000	0.000	-14.650	0.000	0.000	19.400	0.024	0.215	
479.000	0.000	0.000	-15.050	0.000	0.000	19.850	0.024	0.215	
491.000	0.000	0.000	-15.450	0.000	0.000	20.300	0.024	0.215	
503.000	0.000	0.000	-15.850	0.000	0.000	20.750	0.024	0.215	
515.000	0.000	0.000	-16.250	0.000	0.000	21.200	0.024	0.215	
527.000	0.000	0.000	-16.650	0.000	0.000	21.650	0.024	0.215	
539.000	0.000	0.000	-17.050	0.000	0.000	22.100	0.024	0.215	
551.000	0.000	0.000	-17.450	0.000	0.000	22.550	0.024	0.215	
563.000	0.000	0.000	-17.850	0.000	0.000	23.000	0.024	0.215	
575.000	0.000	0.000	-18.250	0.000	0.000	23.450	0.024	0.215	
587.000	0.000	0.000	-18.650	0.000	0.000	23.900	0.024	0.215	
599.000	0.000	0.000	-19.050	0.000	0.000	24.350	0.024	0.215	
611.000	0.000	0.000	-19.450	0.000	0.000	24.800	0.024	0.215	
623.000	0.000	0.000	-19.850	0.000	0.000	25.250	0.024	0.215	
635.000	0.000	0.000	-20.250	0.000	0.000	25.700	0.024	0.215	
647.000	0.000	0.000	-20.650	0.000	0.000	26.150	0.024	0.215	
659.000	0.000	0.000	-21.050	0.000	0.000	26.600	0.024	0.215	
671.000	0.000	0.000	-21.450	0.000	0.000	27.050	0.024	0.215	
683.000	0.000	0.000	-21.850	0.000	0.000	27.500	0.024	0.215	
695.000	0.000	0.000	-22.250	0.000	0.000	27.950	0.024	0.215	
707.000	0.000	0.000	-22.650	0.000	0.000	28.400	0.024	0.215	
719.000	0.000	0.000	-23.050	0.000	0.000	28.850	0.024	0.215	
731.000	0.000	0.000	-23.450	0.000	0.000	29.300	0.024	0.215	
743.000	0.000	0.000	-23.850	0.000	0.000	29.750	0.024	0.215	
755.000	0.000	0.000	-24.250	0.000	0.000	30.200	0.024	0.215	
767.000	0.000	0.000	-24.650	0.000	0.000	30.650	0.024	0.215	
779.000	0.000	0.000	-25.050	0.000	0.000	31.100	0.024	0.215	
791.000	0.000	0.000	-25.450	0.000	0.000	31.550	0.024	0.215	
803.000	0.000	0.000	-25.850	0.000	0.000	32.000	0.024	0.215	
815.000	0.000	0.000	-26.250	0.000	0.000	32.450	0.024	0.215	
827.000	0.000	0.000	-26.650	0.000	0.000	32.900	0.024	0.215	
839.000	0.000	0.000	-27.050	0.000	0.000	33.350	0.024	0.215	
851.000	0.000	0.000	-27.450	0.000	0.000	33.800	0.024	0.215	
863.000	0.000	0.000	-27.850	0.000	0.000	34.250	0.024	0.215	
875.000	0.000	0.000	-28.250	0.000	0.000	34.700	0.024	0.215	
887.000	0.000	0.000	-28.650	0.000	0.000	35.150	0.024	0.215	
899.000	0.000	0.000	-29.050	0.000	0.000	35.600	0.024	0.215	
911.000	0.000	0.000	-29.450	0.000	0.000	36.050	0.024	0.215	
923.000	0.000	0.000	-29.850	0.000	0.000	36.500	0.024	0.215	
935.000	0.000	0.000	-30.250	0.000	0.000	36.950	0.024	0.215	
947.000	0.000	0.000	-30.650	0.000	0.000	37.400	0.024	0.215	
959.000	0.000	0.000	-31.050	0.000	0.000	37.850	0.024	0.215	
971.000	0.000	0.000	-31.450	0.000	0.000	38.300	0.024	0.215	
983.000	0.000	0.000	-31.850	0.000	0.000	38.750	0.024	0.215	
995.000	0.000	0.000	-32.250	0.000	0.000	39.200	0.024	0.215	

Tablo . G.44. Hız - moment grafikleri.

RP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	SKEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	7.265	0.697	-0.450	9.257	0.927	0.687	
11.000	0.000	0.000	5.192	0.604	-0.155	4.539	0.075	0.624	
23.000	0.000	0.000	2.425	0.673	-0.045	3.115	0.075	0.633	
35.000	0.000	0.000	-0.049	0.571	0.142	2.574	0.063	0.571	
47.000	0.000	0.000	-0.521	0.507	-0.057	3.600	0.056	0.507	
59.000	0.000	0.000	-0.980	0.450	0.040	4.005	0.045	0.480	
71.000	0.000	0.000	-1.420	0.400	0.000	4.550	0.047	0.451	
83.000	0.000	0.000	-1.840	0.350	0.000	5.000	0.024	0.252	
95.000	0.000	0.000	-2.250	0.300	0.000	5.450	0.024	0.215	
107.000	0.000	0.000	-2.650	0.250	0.000	5.900	0.024	0.215	
119.000	0.000	0.000	-3.050	0.200	0.000	6.350	0.024	0.215	
131.000	0.000	0.000	-3.450	0.150	0.000	6.800	0.024	0.215	
143.000	0.000	0.000	-3.850	0.100	0.000	7.250	0.024	0.215	
155.000	0.000	0.000	-4.250	0.050	0.000	7.700	0.024	0.215	
167.000	0.000	0.000	-4.650	0.000	0.000	8.150	0.024	0.215	
179.000	0.000	0.000	-5.050	0.000	0.000	8.600	0.024	0.215	
191.000	0.000	0.000	-5.450	0.000	0.000	9.050	0.024	0.215	
203.000	0.000	0.000	-5.850	0.000	0.000	9.500	0.024	0.215	
215.000	0.000	0.000	-6.250	0.000	0.000	9.950	0.024	0.215	
227.000	0.000	0.000	-6.650	0.000	0.000	10.400	0.024	0.215	
239.000	0.000	0.000	-7.050	0.000	0.000	10.850	0.024	0.215	
251.000	0.000	0.000	-7.450	0.000	0.000	11.300	0.024	0.215	
263.000	0.000	0.000	-7.850	0.000	0.000	11.750	0.024	0.215	
275.000	0.000	0.000	-8.250	0.000	0.000	12.200	0.024	0.215	
287.000	0.000	0.000	-8.650	0.000	0.000	12.650	0.024	0.215	
299.000	0.000	0.000	-9.050	0.000	0.000	13.100	0.024	0.215	
311.000	0.000	0.000	-9.450	0.000	0.000	13.550	0.024	0.215	
323.000	0.000	0.000	-9.850	0.000	0.000	14.000	0.024	0.215	
335.000	0.000	0.000	-10.250	0.000	0.000	14.450	0.024	0.215	
347.000	0.000	0.000	-10.650	0.000	0.000	14.900	0.024	0.215	
359.000	0.000	0.000	-11.050	0.000	0.000	15.350	0.024	0.215	
371.000	0.000	0.000	-11.450	0.000	0.000	15.800	0.024	0.215	
383.000	0.000	0.000	-11.850	0.000	0.000	16.250	0.024	0.215	
395.000	0.000	0.000	-12.250	0.000	0.000	16.700	0.024	0.215	
4									

Tablo . G.47.Hız - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	U SKEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	7.828	0.646	-0.100	5.135	0.083	0.646	
10.000	0.000	0.000	7.950	0.432	-0.295	5.632	0.054	0.432	
20.000	0.000	0.000	8.012	0.446	0.104	3.078	0.038	0.446	
30.000	0.000	0.000	8.321	0.541	-0.047	4.397	0.045	0.541	
40.000	0.000	0.000	8.701	0.364	-0.628	3.695	0.042	0.364	
50.000	0.000	0.000	8.937	0.399	-0.994	3.942	0.044	0.399	
60.000	0.000	0.000	9.182	0.287	-0.139	8.648	0.031	0.287	
70.000	0.000	0.000	9.218	0.209	0.605	12.327	0.023	0.209	
80.000	0.000	0.000	9.121	0.147	0.572	-94.355	0.016	0.147	
90.000	0.000	0.000	8.385	0.317	0.096	0.395	0.038	0.317	
100.000	0.000	0.000	7.138	0.205	0.388	4.716	0.029	0.205	
110.000	0.000	0.000	5.284	0.264	-0.449	4.707	0.050	0.264	
120.000	0.000	0.000	4.140	0.442	-0.135	2.911	0.107	0.442	
130.000	0.000	0.000	3.721	0.329	0.804	4.309	0.088	0.329	
140.000	0.000	0.000	3.015	0.333	-1.007	5.996	0.110	0.333	
150.000	0.000	0.000	2.526	0.372	0.303	2.736	0.147	0.372	
160.000	0.000	0.000	1.964	0.529	0.417	2.710	0.269	0.529	
170.000	0.000	0.000	1.379	0.497	0.144	3.043	0.371	0.497	
180.000	0.000	0.000	1.262	0.508	0.467	3.704	0.402	0.508	
190.000	0.000	0.000	0.845	0.320	0.837	4.604	0.370	0.320	
200.000	0.000	0.000	1.116	0.604	1.078	3.644	0.541	0.604	
210.000	0.000	0.000	0.899	0.431	1.018	4.182	0.479	0.431	
220.000	0.000	0.000	0.921	0.442	0.815	3.198	0.480	0.442	
230.000	0.000	0.000	0.930	0.396	1.245	5.171	0.426	0.396	
240.000	0.000	0.000	1.137	0.476	0.992	3.928	0.418	0.476	
250.000	0.000	0.000	1.718	0.744	0.586	3.264	0.433	0.744	
260.000	0.000	0.000	2.037	0.867	0.846	3.572	0.426	0.867	
270.000	0.000	0.000	1.266	0.521	1.645	6.949	0.412	0.521	
280.000	0.000	0.000	1.744	0.518	0.603	3.841	0.297	0.518	
290.000	0.000	0.000	3.072	1.160	0.788	4.507	0.394	1.160	
300.000	0.000	0.000	2.577	0.762	0.910	4.723	0.296	0.762	

Tablo . G.48. Hız - moment grafikleri.

PP -	X	Y	Z	MEAN U	RMS U	U SKEW U	FLAT U	TURB U	ENERGY
0.000	0.000	0.000	7.245	1.003	-0.332	3.717	0.138	1.003	
10.000	0.000	0.000	7.467	0.938	-0.097	7.548	0.126	0.938	
20.000	0.000	0.000	8.128	0.912	-0.766	7.379	0.112	0.912	
30.000	0.000	0.000	8.173	0.846	-0.273	4.990	0.079	0.846	
40.000	0.000	0.000	8.692	0.614	0.074	4.762	0.071	0.614	
50.000	0.000	0.000	8.795	0.478	0.148	2.518	0.034	0.478	
60.000	0.000	0.000	8.976	0.333	0.136	3.680	0.039	0.333	
70.000	0.000	0.000	9.057	0.406	0.012	3.587	0.045	0.406	
80.000	0.000	0.000	8.745	0.445	-1.749	20.446	0.051	0.445	
90.000	0.000	0.000	8.226	0.299	0.149	-0.707	0.026	0.299	
100.000	0.000	0.000	6.492	0.215	-0.003	6.059	0.033	0.215	
110.000	0.000	0.000	5.144	0.226	1.583	9.180	0.044	0.226	
120.000	0.000	0.000	4.011	0.304	-0.309	11.695	0.076	0.304	
130.000	0.000	0.000	3.353	0.463	-0.419	2.450	0.138	0.463	
140.000	0.000	0.000	2.876	0.478	-0.125	2.884	0.166	0.478	
150.000	0.000	0.000	2.280	0.315	-0.399	3.110	0.138	0.315	
160.000	0.000	0.000	1.670	0.415	0.430	4.611	0.249	0.415	
170.000	0.000	0.000	0.986	0.322	0.670	3.354	0.327	0.322	
180.000	0.000	0.000	2.227	0.742	0.812	3.401	0.333	0.742	
190.000	0.000	0.000	2.494	0.745	0.838	3.546	0.299	0.745	
200.000	0.000	0.000	2.254	0.688	0.514	2.839	0.201	0.688	
210.000	0.000	0.000	1.048	0.599	2.223	9.006	0.657	0.599	
220.000	0.000	0.000	2.230	0.949	0.584	3.171	0.333	0.949	
230.000	0.000	0.000	1.255	0.517	1.868	7.888	0.413	0.517	
240.000	0.000	0.000	1.237	0.593	1.037	3.893	0.407	0.593	
250.000	0.000	0.000	1.537	0.392	0.444	3.142	0.374	0.392	
260.000	0.000	0.000	3.340	1.657	0.788	3.301	0.320	1.657	
270.000	0.000	0.000	3.502	1.067	0.679	3.115	0.305	1.067	
280.000	0.000	0.000	3.038	0.845	0.687	3.392	0.293	0.845	
290.000	0.000	0.000	2.486	0.823	1.195	6.008	0.331	0.823	
300.000	0.000	0.000	2.346	0.851	1.206	4.927	0.334	0.851	

Tablo . G.49 Hiz - moment grafikleri.

PR -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	7.788	0.340	0.337	3.386	0.044	0.340			
10.000	0.000	0.000	8.091	0.401	0.713	3.286	0.050	0.401			
20.000	0.000	0.000	8.243	0.417	0.422	2.811	0.051	0.417			
30.000	0.000	0.000	8.601	0.283	-0.083	1.220	0.033	0.283			
40.000	0.000	0.000	8.949	0.312	0.090	3.302	0.035	0.312			
50.000	0.000	0.000	9.199	0.291	0.619	1.388	0.032	0.291			
60.000	0.000	0.000	9.333	0.183	-0.116	-11.880	0.020	0.183			
70.000	0.000	0.000	9.453	0.136	0.833	-136.614	0.014	0.136			
80.000	0.000	0.000	9.251	0.193	-0.000	19.926	0.021	0.193			
90.000	0.000	0.000	8.440	0.174	0.082	16.144	0.021	0.174			
100.000	0.000	0.000	6.943	0.281	-0.329	8.241	0.040	0.281			
110.000	0.000	0.000	5.247	0.242	0.230	4.133	0.046	0.242			
120.000	0.000	0.000	4.236	0.361	1.616	7.478	0.085	0.361			
130.000	0.000	0.000	3.200	0.236	-1.137	5.333	0.074	0.236			
140.000	0.000	0.000	2.985	0.178	-0.334	3.060	0.060	0.178			
150.000	0.000	0.000	2.099	0.265	-0.706	4.173	0.126	0.265			
160.000	0.000	0.000	1.494	0.445	0.215	2.465	0.298	0.445			
170.000	0.000	0.000	1.430	0.403	-0.411	3.432	0.282	0.403			
180.000	0.000	0.000	0.884	0.332	1.434	9.684	0.276	0.332			
190.000	0.000	0.000	0.939	0.264	0.589	4.978	0.281	0.264			
200.000	0.000	0.000	0.951	0.368	0.923	5.042	0.387	0.368			
210.000	0.000	0.000	0.932	0.382	1.159	6.859	0.410	0.382			
220.000	0.000	0.000	0.884	0.329	0.615	3.368	0.372	0.329			
230.000	0.000	0.000	0.881	0.344	0.593	2.902	0.390	0.344			
240.000	0.000	0.000	1.254	0.573	1.045	3.941	0.457	0.573			
250.000	0.000	0.000	1.247	0.547	0.902	3.572	0.439	0.547			
260.000	0.000	0.000	1.086	0.508	2.615	12.658	0.467	0.508			
270.000	0.000	0.000	1.581	0.614	0.512	3.291	0.388	0.614			
280.000	0.000	0.000	1.127	0.345	1.036	5.073	0.306	0.345			
290.000	0.000	0.000	2.822	0.768	1.061	4.180	0.331	0.768			
300.000	0.000	0.000	1.922	0.782	1.156	4.867	0.407	0.782			

Tablo . G.50. Hiz - moment grafikleri.

PR -	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	7.360	0.329	0.627	2.826	0.044	0.329			
10.000	0.000	0.000	8.058	0.360	0.648	4.721	0.043	0.360			
20.000	0.000	0.000	8.091	0.293	0.755	0.563	0.023	0.293			
30.000	0.000	0.000	8.180	0.331	0.619	1.302	0.041	0.331			
40.000	0.000	0.000	8.582	0.274	-0.551	-0.605	0.032	0.274			
50.000	0.000	0.000	8.785	0.213	0.660	-11.216	0.024	0.213			
60.000	0.000	0.000	9.341	0.322	-0.999	2.392	0.035	0.322			
70.000	0.000	0.000	9.458	0.210	0.224	-3.159	0.022	0.210			
80.000	0.000	0.000	9.643	0.228	-0.552	0.789	0.023	0.228			
90.000	0.000	0.000	8.245	0.145	-0.246	-35.726	0.018	0.145			
100.000	0.000	0.000	6.725	0.201	-1.630	5.984	0.045	0.201			
110.000	0.000	0.000	5.222	0.252	-0.401	3.626	0.036	0.252			
120.000	0.000	0.000	3.376	0.279	1.295	11.432	0.070	0.279			
130.000	0.000	0.000	3.236	0.257	0.176	3.426	0.089	0.257			
140.000	0.000	0.000	2.601	0.248	0.538	4.622	0.093	0.248			
150.000	0.000	0.000	1.520	0.469	1.156	5.353	0.309	0.469			
160.000	0.000	0.000	1.956	0.372	1.010	5.196	0.358	0.372			
170.000	0.000	0.000	0.750	0.610	1.617	6.985	0.541	0.610			
180.000	0.000	0.000	1.011	0.365	1.010	8.321	0.361	0.365			
190.000	0.000	0.000	1.054	0.410	0.722	4.024	0.370	0.410			
200.000	0.000	0.000	0.918	0.374	0.507	3.456	0.407	0.374			
210.000	0.000	0.000	0.970	0.417	1.159	6.953	0.479	0.417			
220.000	0.000	0.000	0.763	0.478	0.757	3.219	0.457	0.478			
230.000	0.000	0.000	1.532	0.662	0.572	2.787	0.436	0.662			
240.000	0.000	0.000	1.670	0.609	0.556	3.857	0.345	0.609			
250.000	0.000	0.000	1.930	0.791	1.048	4.995	0.465	0.791			
260.000	0.000	0.000	1.449	0.517	1.134	5.498	0.426	0.517			
270.000	0.000	0.000	1.525	0.584	1.120	4.724	0.353	0.584			
280.000	0.000	0.000	2.813	0.904	0.756	3.452	0.346	0.904			
290.000	0.000	0.000	1.992	0.632	0.469	2.501	0.324	0.632			
300.000	0.000	0.000	2.117	0.579	1.002	4.853	0.415	0.579			

Tablo . G.51. Hız - moment grafikleri.

PP	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	7.657	0.700	0.062	8.500	0.092	0.700	0.700			
10.000	0.000	0.000	0.000	7.723	0.675	-0.055	8.554	0.082	0.675				
20.000	0.000	0.000	0.000	7.853	0.676	-0.075	8.456	0.066	0.676				
30.000	0.000	0.000	0.000	8.224	0.715	0.138	7.147	0.028	0.715				
40.000	0.000	0.000	0.000	8.709	0.780	-0.352	6.245	0.046	0.780				
50.000	0.000	0.000	0.000	8.594	0.822	-0.296	5.108	0.049	0.822				
60.000	0.000	0.000	0.000	8.577	0.832	-0.476	-12.946	0.026	0.832				
70.000	0.000	0.000	0.000	9.173	0.816	-0.772	6.060	0.027	0.816				
80.000	0.000	0.000	0.000	9.422	0.872	0.861	-43.867	0.019	0.872				
90.000	0.000	0.000	0.000	8.022	0.816	0.412	-1.551	0.022	0.816				
100.000	0.000	0.000	0.000	8.457	0.877	-0.332	4.977	0.046	0.877				
110.000	0.000	0.000	0.000	4.298	0.479	1.988	13.483	0.112	0.479				
120.000	0.000	0.000	0.000	3.812	0.216	0.077	4.978	0.085	0.216				
130.000	0.000	0.000	0.000	1.455	0.429	-0.540	2.366	0.353	0.429				
140.000	0.000	0.000	0.000	1.454	0.428	0.079	0.534	0.073	0.428				
150.000	0.000	0.000	0.000	1.290	0.308	0.636	0.120	0.308					
160.000	0.000	0.000	0.000	1.227	0.283	-0.613	3.922	0.206	0.283				
170.000	0.000	0.000	0.000	1.157	0.284	0.177	0.517	0.139	0.284				
180.000	0.000	0.000	0.000	0.918	0.421	1.619	9.220	0.445	0.421				
190.000	0.000	0.000	0.000	1.121	0.385	-0.524	2.791	0.720	0.385				
200.000	0.000	0.000	0.000	0.855	0.412	0.042	5.958	0.475	0.412				
210.000	0.000	0.000	0.000	0.833	0.412	0.042	5.958	0.475	0.412				
220.000	0.000	0.000	0.000	1.153	0.450	0.678	0.287	0.450					
230.000	0.000	0.000	0.000	0.712	0.438	1.420	11.272	0.613	0.438				
240.000	0.000	0.000	0.000	1.255	0.716	0.972	0.719	0.372	0.716				
250.000	0.000	0.000	0.000	1.515	0.587	0.838	4.793	0.588	0.587				
260.000	0.000	0.000	0.000	1.751	0.782	0.124	0.215	0.799	0.782				
270.000	0.000	0.000	0.000	1.259	0.920	0.551	2.571	0.414	0.920				
280.000	0.000	0.000	0.000	1.731	0.772	1.075	4.752	0.530	0.772				
290.000	0.000	0.000	0.000	2.251	0.687	0.719	4.627	0.305	0.687				
300.000	0.000	0.000	0.000	1.537	0.533	0.041	3.297	0.335	0.533				

Tablo . G.52. Hız - moment grafikleri.

PP	X	Y	Z	MEAN	U	RMS	U	SKEW	U	FLAT	U	TURB	ENERGY
0.000	0.000	0.000	0.000	7.776	0.451	-2.555	13.547	0.059	0.451				
10.000	0.000	0.000	0.000	8.036	0.393	1.217	8.726	0.047	0.393				
20.000	0.000	0.000	0.000	7.882	0.381	0.051	8.041	0.045	0.381				
30.000	0.000	0.000	0.000	8.443	0.418	0.021	2.652	0.056	0.418				
40.000	0.000	0.000	0.000	8.271	0.377	0.280	0.731	0.046	0.377				
50.000	0.000	0.000	0.000	8.362	0.411	0.114	-15.130	0.074	0.411				
60.000	0.000	0.000	0.000	9.043	0.325	0.150	4.275	0.055	0.325				
70.000	0.000	0.000	0.000	9.190	0.327	0.923	0.227	0.032	0.327				
80.000	0.000	0.000	0.000	8.391	0.355	-1.497	3.352	0.026	0.355				
90.000	0.000	0.000	0.000	7.885	0.320	-1.157	1.725	0.032	0.320				
100.000	0.000	0.000	0.000	8.511	0.159	-1.501	8.971	0.021	0.159				
110.000	0.000	0.000	0.000	8.105	0.420	0.418	11.071	0.001	0.420				
120.000	0.000	0.000	0.000	9.329	0.252	-1.850	1.447	0.062	0.252				
130.000	0.000	0.000	0.000	1.544	0.218	-0.727	0.481	0.061	0.218				
140.000	0.000	0.000	0.000	0.740	0.275	1.314	1.977	0.102	0.275				
150.000	0.000	0.000	0.000	1.081	0.227	-0.821	2.757	0.115	0.227				
160.000	0.000	0.000	0.000	0.743	0.241	1.645	4.071	0.147	0.241				
170.000	0.000	0.000	0.000	0.611	0.421	0.281	0.577	0.001	0.421				
180.000	0.000	0.000	0.000	1.861	0.235	-0.420	0.751	0.115	0.235				
190.000	0.000	0.000	0.000	1.673	0.351	0.483	0.475	0.325	0.351				
200.000	0.000	0.000	0.000	1.441	0.482	0.381	0.503	0.211	0.482				
210.000	0.000	0.000	0.000	0.981	0.425	0.481	0.151	0.181	0.425				
220.000	0.000	0.000	0.000	1.621	0.459	0.921	0.281	0.611	0.459				
230.000	0.000	0.000	0.000	0.811	0.371	1.491	5.811	0.421	0.371				
240.000	0.000	0.000	0.000	2.411	0.721	0.720	0.221	0.721	0.721				
250.000	0.000	0.000	0.000	0.851	0.751	0.911	4.021	0.241	0.751				
260.000	0.000	0.000	0.000	2.051	0.751	0.751	1.011	0.251	0.751				
270.000	0.000	0.000	0.000	0.741	0.741	0.741	0.741	0.741	0.741				
280.000	0.000	0.000	0.000	0.741	0.741	0.741	0.741	0.741	0.741				
290.000	0.000	0.000	0.000	2.551	0.771	0.581	3.241	0.271	0.771				
300.000	0.000	0.000	0.000	1.051	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451				

EK. H. (DENEY F)

$\alpha = 0^\circ$ sapma açısı altında, A. Blok I, II, III, IV ve Ö. Blok (H=100 mm.) kullanılarak ölçülen PP = 0-5-250-300 mm. prob pozisyonlarındaki yatay hız profili moment değerlerinden, portik uzunluğuna göre (PL = 0, 25, 50, 100, 150, 200 mm) ve portik genişliğine göre (PW = 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, mm) türetilmiş R_H oranları.



Tablo . H.1. R_H oranları.

Prob Poz. (p.p)	R_H											
	F I						F II					
	PL						PL					
	0	25	50	100	150	200	0	25	50	100	150	200
0	1.207	1.051	1.054	0.649	0.596	0.744	1.309	1.306	0.853	0.625	0.675	0.773
10	1.278	1.162	1.062	0.615	0.590	0.741	1.312	1.309	0.915	0.592	0.713	0.780
20	1.284	1.112	1.144	0.682	0.594	0.694	1.280	1.281	0.858	0.727	0.659	0.762
30	1.279	0.813	1.170	0.663	0.616	0.815	1.267	1.276	1.031	0.676	0.707	0.788
40	1.285	1.031	1.173	0.612	0.619	0.683	1.308	1.259	1.263	0.730	0.684	0.761
50	1.259	1.283	1.237	0.624	0.582	0.746	1.266	1.230	1.232	0.864	0.662	0.738
60	1.280	1.314	1.300	0.641	0.587	0.827	1.200	1.167	1.247	0.673	0.696	0.741
70	1.276	1.375	1.248	0.683	0.583	0.723	1.186	1.179	1.267	0.704	0.687	0.753
80	1.201	1.297	1.209	0.595	0.583	0.735	1.143	1.170	1.232	0.649	0.673	0.743
90	1.063	1.207	1.025	0.565	0.535	0.610	1.032	1.041	1.106	0.567	0.607	0.667
100	0.801	1.202	0.863	0.471	0.434	0.440	0.808	0.911	0.907	0.433	0.493	0.499
110	0.551	0.931	0.758	0.346	0.343	0.404	0.519	0.773	0.856	0.322	0.340	0.343
120	0.284	0.742	0.711	0.271	0.250	0.265	0.283	0.564	0.678	0.203	0.229	0.266
130	0.169	0.428	0.835	0.245	0.154	0.188	0.166	0.355	0.668	0.136	0.190	0.139
140	0.146	0.258	0.777	0.268	0.137	0.151	0.156	0.261	0.774	0.132	0.126	0.101
150	0.108	0.173	0.554	0.258	0.151	0.138	0.130	0.171	0.758	0.128	0.115	0.149
160	0.097	0.123	0.362	0.386	0.128	0.140	0.111	0.105	0.393	0.880	0.123	0.105
170	0.114	0.125	0.185	0.327	0.123	0.121	0.068	0.115	0.250	0.631	0.108	0.103
180	0.152	0.319	0.133	0.493	0.065	0.062	0.082	0.099	0.281	0.890	0.073	0.072
190	0.161	0.311	0.153	0.486	0.154	0.094	0.315	0.069	0.342	0.898	0.020	0.095
200	0.139	0.424	0.122	0.433	0.056	0.148	0.073	0.068	0.477	0.519	0.062	0.060
210	0.143	0.445	0.215	0.458	0.049	0.138	0.109	0.062	0.187	0.340	0.072	0.077
220	0.252	0.273	0.253	0.345	0.088	0.051	0.172	0.155	0.362	0.321	0.062	0.117
230	0.464	0.211	0.494	0.416	0.085	0.229	0.115	0.066	0.339	0.381	0.074	0.071
240	0.517	0.269	0.518	0.412	0.108	0.126	0.176	0.239	0.142	0.379	0.044	0.126
250	0.479	0.566	0.587	0.503	0.253	0.186	0.443	0.375	0.371	0.467	0.153	0.118
260	0.589	0.566	0.506	0.437	0.405	0.345	0.331	0.351	0.261	0.484	0.205	0.080
270	0.653	0.618	0.501	0.527	0.435	0.360	0.249	0.202	0.547	0.547	0.283	0.061
280	0.608	0.613	0.444	0.542	0.411	0.418	0.278	0.348	0.491	0.553	0.410	0.194
290	0.602	0.327	0.322	0.565	0.396	0.478	0.261	0.368	0.310	0.524	0.414	0.254
300	0.567	0.298	0.320	0.485	0.361	0.452	0.444	0.381	0.382	0.527	0.403	0.376

Tablo . H.2. R_H oranları.

Prob.	R_H ORANLARI											
Poz.	F III						F IV					
(p.p)	PL						PL					
	0	25	50	100	150	200	0	25	50	100	150	200
0	1.282	0.951	0.901	0.699	0.483	0.422	1.259	1.236	0.748	0.612	0.555	0.628
10	1.290	0.285	0.904	1.004	0.458	0.576	1.223	1.201	0.805	0.721	0.569	0.583
20	1.374	1.072	1.024	0.919	0.422	0.542	1.249	1.186	1.198	0.552	0.510	0.539
30	1.385	1.034	0.886	0.594	0.457	0.540	1.386	1.087	1.247	0.454	0.450	0.576
40	1.463	1.127	0.949	0.800	0.405	0.553	1.403	1.232	1.187	0.411	0.497	0.537
50	1.522	1.200	0.850	0.858	0.728	0.391	1.427	1.420	1.268	0.381	0.478	0.680
60	1.499	1.250	0.851	0.687	0.460	0.517	1.560	1.472	1.315	0.492	0.426	0.572
70	1.574	1.427	0.819	0.853	0.399	0.482	1.553	1.480	1.301	0.784	0.431	0.495
80	1.507	1.494	0.855	1.135	0.415	0.607	1.482	1.524	1.333	0.961	0.340	0.540
90	1.292	1.559	1.327	1.146	0.393	0.513	1.238	1.551	1.413	0.663	0.369	0.422
100	0.999	1.157	1.185	1.017	0.305	0.427	0.937	1.505	1.545	0.646	0.328	0.482
110	0.701	1.443	1.226	1.263	0.383	0.625	0.632	1.328	1.552	0.555	0.326	0.445
120	0.482	1.130	1.313	1.425	0.273	0.552	0.396	1.131	1.478	0.710	0.260	0.411
130	0.351	0.687	1.429	0.924	0.299	0.441	0.269	0.768	1.400	1.231	0.244	0.372
140	0.248	0.289	1.457	1.520	0.324	0.340	0.346	0.594	1.132	0.636	0.232	0.359
150	0.123	0.125	1.094	1.157	0.309	0.349	0.259	0.394	1.149	0.571	0.223	0.359
160	0.183	0.164	0.506	0.712	0.226	0.301	0.291	0.231	0.569	0.966	0.263	0.298
170	0.105	0.228	0.297	0.368	0.219	0.383	0.245	0.215	0.246	0.798	0.286	0.299
180	0.134	0.150	0.159	0.368	0.248	0.308	0.209	0.160	0.258	1.223	0.180	0.282
190	0.133	0.169	0.090	0.220	0.166	0.339	0.147	0.433	0.175	0.730	0.184	0.253
200	0.265	0.283	0.072	0.163	0.169	0.303	0.143	0.411	0.163	0.650	0.349	0.280
210	0.216	0.166	0.065	0.160	0.193	0.381	0.145	0.452	0.196	0.603	0.375	0.178
220	0.183	0.372	0.056	0.149	0.237	0.311	0.147	0.514	0.180	0.709	0.320	0.229
230	0.209	0.305	0.104	0.157	0.349	0.304	0.163	0.558	0.219	0.397	0.363	0.249
240	0.195	0.217	0.297	0.194	0.408	0.342	0.247	0.519	0.252	0.320	0.419	0.329
250	0.174	0.253	0.320	0.193	0.386	0.411	0.248	0.542	0.259	0.323	0.389	0.346
260	0.354	0.232	0.484	0.335	0.409	0.509	0.227	0.509	0.337	0.420	0.460	0.318
270	0.332	0.312	0.485	0.532	0.636	0.455	0.325	0.492	0.311	0.546	0.460	0.393
280	0.272	0.390	0.375	0.258	0.487	0.488	0.407	0.490	0.315	0.553	0.414	0.474
290	0.417	0.348	0.330	0.288	0.429	0.428	0.311	0.342	0.422	0.473	0.415	0.477
300	0.380	0.416	0.405	0.268	0.468	0.569	0.278	0.284	0.294	0.518	0.407	0.482

Tablo . H.3. R_H oranları.

Prob. Poz (p.p)	R_H ORANLARI													
	F I							F II						
	PW							PW						
	0	25	50	75	100	125	150	0	25	50	75	100	125	150
0	1.207	1.280	1.286	1.287	1.276	1.300	1.280	1.309	1.320	1.337	1.280	1.278	1.305	1.370
10	1.278	1.295	1.263	1.270	1.267	1.289	1.269	1.312	1.321	1.360	1.266	1.302	1.307	1.376
20	1.284	1.319	1.274	1.254	1.334	1.285	1.253	1.280	1.356	1.345	1.237	1.300	1.321	1.282
30	1.279	1.298	1.274	1.262	1.294	1.308	1.224	1.267	1.365	0.339	1.185	1.317	1.283	1.348
40	1.285	1.281	1.300	1.239	1.338	1.313	1.203	1.308	1.405	1.402	1.215	1.354	1.270	1.376
50	1.259	1.273	1.342	1.242	1.336	1.351	1.246	1.266	1.450	1.403	1.206	1.376	1.315	1.444
60	1.280	0.528	1.315	1.247	1.325	1.356	1.289	1.200	1.421	1.411	1.132	1.332	1.314	1.418
70	1.276	0.281	1.332	1.253	1.378	1.346	1.246	1.186	1.381	1.419	1.147	1.331	1.335	1.394
80	1.201	0.122	1.326	1.202	1.310	1.379	1.197	1.143	1.333	1.328	1.100	1.337	1.335	1.339
90	1.063	0.090	1.195	1.053	1.988	1.230	1.091	1.032	1.098	1.195	0.996	1.176	1.241	1.151
100	0.801	0.095	0.897	0.768	0.919	0.904	0.795	0.808	0.913	0.863	0.811	0.912	0.920	0.907
110	0.551	0.125	0.543	0.460	0.549	0.502	0.493	0.519	0.703	0.616	0.546	0.619	0.669	0.695
120	0.284	0.051	0.322	0.324	0.352	0.254	0.288	0.283	0.443	0.458	0.269	0.322	0.522	0.495
130	0.169	0.076	0.166	0.177	0.359	0.187	0.202	0.166	0.278	0.317	0.112	0.249	0.132	0.361
140	0.146	0.059	0.170	0.143	0.119	0.082	0.143	0.166	0.160	0.216	0.156	0.076	0.081	0.286
150	0.108	0.069	0.135	0.146	0.095	0.173	0.111	0.130	0.120	0.158	0.188	0.165	0.141	0.220
160	0.097	0.130	0.113	0.137	0.102	0.085	0.093	0.111	0.124	0.200	0.209	0.085	0.256	0.169
170	0.114	0.115	0.095	0.286	0.097	0.107	0.105	0.068	0.099	0.157	0.240	0.102	0.138	0.159
180	0.152	0.120	0.120	0.240	0.098	0.156	0.123	0.082	0.076	0.136	0.150	0.070	0.356	0.113
190	0.161	0.101	0.094	0.133	0.106	0.143	0.099	0.315	0.057	0.123	0.142	0.074	0.405	0.179
200	0.139	0.097	0.122	0.136	0.143	0.163	0.121	0.073	0.075	0.119	0.134	0.244	0.451	0.159
210	0.143	0.127	0.192	0.234	0.150	0.270	0.254	0.109	0.072	0.122	0.137	0.139	0.399	0.118
220	0.252	0.343	0.173	0.129	0.156	0.367	0.185	0.172	0.202	0.118	0.137	0.240	0.130	0.267
230	0.464	0.343	0.294	0.210	0.245	0.265	0.262	0.115	0.242	0.151	0.163	0.217	0.199	0.288
240	0.517	0.216	0.396	0.283	0.242	0.309	0.445	0.176	0.459	0.209	0.198	0.209	0.144	0.221
250	0.479	0.429	0.394	0.362	0.279	0.273	0.603	0.443	0.313	0.212	0.176	0.529	0.466	0.378
260	0.589	0.311	0.230	0.471	0.202	0.447	0.566	0.331	0.472	0.357	0.254	0.632	0.223	0.235
270	0.653	0.456	0.261	0.460	0.289	0.275	0.503	0.249	0.317	0.255	0.358	0.242	0.244	0.253
280	0.608	0.372	0.236	0.300	0.247	0.422	0.573	0.278	0.398	0.219	0.295	0.226	0.290	0.305
290	0.602	0.505	0.289	0.284	0.306	0.373	0.631	0.261	0.376	0.242	0.274	0.366	0.444	0.254
300	0.567	0.375	0.311	0.281	0.265	0.276	0.568	0.444	0.440	0.258	0.534	0.302	0.327	0.253

Y.Ü. TÜRKİYE İÇİŞİLERİ BAKANLIĞI
DOĞRULAMA VE KONTROL MÜDÜRLÜĞÜ

Tablo . H.4. R_H oranları.

Prob. Poz. (p.p)	R_H ORANLARI													
	F III							F IV						
	PW							PW						
	0	25	50	75	100	125	150	0	25	50	75	100	125	150
0	1.282	1.297	1.268	1.606	1.310	1.253	1.250	1.259	1.304	1.207	1.298	1.260	1.277	1.289
10	1.290	1.265	1.286	1.633	1.365	1.330	1.261	1.223	0.325	1.244	1.348	1.343	1.288	1.339
20	1.374	1.376	1.332	1.576	1.404	1.401	1.426	1.249	1.335	1.354	1.374	1.348	1.309	1.332
30	1.385	1.489	1.418	1.569	1.508	1.424	1.429	1.386	1.386	1.362	1.433	1.363	1.374	1.401
40	1.463	1.567	1.419	1.444	1.497	1.480	1.545	1.403	1.450	1.448	1.491	1.430	1.389	1.378
50	1.522	1.562	1.508	1.562	1.625	1.571	1.561	1.427	1.489	1.464	1.533	1.497	1.432	1.493
60	1.499	1.552	1.541	1.818	1.617	1.578	1.633	1.560	1.530	1.496	1.555	1.557	1.482	1.507
70	1.574	1.577	1.556	0.559	1.609	1.557	1.648	1.553	1.536	1.509	1.608	1.581	1.529	1.531
80	1.507	1.425	1.471	0.500	1.479	1.618	1.574	1.482	1.520	1.457	1.541	1.507	1.500	1.498
90	1.292	1.088	1.325	0.379	1.256	1.433	1.418	1.238	1.397	1.371	1.406	1.374	1.333	1.280
100	0.999	0.847	1.053	0.273	0.929	1.143	1.111	0.937	1.189	1.082	1.160	1.120	1.007	1.085
110	0.701	0.597	0.712	0.236	0.598	0.784	0.790	0.632	0.880	0.857	0.874	0.837	0.716	0.851
120	0.482	0.400	0.408	0.237	0.497	0.616	0.481	0.396	0.690	0.668	0.709	0.662	0.652	0.670
130	0.351	0.271	0.257	0.167	0.260	0.451	0.382	0.269	0.620	0.558	0.533	0.539	0.248	0.590
140	0.248	0.233	0.341	0.157	0.114	0.314	0.224	0.346	0.502	0.479	0.479	0.433	0.400	0.456
150	0.123	0.118	0.302	0.236	0.130	0.264	0.123	0.259	0.421	0.380	0.349	0.53	0.398	0.315
160	0.183	0.157	0.177	0.166	0.114	0.211	0.145	0.291	0.327	0.278	0.249	0.82	0.277	0.290
170	0.105	0.199	0.180	0.148	0.083	0.149	0.297	0.245	0.223	0.164	0.238	0.325	0.204	0.269
180	0.134	0.151	0.224	0.236	0.078	0.144	0.116	0.209	0.210	0.371	0.147	0.168	0.151	0.251
190	0.133	0.168	0.161	0.285	0.066	0.154	0.181	0.147	0.144	0.425	0.156	0.175	0.193	0.173
200	0.265	0.245	0.088	0.182	0.306	0.117	0.134	0.143	0.186	0.380	0.158	0.153	0.147	0.190
210	0.216	0.225	0.091	0.234	0.161	0.160	0.176	0.145	0.149	0.174	0.155	0.145	0.147	0.158
220	0.183	0.211	0.538	0.584	0.173	0.152	0.166	0.147	0.153	0.370	0.147	0.163	0.180	0.170
230	0.209	0.252	0.639	0.272	0.177	0.185	0.308	0.163	0.155	0.208	0.146	0.272	0.159	0.153
240	0.195	0.247	0.560	0.214	0.203	0.272	0.372	0.247	0.189	0.206	0.209	0.278	0.334	0.409
250	0.174	0.253	0.259	0.271	0.215	0.295	0.300	0.248	0.286	0.259	0.207	0.325	0.252	0.425
260	0.354	0.295	0.369	0.263	0.299	0.394	0.237	0.227	0.339	0.556	0.181	0.241	0.326	0.342
270	0.332	0.434	0.436	0.246	0.316	0.321	0.319	0.325	0.211	0.583	0.263	0.254	0.370	0.260
280	0.272	0.291	0.355	0.251	0.352	0.398	0.321	0.407	0.290	0.509	0.187	0.435	0.230	0.528
290	0.417	0.288	0.421	0.269	0.338	0.275	0.240	0.311	0.503	0.414	0.387	0.315	0.376	0.481
300	0.380	0.489	0.453	0.380	0.304	0.300	0.310	0.278	0.429	0.391	0.320	0.352	0.314	0.501

ÖZGEÇMİŞ

Bülent ÜNAL, 01.10.1969 yılında Sivas'da doğdu. Lise öğrenimini 1986 yılında Özel Fatih Erkek Fen Lisesi'nde İstanbul'da tamamladı. Aynı yıl girdiği Ö.Y.S. sınavlarında İ.T.Ü. Mim. Fak. Mimarlık Bölümü'ne 13. sıradan kaydolmaya hak kazandı. 1990-1991 Kış Yarıyılında dönem birincisi olarak lisans eğitimini tamamladı. 1991 yılında aynı fakültenin Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Programı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 1991-1992 yılında İngilizce hazırlık sınıfına devam eden Bülent ÜNAL, 1992-1993 öğretim sezonunda seçmeli ve zorunlu ders kredilerini tamamladı. 1993 kış yarıyılından itibaren çalışmalarını, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde açtırılmış olan, Doç. Dr. Vildan OK'un yürütücülüğünü yaptığı, "Bina Biçimlenmesinde Boşlukların Yakın Çevredeki Hava Hareketi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi"araştırma projesi üzerine yoğunlaştırdı. İ.T.Ü. Mim. Fak., F.Ç.K. Laboratuvarı, Rüzgar Tüneli Ünitesinin oluşturulması aşamasındaki çalışmalarda da bulunan Bülent ÜNAL, bu yüksek lisans tezinin deneysel çalışmalarını sözkonusu Rüzgar Tüneli'nde gerçekleştirdi.

Lisans öğrenciliği döneminden itibaren, İstanbul'da ve Bursa'da çeşitli İnşaat Müteahhitliği ve Mimarlık büroları ile çalışan Bülent ÜNAL, halen Bursa'da özel sektörde mimar olarak çalışmaktadır.