

135 946

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RÜZGAR HIZI ÖLÇME – KAYDETME CİHAZI TASARIMI VE
RÜZGAR SANTRALLERİNDE KULLANILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Elk. Müh. Abdülvehhab KAZDALOĞLU

Anabilim Dalı: Elektrik Mühendisliği

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Sabri ÇAMUR

EC. YÜKSEK LİSANS TEZİ KURULU
BÖLGE 1

135 946

Ağustos - 2003

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RÜZGAR HIZI ÖLÇME – KAYDETME CİHAZI TASARIMI VE
RÜZGAR SANTRALLERİNDE KULLANILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

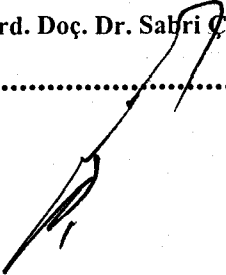
Elk. Müh. Abdülvehhab KAZDALOĞLU

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:22 Ağustos 2003

Tezin Savunulduğu Tarih :3 Eylül 2003

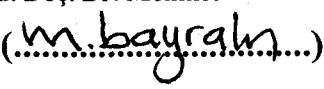
Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Sabri ÇAMUR
(.....)



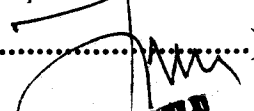
Üye

Yrd. Doç. Dr. Mehmet BAYRAK
(.....)



Üye

Yrd. Doç. Dr. H. Tarık DURU
(.....)



**TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMAN YÖNETİM MERKEZİ**

Eylül 2003

RÜZGAR HIZI ÖLÇME – KAYDETME CİHAZI TASARIMI VE RÜZGAR SANTRALLERİNDE KULLANILMASI

Abdülvehhab KAZDALOĞLU

Anahtar Kelimeler: Rüzgar hızı, Rüzgar hızı ölçümü, Kaydetme, Rüzgar Santrali

Özet: Rüzgar enerjisi günümüzde alternatif enerji kaynağı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Rüzgar enerjisinden optimum bir şekilde yararlanmak için öncelikle hızını ve yönünü iyi tespit etmek gerekmektedir. Bu çalışmada rüzgar hızını doğru şekilde ölçebilmek için bir rüzgar hızı ölçer tasarlanmıştır. Cihaz rüzgar hızını istenilen periyotta ölçmekte ve kaydedebilmektedir. Cihaz bu özellikleri sayesinde rüzgar santrallerinde rüzgar hızı ölçer olarak kullanılabilir. Sistemin test edilmesi için tasarlanan cihaz, Meteoroloji İstasyonundaki başka bir rüzgar ölçerle karşılaştırılarak denenmiştir.

DESIGN OF ANEMOMETER AND USAGE AT THE WIND POWER PLANTS

Abdulvehhab KAZDALOGLU

Key words: Wind speed, anemometer, registration, wind power plant

Abstract: Nowadays, as an alternative energy resource, wind energy has a common usage in our daily life. In order to take an optimum advantage of wind energy, the velocity and the direction of the wind should be determined explicitly. In this research, an anemometer is designed so as to measure the velocity of wind accurately. The anemometer is able to measure and registers the wind speed in desired periods. Having these features, the apparatus can be used at many wind plants as an anemometer. The anemometer, which has been designed to test the system, is also tested and compared with another anemometer that is commonly used in Meteorology stations.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Son yıllarda gelişen teknoloji ve çevre koruma bilincinin artmasıyla rüzgar enerjisi kullanımı dünya çapında yaygınlaşmıştır. Bu amaçla rüzgar enerjisi potansiyeli olan bölgelerde rüzgar hızı ve yönü ölçümü çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmaların sonucunda uygun olan bölgelerde elektrik enerjisi ihtiyacı rüzgar türbinleri sayesinde karşılanmaktadır.

Rüzgar türbini kurulması düşünülen alanlarda rüzgar hızı ve yönünün tesbiti doğru olarak yapılmalıdır. Çünkü maliyetler bu veriler doğrultusunda hesaplanmaktadır. Türbin tesisi için rüzgar hızı ve yönünün bu kadar önemli olduğu düşünülürse Meteoroloji istasyonlarının verilerini kullanarak yaklaşık hesaplarla maliyet hesabı yapmak yanlış olacaktır. Bu çalışmada üniversitemizin gelecekteki yerleşim yeri olan Umuttepe Kampusü Üçtepeliler mevkiinin rüzgar potansiyelini belirlemek ve gerekli verileri elde etmek amacıyla rüzgar hızı ölçme ve kaydetme cihazı tasarlanmıştır.

Bu çalışmanın bütün aşamalarında görüş ve fikirleriyle beni yönlendiren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Sabri ÇAMUR'a, cihazın tasarımında bana yardımcı olan hocam Arş. Gör. Tarık ERFİDAN'a, elektronik devre dizaynında yardımını esirgemeyen arkadaşlarım Arş. Gör. Ersoy BEŞER ve Satılmış ÜRGÜN'e, cihazın mekanik kısmının yapımını üstlenen Geçer Makine'dan Engin GEÇER'e çalışmalarım sırasında bana gerekli hoşgörüyü gösteren Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne, Güç Elektroniği Lab. Personeline ve son olarak da çalışmam sırasında bana hep destek olan aileme teşekkür ederim.

Abdülvehhab KAZDALOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xi
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
1.1. Rüzgar Türbinlerinde Verim (Lanchester – Betz Limiti).....	3
1.2. Rüzgar Enerjisinin Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynaklarıyla Karşılaştırılması.....	8
BÖLÜM 2. RÜZGAR HIZI ÖLÇÜM VE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ... 12	
2.1 Rüzgar Hızını Etkileyen Faktörler.....	13
2.2. Rüzgar Hızı Ölçümleri.....	15
2.2.1. Konvensiyonel mekanik anemometreler.....	16
2.2.1.1. Kupalı anemometreler.....	17
2.2.2. Akustik rezonans ölçüm sistemi.....	17
2.3. Rüzgar Hızı Değerlendirmeleri.....	19
2.4. Beaufort Rüzgar Ölçeği.....	21
BÖLÜM 3. RÜZGAR HIZI ÖLÇERİN CİHAZIN TASARIMI.....	23
3.1. Mekanik Kısım.....	23
3.1.1. Kupalar.....	23
3.1.2. Mil.....	25
3.1.3. Rulmanlar.....	25
3.1.4. Dişli plaka.....	25

3.1.5. Gövde.....	26
3.2. Elektronik Devrenin Tasarlanması.....	27
3.2.1 Dönme hareketinin elektriksel sinyale dönüştürülmesi	28
3.2.2. Devir sayısının algılanması (PIC 16F877).....	30
3.3. PIC16F877 Portlarının Fonksiyonları	33
3.3.1. Port A	33
3.3.2. Port B	33
3.3.3. Port C	33
3.3.4. Port D	34
3.3.5. Port E.....	34
3.4. 16F877 Portların Ayarlanması	36
3.5. Ölçülen Değerin LCD'den Okunması.....	39
3.6. Seri Porta Veri Gönderme.....	42
BÖLÜM 4. RÜZGAR HIZININ ÖLÇÜLMESİ VE CİHAZIN KALİBRASYONU ...	44
4.1. İzmit Meteoroloji İstasyonunda Rüzgar Hızı Ölçümü.....	45
4.3. Sonuçların Değerlendirilmesi	48
BÖLÜM 5. SERİ PORTTAN VERİ OKUMA.....	49
5.1. Veri İletimine Genel Bakış	49
5.2. Paralel Veri İletimi.....	50
5.2.1. Paralel veri iletiminin avantajları	51
5.2.2. Paralel veri iletiminin dezavantajları	51
5.3. Seri Veri İletimi.....	52
5.3.1. Seri haberleşmede önemli terimler.....	52
5.3.2. Veri formatları.....	53
5.3.3. İkili(Binary) veri	53
5.3.4. Metin veri	54
5.4. ASCII Hex.....	54
5.5. Veri Kaybının Engellenmesi	56
5.6. El sıkışma.....	56
5.7. Yoklama ve Kesmeler	56
5.8. Seri Port.....	57

5.8.1 Port mimarisi.....	58
5.8.2. UART.....	58
5.8.3. Seri iletişim protokolleri	61
5.8.4. İki cihazı RS-232 ile bağlamak	61
5.8.4.1 RS-232 hakkında.....	61
5.8.4.2. Özellikleri.....	62
5.9. RS-232C Seri iletişim Protokolü.....	62
5.10. Seri Porttan Gelen Rüzgar Hızı Bilgisinin Kaydedilmesi.....	66
BÖLÜM 6. RÜZGAR HIZI ÖLÇERİN RÜZGAR SANTRALLERİNDE	
KULLANILMASI	68
6.1. Rüzgar Santralleri (Rüzgar Çiftlikleri)	68
6.2. Rüzgar Hızı Ölçerin Kullanılması.....	72
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	73
KAYNAKLAR	74
EKLER.....	75
ÖZGEÇMİŞ	86

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Rüzgarın Türbinden geçişi.....	5
Şekil 2.1. Yüzey yapısının hız profiline etkileri.....	14
Şekil 2.2. Binaların ve diğer engellerin hız profiline etkileri	14
Şekil 2.3. Kupalı anemometre	17
Şekil 2.4. Akustik anemometrelerin çalışma prensibi	17
Şekil 2.5. İki parametrelili weibull dağılımı [6]	20
Şekil 3.1. Rüzgar hızı ölçerin kupaları	24
Şekil 3.2. Dişli plaka	25
Şekil 3.3. Rüzgar hızı ölçerin mekanik kısmı	26
Şekil 3.4. LM 324 entegresinin iç yapısı	28
Şekil 3.5. Karşılaştırma devresi	28
Şekil 3.6. Karşılaştırma devresinden çıkan kare dalga sinyali (giderek artan devirde)	29
Şekil 3.7. PIC 16F84'ün pin yapısı	30
Şekil 3.8. 16F877'nin şekli ve ayak bağlantıları	32
Şekil 3.9. 16F877'nin minimum konfigürasyonlu bir devre şeması	35
Şekil 3.10. Rüzgar hızı ölçümünde 16F877 nin portlarının kullanılışı	37
Şekil 3.11. Sistemin blok diyagramı	38
Şekil 3.12. PIC ile LCD bağlantısı	41
Şekil 3.13. MAX 232 devresi	42
Şekil 3.14. PIC'ten gelen sinyal	42

Şekil 3.15. Seri porta giden sinyal	43
Şekil 3.16. Rüzgar hızı ölçerin elektronik devresi	43
Şekil 3.17. Rüzgar hızı ölçer cihazın görünüşü	44
Şekil 4.1. İzmit Meteoroloji İstasyonu ve ölçüm alanı	45
Şekil 5.1. Binary pulse'lar	49
Şekil 5.2. Paralel Veri İletimi	50
Şekil 5.3. Ardarda gelen 8 bitlik iki adet veri katarı	52
Şekil 5.4. DB-25 Konnektör (a)male (b)female	63
Şekil 5.5. DB-9 Konnektörler (a)male (b)female	63
Şekil 5.6. Rüzgar hızı kaydetme programının akış iyagramı	67
Şekil 6.1. Rüzgar Santrali	68

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Çeşitli sıcaklıklardaki hava ve su yoğunlukları	4
Tablo1.2. Çeşitli Enerji Tipleri Elektrik Üretim Maliyetleri	9
Tablo 2.1 Beaufort rüzgar ölçeği	21
Tablo 3.1. 16F877 ile 16F84'ün karşılaştırılması	31
Tablo 3.2. LCD nin ayak bağlantıları	39
Tablo 4.1 İzmit Meteoroloji İstasyonu tarafından ölçülen aylık ortalama rüzgar hızları	46
Tablo 4.2. Çeşitli yüksekliklerde ölçülen rüzgar hızını 10 metrede rüzgar hızına çevirmek için gerekli katsayılar	47
Tablo 4.3. Rüzgar hızı ölçerin meteoroloji istasyonundaki cihazla karşılaştırılması	47
Tablo 5.1. Sık kullanılan RS-232 hatları	64

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Rüzgar enerjisi kullanımı M.Ö. 2800 yıllarında Orta Doğu'da başlamıştır. M.Ö. 17.yüzyılda Babil Kralı Hamurabi döneminde Mezopotamya'da sulama amacıyla kullanılan rüzgar enerjisinin, aynı dönemde Çin'de de kullanıldığı belirtilmektedir. Yel değirmenleri, ilk olarak İskenderiye yakınlarında kurulmuştur. Türklerin ve İranlıların ilk yel değirmenlerini M.S. 7. Yüzyılda kullanmaya başlamalarına karşın, Avrupalılar yel değirmenlerini ilk olarak haçlı seferleri sırasında görmüşlerdir. Avrupa, haçlı seferlerinde kazandığı bu teknoloji ile Roma İmparatorluğunun kaçırdığı serveti yakalamıştır.

Tarımsal ürünleri öğütmek, su pompalamak, hızar çalıştırmak gibi amaçlarla geliştirilen yel değirmenleri, Avrupa'da endüstri devrimine kadar hızla yayılmışlardı. 18.Yüzyılın sonunda yalnızca Hollanda'da 10000 yel değirmeni bulunuyordu. Buhar makinesinin yapılması ve odun, kömür gibi yakıtlardan kesintisiz enerji üretimine başlanması ile rüzgar enerjisi önemini yitirmeye başladı. Bununla beraber, rüzgar türbini denilen ve elektrik üretiminde kullanılan ilk makineler 1890'ların başlarında Danimarka'da yapılmıştır. Aynı dönemde bu makinelerin geliştirilmesi için Almanya'da önemli çalışmalar yapıldığı bilinmektedir. Rüzgar kuvvet makineleri yerlerini yakıtlı kuvvet makinelerine bırakırken, rüzgar enerjisi kullanımının sürmesi için yeni bir teknolojiye başlıyordu. Ancak, 19. Yüzyılda geliştirilen ilk rüzgar türbinlerinin verimleri düşüktü.

Danimarka'da 1918 yılında başlatılan bir çalışma ile 120 kırsal merkezde elektrik üretimi için 20-35 kW'lık rüzgar türbinlerinin kullanımı sağlanmıştır. Rusya'da 1931 yılında 100 kW'lık rüzgar türbini yapılmıştı. 1941 yılında ABD'de Vermont, Rutland yakınlarında Grandpa's Knob'da kurulan Putman rüzgar türbini 1250 kW gücü ile o dönemin en büyük rüzgar kuvvet makinesi olmuştur. iki kanatlı rotorunun(çarkının) çapı 53 m idi. Putman türbini modern rüzgar makinelerinin ilkidir. Toplam ağırlığı 250 ton olan rüzgar santralına, 1

milyon dolar yatırım yapılmıştı. Ancak, titreşim ve malzeme yoğunluğundan dolayı 26 Mart 1945 sabahı olan bir kazada kanatlarından biri kopmuş, yaklaşık 8 tonluk kanat 230 m uzağa fırlamıştır.

İkinci Dünya Savaşı'nın ardından 1945'te İngiltere'de başlatılan deneysel çalışmalar sonucunda, Enfield'da 100 kW gücündeki Andreau makinesi kurulmuştur. Bu rüzgar türbininin rotoru üç kanatlı olup çapı 15 m idi. 1947 yılında Danimarka'da başlatılan ve modern yaklaşımlar içeren elektrik üretim amaçlı bir başka çalışmanın son ürünü ise, 1959 yılında işletmeye sokulan 200 kW'lık Gedser türbini olmuştur. bu makinenin 24 m olan rotoru da üç kanatlı idi. Aynı dönemde Fransa'da yapılan makinelerden Nogent Le Roi'deki rüzgar türbini 300 kW gücündedir. Fransa'da 1958 yılında Avrupa'nın en yetkin rüzgar jeneratörünün rotor 31 m olup, üç kanatlı ve 800 kW gücündedir.

Roma'da 1961 yılında Birleşmiş Milletler tarafından düzenle "Enerjinin Yeni Kaynakları Konferansı"nda ele alınan üç kaynaktan biri rüzgar enerjisiydi. Böylece çok eskiden beri tanınan rüzgar enerjisi, teknolojik gelişmelerle ele alınıyor, yeni ve yenilenebilir kaynaklar arasına sokuluyordu. 1961-1966 yılları arasında Almanya'da rotor çapı 35 m olan 100 kW'lık bir modelin geliştirilmesi üzerinde duruluyordu. 1970'lerde Danimarka'da Gedser Türbini, gücü 650 kW olan büyük türbinlerle değiştiriliyordu. Bu dönemde rüzgar jeneratörleri üzerinde İsviçre, Avusturya ve İtalya'da da teknolojik çalışmalar yapılmıştır. Amerika'da 1970'lerde büyük tip yatay eksenli makineler üzerinde yeniden çalışılırken, dikey eksenli Darieus tipi makineler üzerinde de çalışmalar başlatılmıştır. Ucuz petrol döneminde güncelik kazanamayan rüzgar enerjisi-, 1974-1978 yılları arasındaki yapay petrol bunalımlarının ardından gündeme daha çok girmiştir.

Rüzgar enerjisinin gelişimine, 1980'li yıllarda Uluslar arası Enerji Ajansı eşgüdümünde yürütülen araştırma geliştirme çalışmalarının büyük etkisi olmuştur. artık, eski tip rüzgar jeneratörleri yerine, modern ve çağdaş rüzgar enerjisi çevrim sistemleri (WECS) kurulmaktadır. Ayrıca, rüzgar türbiniyle beraber, dizel motor ve güneş fotovoltaik jeneratörü içeren rüzgar-dizel-PV hibrid sistemler de geliştirilmiştir. Bir tüketiciyi besleyecek tek makine yerine, birden çok türbin içeren rüzgar çiftlikleri ile elektrik şebekeleri için üretim yapılır olmuştur. ABD, Danimarka, Hollanda, İngiltere ve İsveç'in katkıları

sonucunda deniz üstünde, kıydan uzakta rüzgar santralleri kurulmuştur. Günümüzde şamandıra üzerine yerleştirilen rüzgar türbinleri de vardır.

Rüzgar türbin teknolojisi geçen 20 yıldır yoğun gelişme altındadır. Günümüzde rüzgar tarlaları 500-750 kW'lık ünitelerle tesis edilmektedir. Tesis maliyetleri giderek düşmektedir. İlk yatırım gideri yaklaşık 380 ECU/m² (kanatların tarama alanı). Rüzgardan üretilen elektriğin birim maliyeti de bölgenin rüzgar potansiyeline bağlı olarak değişmektedir.[1]

1.1. Rüzgar Türbinlerinde Verim (Lanchester – Betz Limiti)

Rüzgar enerjisinin kaynağı güneştir. Güneşin, yeryüzeyini ve atmosferi farklı derecede ısıtmasından “rüzgar” adı verilen hava akımı oluşur. Dünya yüzeyine ulaşan güneş enerjisinin yalnızca küçük bir bölümü rüzgar enerjisine çevrilir.[1]

Rüzgar enerjisinin özellikleri genel olarak şunlardır.

- Atmosferde bol ve serbest olarak bulunur.
- Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır.
- Enerjisi hızının küpü ile orantılıdır.
- Yoğunluğu düşüktür.
- Enerjisinin depolanması, başka bir enerjiye çevrilmesi ile mümkündür.
- Çevre kirliliği yaratmaz.

Enerji iş yapma yeteneği olarak tanımlanır. Değişik biçimlerde bulunur ve bir biçimden diğerine çevrilir. Güç enerjinin üretildiği, iletildiği veya ortaya çıktığı hızdır.

$$\text{Güç} = \text{Enerji} / \text{Zaman} \quad \text{Enerji} = \text{Güç} \times \text{Zaman}$$

Hareket halindeki herşey kinetik enerjiye sahiptir. Rüzgar hareket halindeki havadır. Rüzgar türbinleri hareket halindeki havada bulunan kinetik enerjiyi mekanik

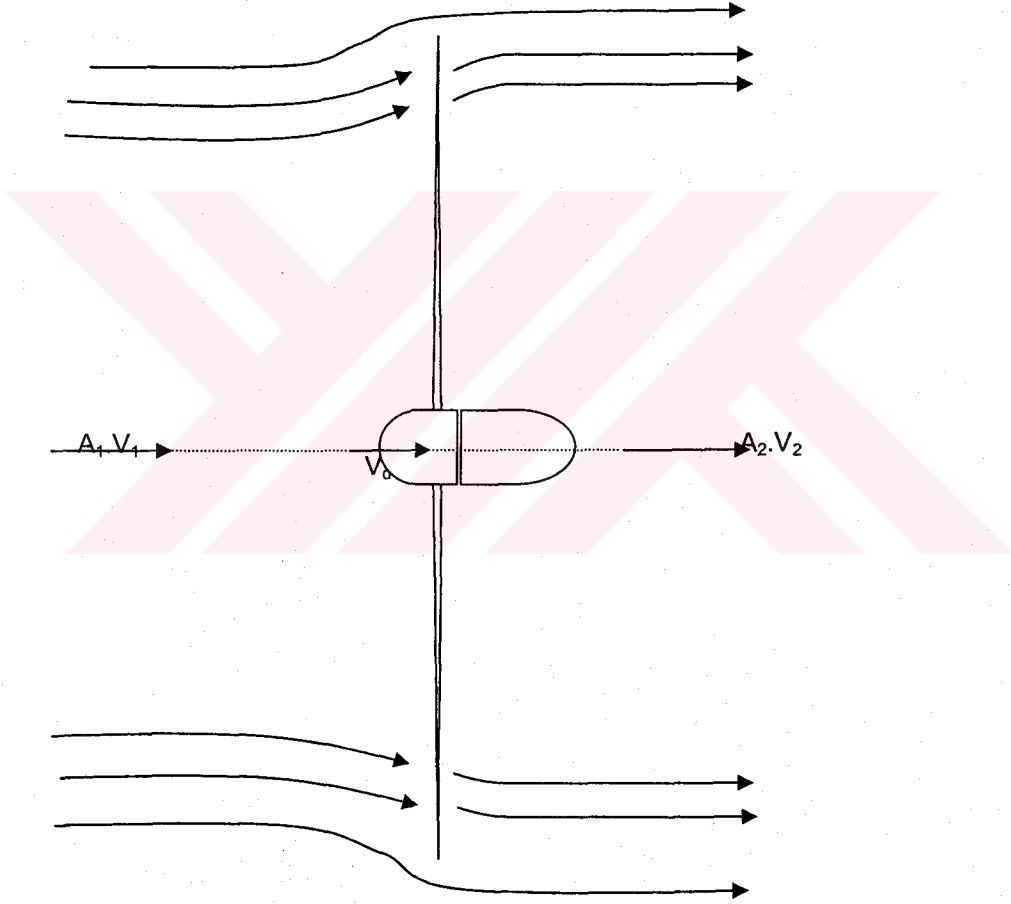
enerjiye dönüştürürler. Rotoru döndüren kinetik enerji havanın yoğunluğuna, rüzgar hızına ve rotor alanına bağlıdır. Havanın yoğunluğu ısı ile bir miktar değişim gösterir. Bu değişim, kuzey yarım küre için standart atmosfer basıncında tablo halinde hazırlanmıştır. Hava yoğunluğunun sıcaklıkla değişimi aşağıdaki tabloda verilmiştir. [2]

Tablo 1.1. Çeşitli sıcaklıklardaki hava ve su yoğunlukları

Sıcaklık C°	Max. Su Yoğunluğu kg/m ³	Kuru Hava Ağırlığı kg/m ³
-25	-	1,423
-20	-	1,395
-15	-	1,368
-10	-	1,342
-5	-	1,317
0	0,005	1,292
5	0,007	1,269
10	0,009	1,247
15	0,013	1,225
20	0,017	1,204
25	0,023	1,184
30	0,030	1,165
35	0,039	1,146
40	0,051	1,227

Rüzgar endüstrisinde hesaplamalarda, standart atmosfer basıncında ve deniz seviyesinde $15C^{\circ}$ deki kuru havanın yoğunluğu olan ($\rho=1,225 \text{ kg/m}^3$) değeri kullanılmaktadır.

Rotor kanatlarının taradığı A alanının önüne kadar dağılmadan gelen V_1 büyüklüğündeki rüzgar hızının , rotorun arkasına geçtiği zaman V_2 'ye düştüğü görülür. Aradaki hız farkı ile elde edilen kinetik enerji mekanik enerjiye dönüştürülür. Mekanik enerji, rotora bağlı milin döndürdüğü jeneratörlerde elektrik enerjisine dönüşmektedir



Şekil 1.1. Rüzgarın Türbinden geçişi

Betz Limiti, Betz'in 1927'de elde ettiği maksimum rotor verimi, rotorun şekil 1'de gösterildiği gibi V_1 hızı ile havadan güç çekmesi, rüzgar hızının rotor gerisinde

belirli bir V_2 hızına düşmesi incelenerek bulunmuştur. Rotor önünde, rüzgarın akış yönüne dik herhangi bir A alanı içinden birim zamanda taşınan enerji, P ise,

$$P = \left(\frac{1}{2}\right).m.V_1^2 \quad (1.1)$$

olur. Burada m, kütleli debi olup;

$$m = \rho.V_1.A \quad (1.2)$$

ile bulunur. Burada ρ , havanın yoğunluğudur. Bu ifadeyi denklem 1'de yerine yazarsak, güç;

$$P = \left(\frac{1}{2}\right).\rho.A.V_1^3 \quad (1.3)$$

olarak bulunmaktadır. Güç, hızın küpü ile orantılıdır. Rotorun önünde oluşan güç, kanatlar üzerinde F kuvvetleri oluşturmaktadır. Kanatlar üzerinde oluşan F kuvvetleri, Newton'un dinamiğin ikinci kanunundan yararlanarak bulunabilir. Buna göre F;

$$F = m.(V_1 - V_2) \quad (1.4)$$

olup rotor üzerindeki hız V_d iken birim zamanda yapılan iş P_r ;

$$P_r = F.V_d = m.(V_1 - V_2).V_d \quad (1.5)$$

olur. Buradaki m, rotorlu durumdaki kütleli debi olup m,

$$m = \rho.V_d.A \quad (1.6)$$

ile ifade edilmektedir. Diğer yandan iş-enerji ilkesine göre birim zamanda kinetik enerji değişimi, rotor üzerinde birim zamanda yapılan işe eşit alınabilmektedir.

Buradan:

$$m.(V_1 - V_2).V_d = \left(\frac{1}{2}\right).m.(V_1^2 - V_2^2)$$

yada:

$$V_d = \frac{(V_1 + V_2)}{2} \quad (1.7)$$

bulunmaktadır. Yani rotor üzerindeki rüzgar hızı, rotora gelen ve uzaklaşan rüzgar hızlarının ortalamasıdır. Bu nedenle 5-6-7 nolu denklemlerden:

$$Pr = \left(\frac{\rho \cdot A}{4} \right) (V_1^2 - V_2^2) (V_1 + V_2) \quad (1.8)$$

olmaktadır. Bu güç fonksiyonunu maksimum değeri uygulamada çok önemlidir. Çünkü buradan sistemin maksimum verimini tahmin etmek mümkün olmaktadır. Bu amaçla denklem 8'den V_2 'ye göre türev alınırsa:

$$\frac{dPr}{dV_2} = \left(\frac{\rho \cdot A}{4} \right) (V_1^2 - 2V_1V_2 - 3V_2^2) = 0 \quad (1.9)$$

Denklem 9'da parantez içi V_2 'ye göre ikinci dereceden bir denklem olup, bunu 2. kökü:

$$V_2 = \frac{V_1}{3} \quad (1.10)$$

bulunur. Bu kökü denklem 8'deki yerine koyarsak maksimum rotor gücü, Pr_{\max} :

$$Pr_{\max} = \left(\frac{8}{27} \right) \cdot \rho \cdot A \cdot V_1^3 \quad (1.11)$$

olarak çıkmaktadır. Sistemin güç faktörü veya verimi, C_p :

$$C_p = \frac{Pr}{P} \quad (1.12)$$

olup, bunun maksimum değeri, $C_{p_{\max}}$ denklem 3 ve 11'den ,

$$C_{p_{\max}} = \frac{Pr_{\max}}{P} = \frac{16}{27} = \%59,3 \quad (1.13)$$

bulunmaktadır. 16/27 oranına Lanchester-Betz limiti denmektedir.

İdeal şartlar altında teorik olarak güç katsayısı $C_p=16/27=0,593$ yada diğer anlamda rüzgar türbininde, teorik olarak esen havada bulunan kinetik enerjinin %59.3'ünü mekanik enerjiye dönüştürebiliriz. Gerçek şartlar altında güç katsayısına bütün aerodinamik kayıplar dahil edildiğinde $C_p=0,5$ 'den daha yukarıya çıkamaz.

1.2. Rüzgar Enerjisinin Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynaklarıyla Karşılaştırılması

Teknolojik gelişmeler yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji eldesinde düşük maliyetleri ve yeni teknolojileri ortaya çıkartmaktadır. Enerjinin yenilenebilir kaynakları hiçbir seragazı emisyonuna neden olmadan kullanılabilir.

Hidrolik santrallerden üretilen elektriğin tüketiciye sunuş maliyeti gelişmekte olan 70 ülkedeki yatırım maliyetleri dikkate alındığında 7.8 \$/kWh mertebesindedir.

Biyokütle enerjisi bitkilerde depolanan kimyasal enerjinin değerlendirilmesidir. Potansiyel biyokütle kaynakları olarak şehir katı atıkları, endüstriyel ve tarımsal atıklar, mevcut ormanlar ve enerji etkinleri sayılabilir. Biyokütle üretim maliyetlerinin 2\$ / Giga Joule olduğu varsayımıyla ve küçük ölçekli üretim için, elektrik üretiminin maliyeti 10-15 \$/kWh olarak hesaplanmaktadır.

Günümüzde güneş pilleri yardımıyla güneşten enerji üretim sistemi yatırım maliyetleri 7000-10000 \$/kW olup karşılık gelen elektrik maliyeti 23-33 \$/kWh olmaktadır. İyimser tahminlere göre 2020-2030 yıllarında güneş pili yatırım maliyetleri 700-800 \$/kWh, elektrik maliyetleri 2.2-4.4 \$/kWh mertebesine düşecektir. Güneş ısıl elektrik sistemleri dünyanın elektrik ve enerji talebinin önemli bir kısmını sağlayacak uzun vadeli bir potansiyele sahiptir. Güç kulelerinin ticari kullanımı sunulduklarında 4-6 \$/kWh düzeyinde enerji maliyetlerine sahip olması beklenmektedir.

Jeotermal enerjiden elektrik üretimi 21 ülkeden gerçekleştirilmiştir. Bu kaynaktan elektrik üretim maliyeti 4 \$/kWh olarak öngörülmüştür.

Kesikli rüzgar enerjisi büyük bir şebekede depolama, yedekleme ve yük yönetimi için özel düzenlemeler gerektirmeden yıllık elektrik üretiminin %15-20'sini karşılayabilmektedir. Rüzgar gücünden enerjinin maliyeti yerel koşullara ve rüzgarın gücüne göre farklılaşmaktadır. 2005-2010 yıllarında rüzgar enerjisi fosil ve nükleer güç ile daha büyük ölçüde rekabet edebilecektir. Ortalama yeni bir teknoloji için, yatırım maliyeti 1200 \$/kW ve elektrik üretim maliyeti ise 6 \$/kWh olarak hesaplanmaktadır. Gelecekte maliyetlerin 3.2 \$/kWh'a düşeceği beklenmektedir.

ABD için yapılan değerlendirmeler göre yenilenebilir enerji (hidrolik dışında yeni teknolojilerinin) ve kömürden elektrik üretim maliyetleri (\$/kWh) gelecek yıllarda řu şekilde gelişecektir.

Tablo1.2. Çeşitli Enerji Tipleri Elektrik retim Maliyetleri

YIL	RÜZGAR	JEOTERMAL	BİYOKÜTLE	PV	GüNEş ISIL	ATIK	KÖMÜR
1995	5.3	5.2	8.5	21.8	10.5	8.2	5.4
2000	4.1	4.0	8.1	16.4	8.6	8.2	5.4
2005	3.9	3.8	7.5	13.1	8.1	8.2	5.4
2010	3.5	3.7	7.2	8.7	8.1	8.2	5.4

Rüzgar enerjisi bedava değildir. Rüzgarın fiyatı yoktur, ama taşıdığı enerjinin tutularak istenilen biçime çevrilmesi için yatırım ve harcama gerektiren rüzgar türbin-jeneratör sistemlerine gerek vardır. Bu nedenle rüzgardan üretilen elektriğin bir maliyeti bulunur. sağlanan teknolojik gelişmeler ve verim artışları ile bu maliyet sürekli düşürülmüştür.

RED sistemlerinin ekonomik değerlendirmesi yapılırken göz önüne alınacak unsurları 5 sınıfta inceleyebiliriz.

- Rüzgar kaynağının zellikleri
- Yük karakteristikleri
- Sistem performansı
- Sistemin toplam maliyeti

- Ekonomik çevre (Rakip enerji maliyeti, Finans terimleri, Genel enflasyon yüzdesi, İstenen geri ödeme oranı, Vergi oranları, Vergi teşvikleri, Kullanıcı türü, Tesis yılı)

Ekonomik analizde sistemin fayda ve maliyeti “ömür boyu maliyet hesabı” yöntemine göre yapılır. Kullanılan zaman periyodu rüzgar türbin jeneratörünün tahmini ömrüne eşittir. Sisteminin fiyatı maliyetin ilk ve en önemli elemanıdır. Bunun yanısıra aşağıdaki öğeler de maliyeti etkiler.

- Arazi maliyeti
- Alt yapı harcamaları
- Kule ve temelin maliyeti
- RED sistemlerinin maliyeti
- Karma sistemler için tamamlayıcı ekipman maliyeti
- Bağlantı ekipman maliyeti
- Depolama sistemi maliyeti
- Nakil ve taşıma sistemi maliyeti
- Montaj maliyeti
- Vergiler

Diğer ilgili maliyetler ise ayrıca belirlenmelidir. Bunlar;

- Sigorta
- Arazi vergisi
- İşletim ve bakım maliyeti
- Rakip yakıt maliyeti
- Şebeke üretimli elektriğin maliyeti
- Kredi faizi

Ancak bu maliyetlere toplumsal maliyetler eklenmemiştir. Farklı enerji santrallerinden elektrik üretiminin yol açtığı toplumsal maliyetler hesaplamalara katıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarının ve rüzgarlı bölgelerde özellikle rüzgar santrallerinin enerji ihtiyacının karşılanmasında değerlendirilmesi gereken bir üretim biçimi olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır. [1]



BÖLÜM 2. RÜZGAR HIZI ÖLÇÜM VE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Bir bölgenin rüzgar potansiyelinin sistemli olarak değerlendirilebilmesi için en azından belli zaman aralıklarında rüzgar hızlarının tesbiti gerekmektedir.

Hava istasyonları dışında genel olarak eksik, sürekli olmayan ve sadece rüzgar hızlarından oluşan veriler mevcuttur. İdeal koşullarda, rüzgar hızı, yönü, sıcaklık, nem oranı ve basınç ölçümleri de yapılmalıdır. Bu gereklilik sözü edilen parametrelerin rüzgar gücü üzerindeki etkilerinden kaynaklanmaktadır.

Etkileri beklenen hata oranından az olan bu faktörler ihmal edilebilmektedir. Örneğin barometrik basıncın ortalama hava yoğunluğuna etkisi %5'in altındadır. Çoğu uzmana göre rüzgar rejiminin bu hassasiyet düzeyinde bilinmesi yeterli olmaktadır. Nem oranı güç değerlerini %2, yarı-çorak ve çorak bölgelerde ise %1'in altında etkilemektedir. %5'in üzerinde hava yoğunluğu farklarına yol açan bölgelerde sıcaklık verileri rüzgar hızları yanı sıra toplanmalıdır.

Hemen hemen her düzeyde karmaşık ölçüm sistemleri bulunmaktadır. Bilinen anemometre tipleri olarak kupa (fincan), pervane sayılabilir. Ölçülen rüzgar hızlarının kaydı, kaydedici cihazlar, bilgisayar sistemleri veya el ile yapılmaktadır.

Bu konularda yapılacak tercihler; maliyet, teknolojinin durumu ve projenin süresi ile belirlenmektedir. Pahalı sistemler kullanımı ile detaylı veri toplama, ucuz cihazın gerektirdiği personel zamanı düşünüldüğünde, maliyet daha etkin olabilmektedir. Öte yandan çok karmaşık sistemler, yüksek kuruluş maliyetlerine sahip olmakta ve bazen kurulması, çalıştırılması ve kalibrasyonu aylarca sürmektedir.

İş gücü maliyeti çok ucuz olmadığı durumlarda otomatik veri kayıt ve analiz cihazları kullanılması önerilmektedir.

Cihaz ve prosedürler için standartlar henüz konulmamıştır. Algılayıcı tiplerine ve algılayıcı aralıklarına ilişkin farklı görüşler kullanıcılar tarafından tartışılmaktadır.

Rüzgar özellikleri kısa süreler içinde değişime uğradığından rüzgar hızı örnekleme süreleri birkaç on saniyeyi geçmemelidir. En yakın meteoroloji istasyonuna 80 km uzakta veya yeryüzü şekillerinin rüzgar akış biçimlerinde önemli farklılaşmalara neden olduğu yörelerde, ölçümler en az iki yıl sürdürülmelidir.

2.1 Rüzgar Hızını Etkileyen Faktörler

Yeryüzünün yerel farklılıkları (vadiler, dağlar, vs.) ve yeryüzünün düzgün olmayan ısınmasına bağlı olarak rüzgarın hızı, yönü ve esme sıklığı (frekansı) da yerel ve zamansal olarak değişir. Rüzgarın hızını etkileyen faktörler şunlardır.

- Coğrafi konum
- Yerel yüzey yapısı
- Yükseklik

Bir bölgedeki rüzgar hızı yükseklikle belirgin bir şekilde değişir. Belirli bir yükseklikteki rüzgar hızı kullanılarak herhangi bir yükseklikteki rüzgar hızı aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır.

$$\frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^{k_a} \quad (2.1)$$

V_1 : h_1 yüksekliğinde ölçülen rüzgar hızı (m/s)

V_2 : h_2 yüksekliğinde ölçülen rüzgar hızı (m/s)

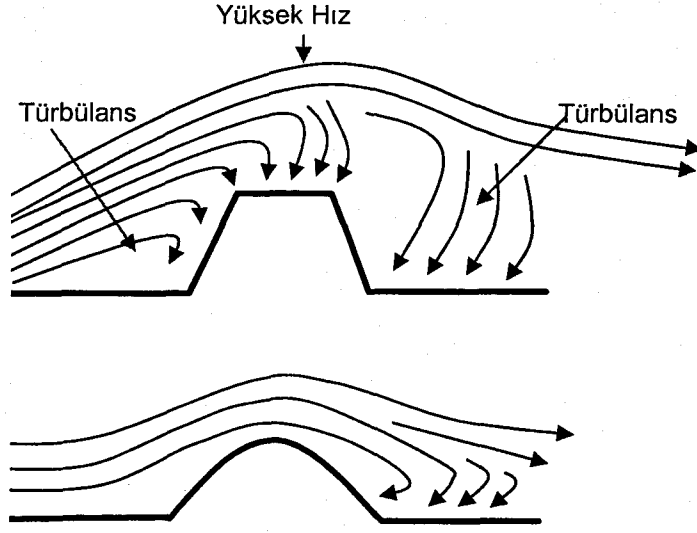
h_1 : rüzgar hızının ölçüldüğü yükseklik (m)

h_2 : rüzgar hızının hesaplanacağı yükseklik (m)

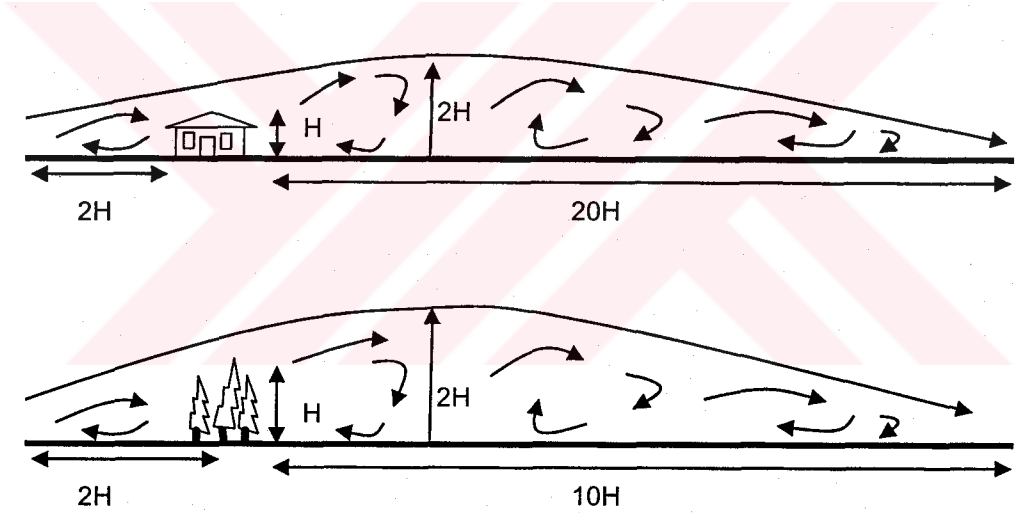
k_a : pürüzlülük katsayı

Pürüzlülük katsayısı, ölçüm yapılan yerin topografyasına ve yüzey yapılarına bağlı olarak değişmektedir. Bu yöntemle sadece ölçüm yapılan nokta için farklı yüksekliklerdeki rüzgar hızları ve potansiyelleri hesaplanabilmektedir.

Rüzgar hızını etkileyen diğer faktörler ise yukarıda bahsedildiği gibi yerel yüzey yapısı ve coğrafi konumdur. Ölçüm yapılırken bu iki özellik göz önüne alınmalıdır aşağıdaki şekillerde yüzey şekillerinin rüzgar hızına etkileri gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Yüzey yapısının hız profiline etkileri



Şekil 2.2. Binaların ve diğer engellerin hız profiline etkileri

2.2. Rüzgar Hızı Ölçümleri

1996 yılında "Dünya Meteoroloji Ofisi" rüzgar hızı ölçümlerinde hassasiyet toleransını 5 m/s altındaki rüzgar hızı için 0,5 m/s veya %10'undan daha düşük toleransta olmasını tavsiye etmiştir. Günlük kullanımlar için genellikle 5 m/s'nin üzerindeki hızlar yeterli kabul edilmiştir. Ancak rüzgar enerji santralleri projeleri ile ilgili rüzgar ölçüm proseslerinde %5'ten daha düşük hassasiyet kesinlikle gerekli olmaktadır. Çünkü rüzgar türbininden elde edilecek güç rüzgarın hızının kübü ile doğru orantılıdır.

$$P = 0,5 \times v^3 \times A \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (2.2)$$

v : Rüzgar Hızı

A : Kanatların dönerken süpürdüğü alan.

Bu formüle göre rüzgar hızının ölçümünde yapılacak %10'luk bir hata üretilecek rüzgar enerjisinin hesaplanmasında %30'luk bir hataya neden olur. Dünya pazarında açıklanmış rakamlara göre 10-20 türbinden oluşan 10MW kurulu kapasiteli bir rüzgar santrali yaklaşık olarak 10 milyon dolarlık bir yatırım gerektirmektedir. Ortalama 8m/s debi iyi bir ortalama rüzgar hızına sahip bir bölgede yaklaşık yıllık elektrik üretimini 33.500 MWh'e eşittir. Elektriğin kW/h başına 0,08 dolar satış fiyatına sahip olduğunu göz önünde bulundurarak, rüzgar hızında +/- %5 sapma ile ölçüldüğünü farz ederek yıllık 0,7 milyon dolar kayıp ile karşı karşıya gelinir. Dünya standartlarında 20 yıl çalışma ömrü öngörülen bir rüzgar santralinde bu yıllık kayıp tesisin çalışma süresi boyunca 14 milyon dolarlık bir değere ulaşacaktır ki bu değer de aynı özelliklere sahip başka bir rüzgar santralinin kuruluş yatırımının 1,5 katı kadardır.

Rüzgar hızında meydana gelen kayıplar ve saplamalar, ölçümün yapıldığı sahada, arazi şartları ve bitişik engellere bağlı olarak ortaya çıkar. Bu sebeple ulusal meteoroloji istasyonlarının bölgesel verileri dışında, rüzgar santralının kurulması düşünülen arazi üzerinde mutlaka rüzgar ölçümleri yapılmalıdır. Rüzgar hızının doğru ve minimum sapma ile ölçülmesi, ölçümlerde kullanılan anemometrelerin birbirlerine olan üstünlükleri ve çalışma prensiplerindeki farklar ile hassasiyet kazanır.

2.2.1. Konvensiyonel mekanik anemometreler

Konvensiyonel mekanik anemometreler bu bağlamda rüzgar hızını ölçen ünite ile birlikte ayrıca rüzgar yönünü tesbit etmek için de ayrı bir ünite kullanırlar. Bu sistem, birbirinin ölçümlerini teyit etmeye çalışan iki ayrı sonucu ortaya çıkarır ve kullanıcı açısından sisteme olan güvenilirliği azaltır.

Konvensiyonel mekanik anemometreler ile yaşanan bu sorunlara çözüm olarak üretici firmalar daha farklı teknolojilerin üzerine eğilerek, alternatif bir çözüm olan "Ultrasonik Anemometreleri" icat etmişlerdir. Bu sistemede çalışan anemometreler

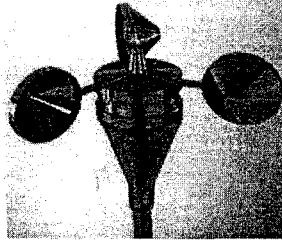
mekanik parçalardan tamamen arındırılmış olduğu gibi rüzgar hızı ölçümü ve yön tayini tek bir ünite tarafından yapılmaya başlanmıştır. Sistemin temeli üniteye yerleştirilmiş olan ultrasonik sensörlerin rüzgarın çıkardığı sesi algılayıp bu sesin iki sensör arasındaki algılama süresini kantitatif olarak hesaplayıp çıkan sonucu metre/saniye birimi ile rüzgar hızına çevrilmesi mantığına dayalıdır.

Mekanik aksamaların elimine edilmesi sistemdeki arızaları minimum seviyeye indirmekte ve yüksek bilgisayar teknolojilerinin kullanımı ölçümlerdeki hassasiyetleri daha yüksek seviyelere ulaştırmıştır. Fakat her yeni teknoloji ürünüde ortaya çıkan ve bir eski teknolojilerde yaşanmayan farklı sorunlar ultrasonik anemometrelerde de kendini göstermektedir. Ultrasonik anemometrelerin en önemli dezavantajı ultrasonik dalgaların belirli bir sıcaklık aralığı içerisinde ölçülebilmesidir. Bu nedenle ünitenin tamamının özellikle buzlanmanın sıkça yaşandığı soğuk kış şartlarında ısıtılması gerekmektedir. Bu da sistemin elektrik ihtiyacını ciddi boyutta artırmaktadır. Genelde rüzgar ölçümlerinin açık arazilerde, yüksek irtifadaki dağlık bölgelerde yapıldığı gözönünde bulunulursa, sistemin ihtiyacı olan elektriği şebeke hatlarından temin etmek kolay olmamakta ve maliyetleri artırmaktadır. Ayrıca günümüzdeki mevcut ultrasonik anemometrelerde, rüzgar hızı ve yönünü tesbit eden sensörler açıkta olduğundan yağmur, kar, toz, kuş yuvası ve daha kötüsü kuş pislikleri ile sensörlerin bloke olması gibi çok basit sebeplere bağlı olarak sistemin sürekliliği engellenmektedir.

Bu sorunları bertaraf etmek için ikinci jenerasyon ultrasonik anemometreler dünya piyasasına sunulmuştur. Bu tip anemometrelere "Akustik Rezonans" prensibi ile çalışan anemometreler adı verilmiştir. [3]

2.2.1.1. Kupalı anemometreler

Rüzgar hızı ölçümleri genellikle kupalı tür anemometreler ile yapılır. Kupalı anemometreler, dikey eksenli olup, 3 adet kupası vardır. Kupanın dakikadaki dönme sayısı elektronik olarak kaydedilir. Daha sonra bu veriler bilgisayar programlarında değerlendirilerek rüzgar hızına çevirilir. [3]

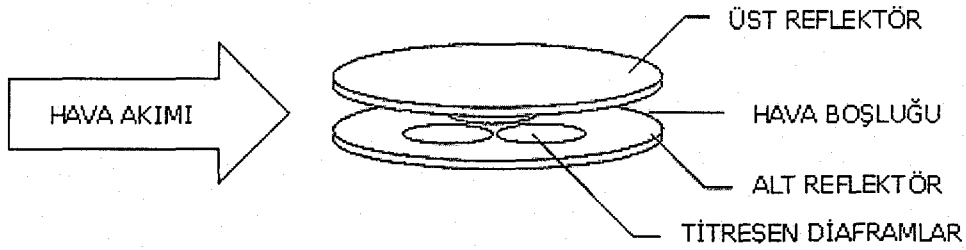


Şekil 2.3. Kupalı anemometre

2.2.2. Akustik rezonans ölçüm sistemi

Akustik rezonans ölçüm sistemi tamamen yeni bir metod olup, rüzgar hızı ve yönünün çok hassas bir şekilde ölçümünü sağlamaktadır. Yöntemin isminden de anlaşılacağı gibi bu teknik akustik (ultrasonik) bir dalganın bu amaçla özel üretilmiş bir sistem içinde rezonansa tabi tutulmasına dayanmaktadır. Mekanik aşınmaya maruz kalacak hiçbir parçanın olmaması nedeni tüm hava koşullarına karşı son derece güvenli ve hassas ölçüm imkanı sunmaktadır. En kötü meteorolojik koşullarda bile sistemin çalışması kesinlikle aksamaz. Son derece düşük elektrik tüketimi ve buzlanma gibi diğer klasik ölçüm sistemlerini tamamen fonksiyon dışı bırakan koşullara karşı otomatik önlem alması diğer çok önemli özelliklerden biridir.

Aşağıdaki diagramda temel çalışma prensipleri gösterilmektedir:



Şekil 2.4. Akustik anemometrelerin çalışma prensibi

En temel şekli ile sistemde iki adet birbirine paralel tabaka bulunmaktadır ve üzerileri yansıtıcılar ile kaplıdır. Yatay düzlemde hava hiçbir engelle karşılaşmadan iki tabakanın arasına girmektedir. Dikey düzlemde ise hava girişi yansıtıcılar tarafından engellenmekte ve bu düşey rüzgar hızları ölçülmemektedir. Plakaların arasından geçen rüzgar akustik (ultrasonik) dalgalar yaratmaktadır, bu dalgalar plakaların üzerinde bulunan piezo-elektrik (ses enerjisinin yarattığı titreşimler ile

çalışan) elemanlarından oluşan diafram sistemi tarafından algılanmaktadırlar. Resimde göründüğü gibi diaframlar üçgen şeklinde konumlandırılmışlardır.

Herhangi bir anda sadece bir diafram elektriksel olarak uyarılmaktadır. Ultra ses bu diaframın yüzeyinden geçerek üst yansıtıcıya çarpmakta ve burda hemen hemen kayıpsız bir yansıma olayı daha gerçekleşmektedir. Bu şekilde enerji kayıplarıyla dalgalanma tamamen sönene kadar birbirini takip eden ve sayısı 200'e kadar varan yansıma gerçekleşir. Dar bir frekans bandı üzerinde yaşanan birim yansımalar faz olarak bir bütünlük oluşturarak sinyal gücünde çok büyük bir artışa sebep olurlar. Net dalga dağılımı kompleks bir yapıya sahip olmasına rağmen dalga hareketi iki karakterli olarak yorumlanabilir.

1)Rüzgar lm hareket eden dalga davranışı temelleri üzerinde yapılmaktadır. Herhangi bir diafram çifti üzerindeki net faz değişimi aynı eksen üzerindeki rüzgar akışı için gösterge oluşurmaktadır. Üç tane diafram çiftinden ayrı ayrı toplanan veriler ile diaframların oluşturduğu üçgenin kenarları boyunca komponent vektörleri belirlenir Bu vektörlerin kombinasyonu ise toplam rüzgar yönü ve şiddetini vermektedir.

2)Otomatik dengeleme işlemi ise duran dalga davranışı temelleri üzerinde yapılmaktadır. Bilindiği gibi ses ve dolayısı ile rüzgar hızının ölçüm değerleri ağırlıklı olarak sıcaklık olmak üzere nemlilik oranı ve basına bağlı olarak değişmektedir. Akustik anemometreler rüzgar hızının ölçümünü bu değerlerden bağımsız olarak yapabilmektedir. Bu özelliğe hiçbir mekanik anemometre sahip değildir.

Rezonans altındaki operasyon etraftaki objelerin etkisini, aerodinamik efektleri, turbulans etkisini, ve homojen olmayan rüzgar akışı gibi yan etkileri çok büyük oranlarda minimize etmektedir. Rezonans etkisi sürdüğü sürece rüzgar hızı ile ölçülen faz arasındaki ilişki linear olarak devam eder.

Akustik rezonans ölçüm sistemi diğer alternatif yöntemlere göre birçok avantaj sunmaktadır, bunların başlıcaları şunlardır:

- Çok geniş ve ölçeklenebilir dinamik aralık
- Faz ve Rüzgar hızı arasındaki linear ilişki
- Çok hassas rüzgar hızı ve yönü ölçümü
- Rüzgar yönünün hızdan bağımsız ölçümü
- Sıcaklık, nem oranı gibi dış etkenlere karşı otomatik dengeleme sistemi
- Tüm hava koşullarında aynı hassasiyetle sorunsuz çalışma imkanı
- Hareket eden parça olmaması
- Rutin bakım ihtiyacının olmaması
- Çok küçük ebatlar (50x165mm!!)
- Çok hafif
- Çok düşük elektrik tüketimi
- Düşük maliyet

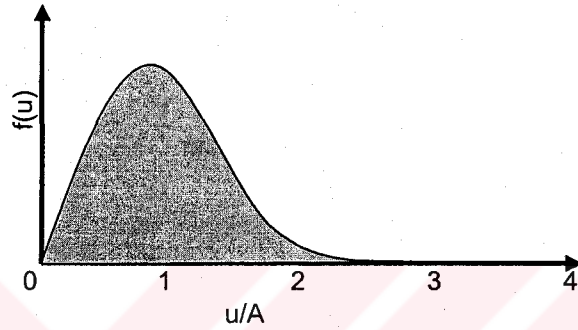
Ölçeklenebilir dinamik aralık bu sistemin benzeri olmayan bir özelliğidir. Yansıtıcıların şekli ile iki tabaka arasındaki uzaklık değiştirilerek çok değişik rüzgar hızları için optimizasyon yapılabilir. [3]

2.3. Rüzgar Hızı Değerlendirmeleri

Elde edilen rüzgar kayıtları, kalite kontrolü yapılarak istatistik çözümlenmeler de kullanılmak üzere değerlendirilir. Değerlendirmelerde, hem uzun dönemli rüzgar kayıtlarını elde etmek, hem de farklı site ve farklı yüksekliklerde rüzgar özelliklerini belirlemek için rüzgar hızı dağılımı olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılır. Bu fonksiyonlar, Rayleigh dağılımı, Weibull dağılımı ve Beta dağılımıdır.

Weibull Dağılımı: Rüzgarın belli bir periyotta değişimi ve dağılımı, hem enerji üretimi değerlendirmelerinde hem de rüzgar endüstrisinde çok önemlidir. Türbin tasarımcıları, türbin iyileştirilmesinde ve maliyetleri en aza indirmede rüzgar dağılımı ve değişimi ile ilgili bilgilere gerek duyarlar. Eğer bir yıl boyunca rüzgar ölçülürse, genel olarak çok şiddetli rüzgarların nadiren, ılımlı ve şiddetli rüzgarların daha çok ortaya çıktığı görülür. Yapılan bu çalışmalarda rüzgar hız değerlerinin, iki parametrelili weibull dağılımına uygunluk gösterdiği görülmüştür. [4]

Bir site için rüzgar dağılımı ya ölçülerek, ya da ölçümlere dayalı değişik nokta ve yüksekliklerde “Weibull dağılımı “ ile belirlenir. Bu dağılım, şekil ve ölçek değişkenleriyle belirtilir. Bu dağılımın altında kalan alanın toplam olasılığı “1” dir. Yani, sakin havalar da bunun içinde olmak üzere, belli bir periyotta rüzgarın her aralıkta toplam olma olasılığı %100 dür. Weibull dağılımı eğrisi simetrik değil çarpıktır. Bu eğriyi oluşturan her bir hız frekansları, ortalama hızın bulunmasını da sağlar. [5]



Şekil 2.5. İki parametrelili weibull dağılımı [6]

İki parametrelili weibull dağılımının matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$f(u) = \frac{k}{A} \left(\frac{u}{A} \right)^{k-1} \exp \left[- \left(\frac{u}{A} \right)^k \right] \quad (2.3)$$

burada,

u : Rüzgar hızı (m/s)

f(u): Rüzgar hızı frekansı

A : Weibull büyüklük katsayısı (m/s)

K : Weibull şekil katsayısıdır

Birikimli Weibull dağılımı F(u) ise,

$$F(u) = \exp \left[- \left(\frac{u}{A} \right)^k \right] \quad (2.4)$$

eşitliği ile tanımlanmaktadır. [5]

Rayleigh Dağılımı: Eğer Weibull dağılımı şekil değişkeni 2 ise, böyle bir dağılıma “Rayleigh dağılımı” denir. Rüzgar türbini üreticileri genellikle makine başarımlarını Rayleigh dağılımına göre verirler. Bunun nedeni, değişik yerlerdeki rüzgar dağılımlarının bilinmemesidir.

2.4. Beaufort Rüzgar Ölçeği

Rüzgar, devinen havadır. Bu devinim bir vektör boyunca belirli bir kuvvettir. Bunun sonucunda rüzgar, hız ve yön olmak üzere iki değişkenle ölçülür. Hızdaki ani dalgalanma veya değişiklikler hamle olarak adlandırılır. Gerçekte rüzgarın hızı, yönü ve hamlesi en iyi aletlerle ölçülür. Aletlerle ölçmenin olanaksız olduğu durumlar rüzgar, kestirilerek de ölçülür. Kestirerek rüzgar ölçümünde Beaufort ölçeği kullanılır. [4]

Tablo 2.1 Beaufort rüzgar ölçeği

Beaufort no	R.Hızı km/saat	R.Hızı m/sn	Tanım	Açıklama
0	<1	0-0.2	Sakin	Duman dikley olarak yükselir
1	1-5	0.3-1.5	Esinti	Duman hafif esinti ile yükselir. Rüzgar yönü belirsizdir.
2	6-11	1.6-3.3	Hafif rüzgar	Yapraklar kıpırdar. Esinti insan yüzünde hissedilir. Rüzgar yönü yoktur.
3	12-19	3.4-5.4	Tatlı rüzgar	Yapraklar ve ince dallar hareket eder.
4	20-28	5.5-7.9	Orta rüzgar	İnce dallar hareket eder. Kağıt ve tozlar yükselir
5	29-38	8.0-10.7	Sert rüzgar	Ağaçlar sallanmaya başlar
6	39-49	10.8-13.8	Şiddetli rüzgar	Büyük ağaç dalları hareket eder. Açık iletkenler sallanır. Şemsiyenin kontrolü zorlaşır.
7	50-61	13.9-17.1	Çok şiddetli rüzgar	Büyük ağaçlar sallanır yürüme zorluğu farkedilir.
8	62-74	17.2-20.7	Fırtına	Ağaçlardaki ince dal ve çöpler kırılır. Rüzgarda yürümek iyice zorlaşır.
9	75-88	20.8-24.4	Şiddetli fırtına	Binalarda hafif hasar oluşur. Çatı kırmetleri sökülmeğe başlar.
10	89-102	24.5-28.4	Tam fırtına	Binalar hasarlanır. Büyük ağaçlar kökünden sökülür
11	103-117	28.5-32.6	Çok şiddetli fırtına	Geniş ölçekli hasarlar olur.
12	>118	>32.7	Tayfun	Aşırı derecede hasarlar meydana gelir.

$$1\text{m/s}=3.6\text{km/h}=2.187\text{mph}=1.944\text{knots}$$

Meteorolojistler hava kestirimleri yapmak için verileri, meteoroloji istasyonları ve hava alanlarından toplarlar. Rüzgar hızı ve rüzgar yönü bilgilerini, rüzgar enerjisi

parkına aday yerlerdeki rüzgar koşullarını genel olarak değerlendirmek için sık sık kullanırlar. Rüzgar hızı, engel yakınında çevre arazisinin pürüzlülüğünden ve arazi eğiminden şiddetle etkilenir.

Yapılan meteorolojik ölçümleri yerel koşullarla değerlendirilmedikçe “site” için rüzgar koşullarını belirlemek son derece zordur. Bazı durumlarda meteorolojik verilerin doğrudan kullanımı, site deki gerçek rüzgar potansiyelinin altında kestirim yapılmasına yol açar.



BÖLÜM 3. RÜZGAR HIZI ÖLÇERİN CİHAZIN TASARIMI

3.1. Mekanik Kısım

3.1.1. Kupalar

Kupalar, rüzgar hızı ölçerin en önemli parçalarından biridir. Rüzgarı alan ve tüm sistemin çalışmasını sağlayan kısım kupalardır.

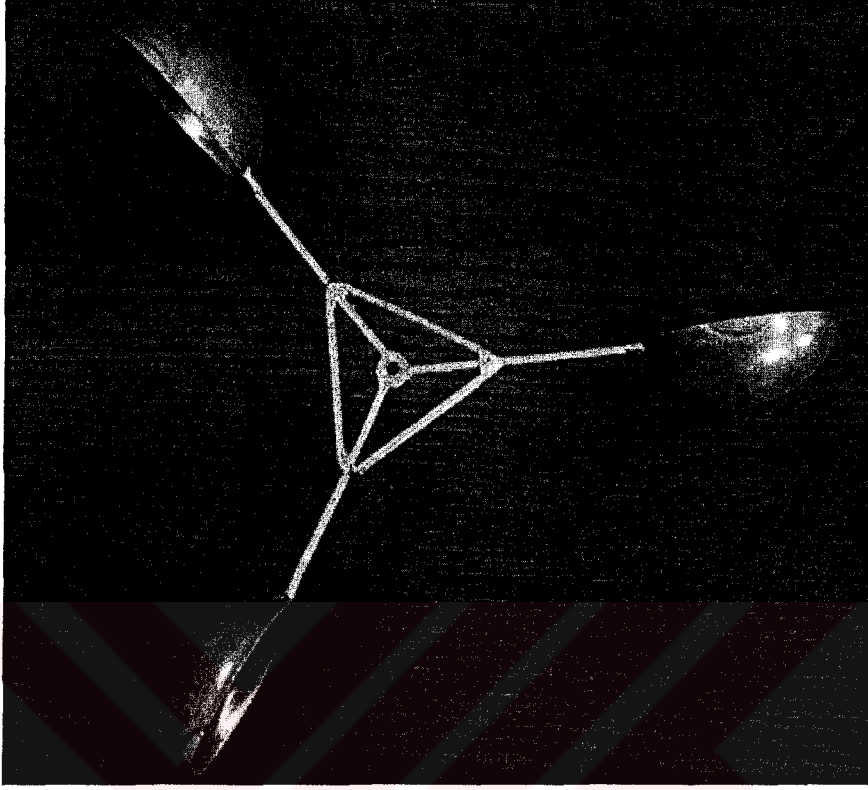
Kupalarda aranan özellikler:

- Düşük rüzgar hızlarına cevap verebilmesi için hafif olmalı.
- Tüm hava koşullarına karşı dayanıklı olmalı (güneş ışınları, yağmur, kar)
- Rüzgarı iyi kavrayacak çapta olmalı

Kupanın tüm bu isteklere cevap verebilmesi için hafif bir metal malzemedan uygun çapta imal edilmesi gerekir. Ancak kupanın rüzgarı alabilmesi için koni veya yarım küre şeklinde olması gerektiğinden özel olarak seçilen hafif bir metalden imal edilmesi maliyetli bir iş olacaktır. Onun yerine piyasada kullanılan nispeten hafif malzemedan imal edilmiş krom-nikel karışım yarım küre şeklindeki metal kupalar seçilerek daha düşük maliyetlerle imalat gerçekleştirilmiştir.

Alınan bu kupalar 120° açılarla, eşit uzunluktaki metal çubukların uçlarına kaynatılarak rüzgarı her yönden alacak şekilde ayarlandı. Burada amaç rüzgarın hızını ölçmek olduğundan rüzgarın hangi yönden estiği önemli değildir. Rüzgar hangi yönden eserse essin kupaların dönme yönü hiç değişmeyecektir.

Kupalar şekil 3.1.'de görüldüğü gibi birbirine monte edilmiştir.



Şekil 3.1. Rüzgar hızı ölçerin kupaları

3.1.2. Mil

Mil, kupaların üzerine yerleştirileceği metal kısımdır. Kupaların dönme hareketini aşağı kısma aktarma işi mil sayesinde yapılır. Milin boyutu tasarlanmak istenen rüzgar hızı ölçerin ebatlarına göre seçilir. Tasarlayacağımız rüzgar hızı ölçer için 25cm'lik bir mil yeterli olacaktır. Mil için seçilecek malzeme dayanıklı ve işlenebilir bir malzeme olmalıdır. İşlenebilir malzeme istenmesindeki neden, milin hem ana gövdeye tutunması için gerekli olan şeklin verilmesi hemde alt ve üst kısmına yerleştirilecek parçalar için yuvaların açılması içindir.

Milin üst kısmına kupalar yerleştirileceğinden üst kısmına vida yuvası açıldı ve bu kısma daha önce birbirine 120°açılarla kaynak yapılan kupalar yerleştirildi. Alt kısmına ise daha sonra gelecek dişli plaka için bir vida yuvası daha açıldı.

3.1.3. Rulmanlar

Rulmanlar, iki önemli görevi yerine getirirler. Hem mili gövdeyle birleştirirler hemde milin gövde içinde rahatça dönmesini sağlarlar.

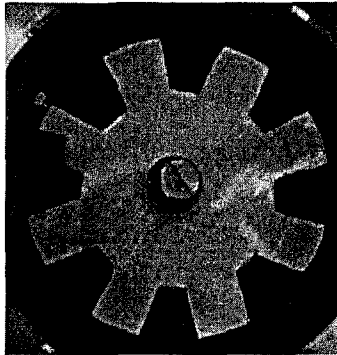
Mil, gövdeye iki adet sıkı geçme rulman ile bağlandı. Burada iki rulman seçilmesinin nedeni hem mili gövde üzerinde sabitlemek hemde dönme hareketinden kaynaklanabilecek titreşimleri engellemektir.

Rulmanların seçiminde aranan ilk özellik küçük ebatla olmasıdır. Bunu nedeni rüzgar hızı ölçerin küçük olmasının istenmesidir. Bu özellik sayesinde hem rüzgar hızı ölçer daha hafif bir cihaz olacak hemde görüntü olarak daha toplu duracaktır. Bunun yanında rulmanların, düşük rüzgar hızlarında bile rahatça dönebilmesi gerekiyordu. Aranan bu şartı sağlaması için kendinden yağlı rulman tipi seçildi.

Daha sonra bu rulmanlar yukarıda da bahsedildiği gibi mil üzerine alttan 5 cm. yukarıya ve üstten 10 cm. aşağıya olmak üzere sıkı geçme metoduyla yerleştirildi. Bu mesafeler, alta yerleştirilecek dişli plaka ve üste yerleştirilecek kupalar göz önüne alınarak seçildi.

3.1.4. Dişli plaka

Milin alt tarafına monte edilen alüminyum parçadır. 7 cm. çapında olan bu plakanın üzerinde 8 adet diş vardır. Bu dişler plaka döndüğünde optokuplör içinden geçerek kare dalga oluşmasını sağlarlar. Dişli plaka bir vida ile mile sabitlenmiştir. Kupaların dönmesiyle birlikte milin alt tarafında da bu dişli plaka döner ve kare dalga üretilmesini sağlar.



Şekil 3.2. Dişli plaka

3.1.5. Gövde

Rüzgar hzi ölçerin tüm mekanik aksamn üzerinde taşıyan ksmdır. İki adet galvanizli borunun birbirinin üzerine monte edilmesi ile yapılmıştır. İlk galvanizli borunun iç çapı rulmanların dış çapları kadardır. Rulmanlar bu boruya sıkı geçme metodu ile geçirilmiştir. Böylece mil rulmanların içinde dönerken bir yandan da galvanizli boruya sabitlenmiş olur. İkinci galvanizli boru ise birinci boruyu içine alacak Şekilde seçilmiştir. Aynı zamanda bu boru dili ark da içine aldığından çapı diğerinden büyüktür.

Gövde, tüm dönen aksamları üzerinde bulundurduğundan rüzgar hzi ölçerin elektronik devre ksmna gönderilecek kare dalga burada üretilecektir. Kare dalganın üretilmesi için gövdenin içine açık ağızlı bir optokuplör yerleştirildi. Dili plaka dönerek bu optokuplörün içinden geçerek kare dalga üretilir. Ve bu sinyal daha sonra bir kablo vasıtasıyla sistemin elektronik ksmna iletilir.

Yukarıda kısaca anlatılan bu parçalar sistemin mekanik ksmn oluşturur. Rüzgarla temas edecek ksmlar bunlardır. Mekanik ksm ölçüm odası dışında tesis edileceğinden tabiat Őartlarından etkilenecektir. Yağmur, kar gibi doğal olaylardan az etkilenmesi ve bu olayların sonucu oluşabilecek paslanmalara karşı tüm mekanik aksam galvanizlenmitir.



Şekil 3.3. Rüzgar hzi ölçerin mekanik ksm

3.2. Elektronik Devrenin Tasarlanması

Rüzgar hızı ölçüm ve kaydetme cihazı tasarlanırken önce cihazdan neler istediğimizi bilmeliyiz.

Bir rüzgar hızı cihazından beklenen rüzgarı en az hatayla ölçmesi ve kaydetmesidir. Rüzgar çiftliklerinin doğru yere ve doğru güçlerde kurulması için cihazın bu şartları sağlaması gerekir. Yalnız cihazın bu özellikleri sağlamasına karşın hacminin de küçük olması ve çeşitli arazi koşullarında çalıştırılmak üzere taşınabilir ve kullanılabilir olması lazımdır.

Rüzgar hızını ölçebilmemiz için önce kupalardan elde edilen dönme hareketini elektriksel sinyale çevirmeliyiz. Daha sonra bu sinyali kullanarak rüzgar hızını ölçebilir ve kaydedebiliriz.

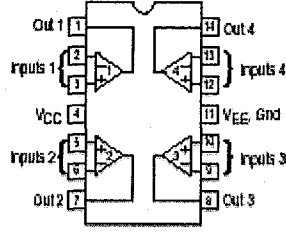
3.2.1 Dönme hareketinin elektriksel sinyale dönüştürülmesi

Rüzgar hızı ölçerin belki de en önemli kısmı dönme hareketini algılayan ve bu hareketi hız ölçümünde kullanılmak üzere devreye gönderen parçadır. Bu işlemi bir optokuplör kullanarak yapabiliriz.

Optokuplör bir LED ve bir foto transistor den oluşur. LED'ten gelen ışık foto transistöre geldiği sürece transistör iletimdedir. Fototransistöre gelen ışık herhangi bir cisimle kesilirse transistör kesime girer ve üzerinden herhangi bir akım akmaz. Optokuplörün bu özelliği kullanılarak dönme hareketi elektriksel sinyale dönüştürülebilir. Rüzgar hızı ölçerin gövdesinin alt bölümüne takılan dişli plaka optokuplörün içinden geçirilerek çıkış sinyali olarak kare dalga elde edilir. Bu kare dalganın frekansı ve genliği dönme hareketine bağlı olarak değişir.

Ancak bu kare dalga, dönme hareketinden kaynaklanan titreşimler ve gürültülerin etkisiyle düzgün olarak çıkmamaktadır. Bunun daha sonra rüzgar hızı ölçümün de kullanılabilmesi için düzgün bir kare dalga şekline dönüştürülmesi gerekmektedir.

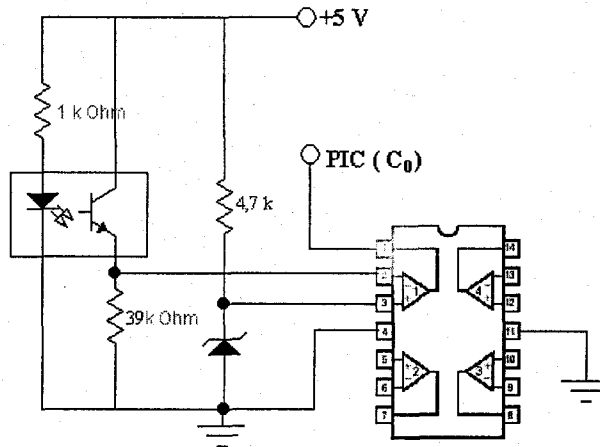
Optokuplörden gelen kare dalga bir opamp kullanılarak karşılaştırma işlemi yapılmak suretiyle düzgün bir kare dalgaya dönüştürülebilir. Bu işlem için LM324 entegresi kullanılmıştır. LM 324 entegresinin iç yapısı aşağıdaki şekilde görülmektedir.



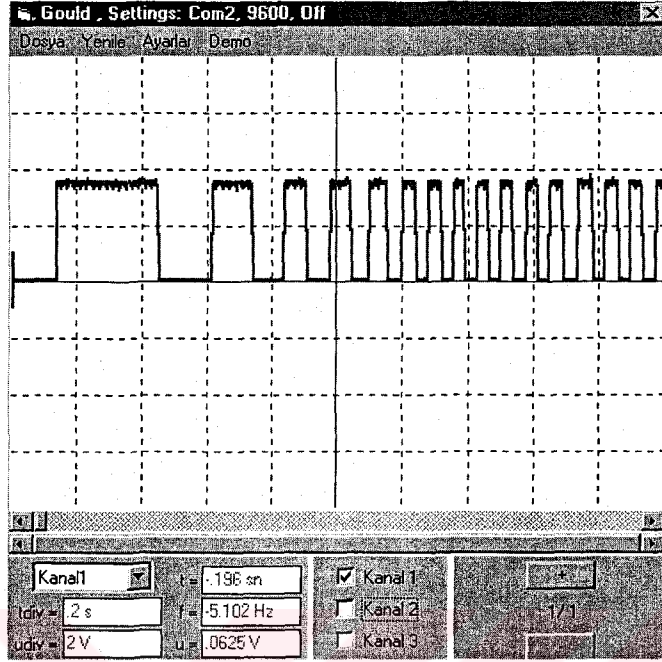
Şekil 3.4. LM 324 entegresinin iç yapısı

Şekil 3.4.'te de görüldüğü gibi LM324 entegresinin içinde 4 adet opamp bulunmaktadır. Burada LM 324 kullanılmasının nedeni girişe uygulanacak gerilim için simetrik bir gerilim kaynağı gerektirmemesidir. 741 entegresi kullanılsaydı +5, -5 gerilim kaynağı gerekirdi. LM324 için ise diğer devre elemanları için kullanılacak +5 volt yeterli olmaktadır.

LM324 devrede karşılaştırma işlemini yapmak için kullanıldı. Pozitif girişine optokuplörden gelen sinyal uygulandı diğer girişe ise 3,3 voltluk bir zener diyot bağlanarak opampın bu sinyalleri karşılaştırması sağlandı. Bu sayede opampa gelen gerilim 3,3 volttan az olduğu sürece çıkış 0 volt olacak, gelen sinyal 3,3 volttan büyük olduğunda ise çıkışta 5 volt görülecektir.



Şekil 3.5. Karşılaştırma devresi



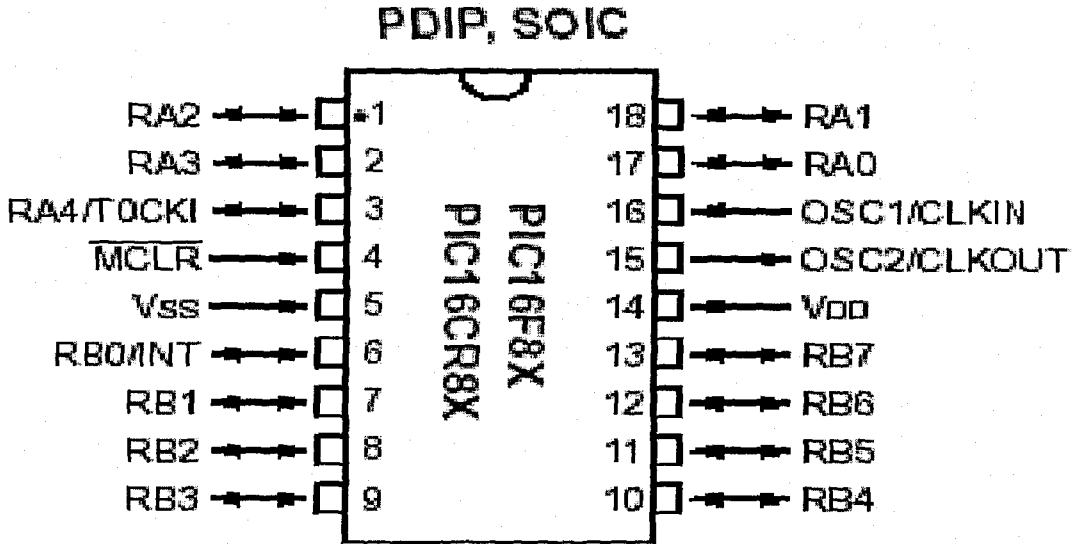
Şekil 3.6. Karşılaştırma devresinden çıkan kare dalga sinyali (giderek artan devirde)

3.2.2. Devir sayısının algılanması (PIC 16F877)

Bundan önceki bölümlerde hep dönme hareketinin algılanması işinin nasıl yapılacağı anlatıldı. Şimdi bu dönme hareketini kullanarak saniyedeki darbe sayısının ölçümünü yapacağız. Dönme hareketine bağlı olarak değişen darbe sayısının ölçümünü yapmak için bir mikrodenetleyici kullanmalıyız. Çünkü mikrodenetleyiciler kendi program hafızası ve giriş çıkış özelliklerini içinde barındıran entegrelerdir. Ayrıca darbe ölçümü saniyelik periyotlarla ölçüleceği için her saniye ölçüm alabilme özelliği olan bir eleman kullanmalıyız.

Bu işlem için en uygun eleman PIC(Peripheral Interface Controller: Çevresel üniteleri denetleyici arabirim)'dir.

PIC mikroişlemcileri belirli özelliklere ve eklemelere dayalı olarak serilere ayrılmıştır. Bunlardan temel olan P16F84'ün pin yapısı ve genel mimarisi aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.7. PIC 16F84'ün pin yapısı

PIC'in MCLR bağlantısı reset ve programlama anlarını normal çalışmadan ayırmaya yarar. Pi'in bu bacağına 5V verildiğinde PIC, içindeki programı çalıştırma moduna girer. 13V verildiğinde içine yeni program yüklenmeye hazır hale gelir, toprağa bağlanırsa PIC resetlenir. Vss bacağı toprak girişidir, Vdd bacağı 5V besleme girişidir.

OSC1 ve OSC2 bacakları PIC'in çalışma frekansını belirleyen kristali veya RC osilatörünü bağlamak içindir. Kalan 13 bacak bilgi girişi ve çıkışı için kullanılabilen haberleşme bacaklarıdır.

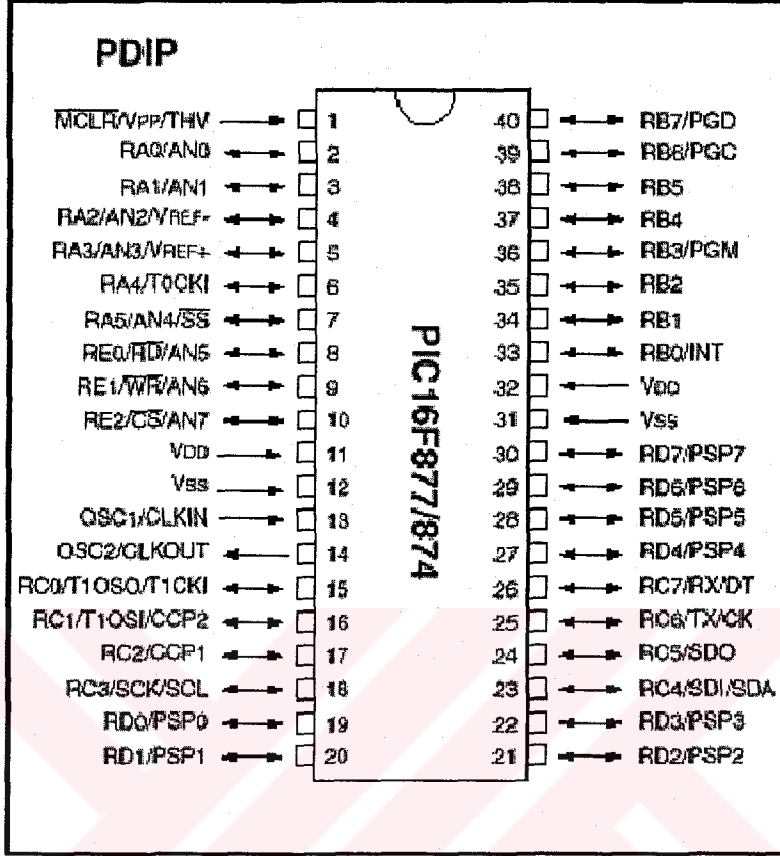
Biz rüzgar hızı ölçümü için 16F877'yi kullanacağız. Aşağıdaki tabloda 16F877 ile 16F84 karşılaştırılmıştır. Tablodan da anlaşılacağı üzere 16F877, 16F84'e göre daha geniş kapsamlı kullanımlar için idealdir.[8]

Tablo 3.1. 16F877 ile 16F84'ün karşılaştırılması

ÖZELLİKLER	PIC16F877	PIC16F84
Çalışma hızı	DC-20Mhz	DC-10 Mhz
Program Belleği	8Kx14 word Flash ROM	1Kx14 word Flash ROM
EEPROM Belleği	256 byte	64 byte
Kullanıcı RAM	368 x 8 byte	68 x 8 byte
Giriş / Çıkış port sayısı	33	13
Timer	Timer0, Timer1, Timer2	Timer0
A / D çevirici	8 kanal 10 bit	YOK
Capture / Comp / PWM	16 bit Capture 16 bit Compare 10 bit PWM çözünürlük	YOK
Seri çevresel arayüz	SPI (Master) ve 12C (Master / Slave) modunda SPI portu (senkron seri port)	YOK
Paralel slave port	8 bit, harici RD,WR ve CS kontrollü	YOK
USART / SCI	9 bit adresli	YOK

PIC16F877 kendisine çok geniş uygulama alanları bulmaktadır. Kullanıldığı her alana en az ek donanımla adapte olabilecek giriş çıkış portlarına sahip bir "microcontroller" ünitesidir. Yukarıdaki şekilden de görüldüğü gibi 16F877'nin A,B,C,D ve E portları vardır. Bu portlarda toplam olarak 33 tane giriş/çıkış portu vardır. Bu da 16F877 nin tercih edilmesinin en büyük nedenlerinden biridir.

PIC16F877'nin tüm portları her biri bağımsız olarak sayısal giriş veya çıkış olarak kullanılabilme imkanı vermektedir.[9]



Şekil 3.8. 16F877'nin şekli ve ayak bağlantıları

3.3. PIC16F877 Portlarının Fonksiyonları

PIC16F877'nin tüm portları her biri bağımsız olarak sayısal giriş veya çıkış olarak kullanılabilme imkanı vermektedir. Bu portlar kendi aralarında beş ana guruba ayrılmaktadır. (PORTA, PORTB, PORTC, PORTD, PORTE) Şimdi bu portları inceleyelim. [10]

3.3.1. Port A

Bu port RA0, RA1, RA2, RA3, RA4, RA5 olmak üzere 6 bitlidir. Bu bitler analog / sayısal çevirici olarak konfigüre edilebilmektedir. [10]

PORTA	0x05
TRISA	0x85 giriş/çıkış belirleme yazmacı
ADCON1	0x9FRA portlarının A/D, referans gerilimi veya Sayısal giriş/çıkış olarak seçiminde kullanılır.
YAZMAÇLAR VE ADRESLER	

3.3.2. Port B

RB0, RB1, RB2, RB3, RB4, RB5, RB6, RB7 olmak üzere 8 bit genişliğindedir. B portunun tüm bacakları dahili bir dirençle VDD'ye bağlanmıştır. Fakat bu özellik uygulamalarda göz önünde bulundurulmaz. Bu özellik ancak OPTION yazmacının 7. bitini 0 yaparak aktif hale getirilir. [10]

PORTB	0x06
TRISE	0x86 çıkış/giriş belirleme yazmacı
OPTION REG	0x81
YAZMAÇLAR VE ADRESLER	

3.3.3. Port C

RC0, RC, RC2, RC3, RC4, RC4, RC5, RC6, RC7 olmak üzere 8 bit kapasitelidir. SPI, Doğrudan bilgisayarla iletişim yapma, Yakalama/Karşılaştırma ve PWM gibi özel fonksiyonlar yazmaçların ayarlanmasıyla bu portta kullanılır. [10]

PORTC	0x07
TRISC	0x87; giriş/çıkış belirleme yazmacı
MOVLW	B'00000111'
MOVWF	TRISC
YAZMAÇLAR VE ADRESLERİ	

3.3.4. Port D

RD0, RD1, RD2, RD3, RD4, RD5, RD6, RD7 olmak üzere 8 bitlidir. Bütün portlar Schmitt Trigger girişlidir. [10]

BSF STATUS,RP0 ; Bank 1

BCF STATUS,RP1 ; Bank 1

MOVLW B'00000000'

MOVWF TRISC

BCF STATUS,RP0 ; Bank 0

BCF STATUS,RP1 ; Bank 0

PORTD	0x08
TRISD	0x38 giriş/çıkış belirleme yazmacı
TRISE	0x29

YAZMAÇLAR VE ADRESLERİ

3.3.5. Port E

RE0, RE1, RE2 olmak üzere 3 bit liktir. Bu bacaklarında Schmitt Trigger girişleri vardır. Ayrıca her bir bacak analog / sayısal çevirici olarakta kullanılmaktadır. Eğer PORTD yi TRISE yazmacının PSPMODE bitini 1 yapıp 8bit genişliğinde mikro işlemci portu olarak kullanırsak (parelel slave port) PORTE bacakları PORTD nin bağlandığı mikroişlemci bus nında sırasıyla OKUMA,YAZMA,CHIP SELECT kontrol girişleri olarak kullanılır. [10]

PORTE	0x09
TRISE	0x39 giriş/çıkış belirleme yazmacı
ADCON1	0x9F;

YAZMAÇLAR VE ADRESLERİ

BSF STATUS,RP0 ; Bank 1

BCF STATUS,RP1 ; Bank 1

MOVLW B'10000111' ;TMR0 prescaler, 1:256 Bölme palsı

MOVWF OPTION_REG

MOVLW B'00001110' ;Left seçme,1 analog channel

MOVWF ADCON1

MOVLW B'00000001'

MOVWF TRISA

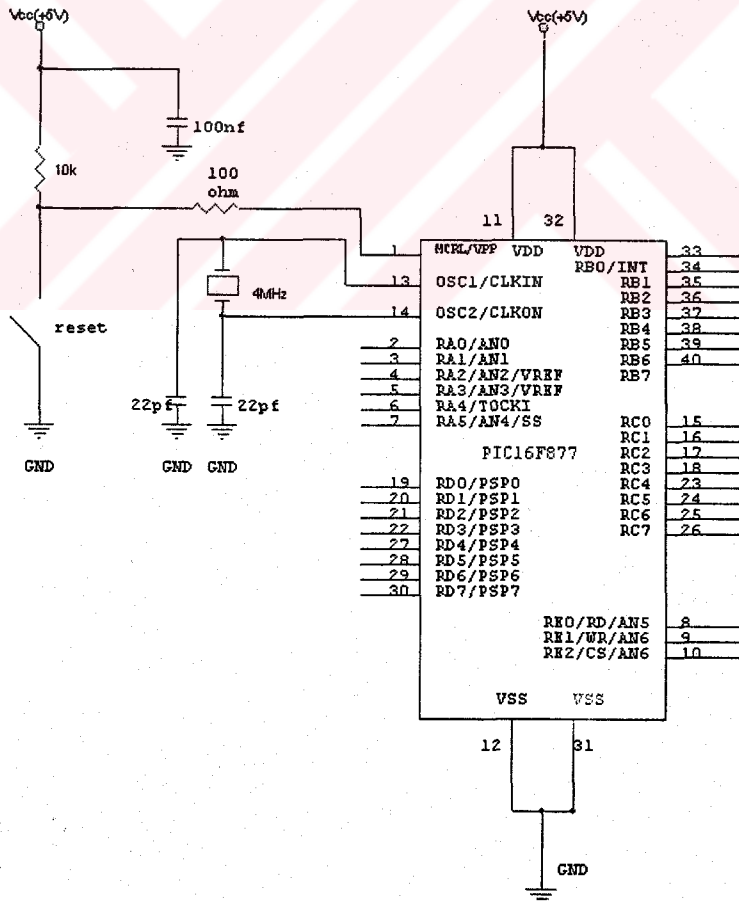
MOVLW B'00000000'

```

MOVWF TRISB
MOVLW B'00000000'
MOVWF TRISC
MOVLW B'00000000'
MOVWF TRISD
MOVLW B'00000000'
MOVWF TRISE
BCF STATUS,RP0 ; Bank 0 (Sayfa)
BCF STATUS,RP1 ; Bank 0 (Sayfa)

```

Aşağıdaki şekilde 16F877'nin minimum konfigürasyonlu bir devre şeması gösterilmiştir.



Şekil 3.9. 16F877'nin minimum konfigürasyonlu bir devre şeması.

3.4. 16F877 Portların Ayarlanması

Yukarıda her yönüyle anlatılan 16F877'nin rüzgar hızı ölçümünde kullanılması için öncelikli olarak şekil 3.9'daki gibi devreye bağlanması gerekmektedir. Daha sonra rüzgar hızı ölçümü için gerekli portların giriş-çıkış olarak ayarlanması gerekir. Bu işlem ve sinyal ölçümü PIC'in programlanması sırasında yapılır. Aşağıda portların giriş-çıkış olarak ayarlanmasına örnek olarak bir program verilmiştir.[8]

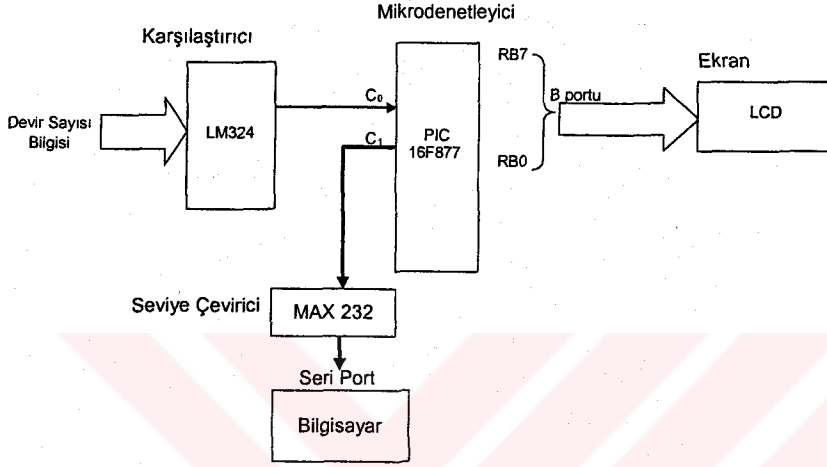
Örnek program:Portları giriş ve çıkış olarak tanımlama:

PROCESSOR 16F84	Her programın başında bu tanımlama yapılır.
INCLUDE "P16F84.INC"	Assembly uzantısından hex uzantısına geçiş sırasında programın byte'ların ve bitlerin adres karşılıklarını görebilmesi için yazılmış dosya
MAIN:	Başlangıç ayarları, RA0'a buton, RB0'a led bağlı
BSF STATUS, RP0	Status byte'ının 5. biti (RP0) 1 yapıldı; bank1 seçildi
MOVLW 00000001b	00000001b sayısı W'ye atandı
MOVWF TRISA	W'deki sayı TrisA'ya taşındı, RA0 giriş, kalan A bacakları çıkış
CLRF TRISB	TrisB 00000000b oldu, bütün B bacakları çıkış
BCF STATUS, RP0	Bank0'a dönüş
START:	Start bloğunun başlangıcı
CLRF PORTB	B bacaklarının hepsi 0V
BTFSS PORTA,0	RA0 1'se alttaki satırı atla, değilse alt satıra geç.
GOTO START	START bloğunun başına git.
BSF PORTB,0	B' nin 0. portunu 5V yap.
GOTO START	START bloğunun başına git.
END	Program sonu.

Örnek programda 16F84'ün A ve B portunun giriş – çıkış tanımlaması yapılmaktadır. Portları giriş veya çıkış olarak tanımlama uygulama bakımından PortA ve PortB byte'larına benzeyen TrisA ve TrisB byte'larıyla yapılır. Bu byte'lar A ve B bacaklarının giriş mi yoksa çıkış mı olarak kullanılacağını belirler. PortA byte'ında olduğu gibi TrisA'da da üst üç bitin değerinin önemi yoktur.

Ör. PortA'ya 13 decimal değerini verdiğimizde 13'ün karşılığı olan 00001101 sayısı RA0, RA2 ve RA3 bacaklarını giriş bacağı, kalan A bacaklarını çıkış bacağı yapar.

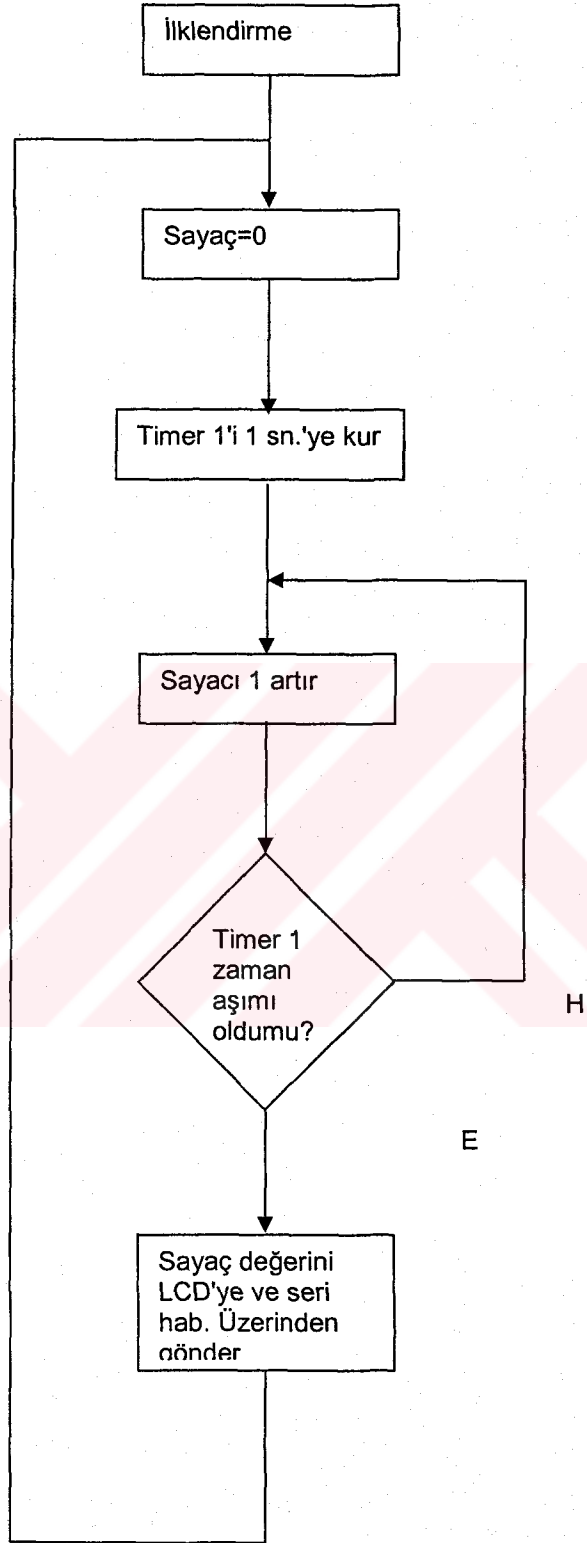
Portlar kullanım amacına göre giriş çıkış olarak programda tanımlanır. Aşağıdaki şekilde hangi portların giriş-çıkış olarak kullanılacağı gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Rüzgar hızı ölçümünde 16F877 nin portlarının kullanılışı ve devrenin blok diyagramı

Yukarıdaki diyagramdan da anlaşılacağı gibi öncelikli olarak LM324'ten gelen kare dalga sinyalinin 16F877'nin seçilen giriş portlarından birinden alınması gerekir bunun için 16F877'nin C portunun bir pini giriş portu olarak kullanıldı. Sinyal buradan alınarak daha sonra yazılan programda uygun şekilde değerlendirilerek saniyede gelen sinyal sayısı ölçüldü. Saniyelik sinyallerin algılanması ve ölçülebilmesi için 16F877'de bulunan Timer 0 kullanıldı. Timer 0 kullanılarak saniyelik darbeler ölçülmüş olur. Burada yapılan ölçüm saniyedeki darbe sayısının ölçümüdür. Bu işlemin yapıldığı program Ek-1 de verilmiştir. Sistemin çalışmasını gösteren blok diyagram Şekil 3.11'de verilmiştir.

PIC tarafından ölçülen sinyal çıkış olarak ayarlanan B portuna gönderilir. B protu çıkış portu olarak ayarlandığı için çıkışa bağlanacak gösterge elemanı bu porta bağlanır.



Şekil 3.11. Sistemin blok diyagramı

3.5. Ölçülen Değerin LCD'den Okunması

Programlanan 16F877'nin çıkışında görülen sinyalin bir gösterge elemanı bağlanarak okunması gerektiğinden çıkış portuna bir gösterge elemanı bağlamak gerekmektedir. Bunu için ya 7 parçalı gösterge ya da LCD kullanmak gerekecektir. Devrede LCD kullanılmasının nedeni bu modüllerin 7-Segment Display gibi sadece sayıları göstermeyip, harfleri, kelimeleri ve diğer karakterleri gösterme yetenekleri olmasıdır. LCD modüllerinin çoğu, standart ana yüz özelliklerine uyar. 8 Veri Hattı, 3 kontrol hattı ve 3 güç hattı içeren 14-PIN'lik bir erişim sağlarlar. LCD ayak bağlantıları aşağıda tablo 3.2'de verilmiştir.[8]

Tablo 3.2. LCD nin ayak bağlantıları

PIN NO	İSİM	ACIKLAMA
1	Vss	Toprak
2	Vdd	Besleme
3	Vee	Aydınlatma
4	RS	Kayıt Seçici
5	R/ \bar{W}	Oku / Yaz
6	E	Yetki
7	D0	Veri Bit-0
8	D1	Veri Bit-1
9	D2	Veri Bit-2
10	D3	Veri Bit-3
11	D4	Veri Bit-4
12	D5	Veri Bit-5
13	D6	Veri Bit-6
14	D7	Veri Bit-7

PIN 1 ve 2 güç kaynağı hatları yani Vss ve Vdd' dir. Vdd pininin pozitif (+) gerilime, Vss'nin de 0v'a veya toprağa bağlanması gerekir. LCD modülleri veri kitapçıklarının çoğunda kaynak/besleme gerilimi +5V gösterilmesine rağmen, 6V ve 4,5V'luk beslemelerde de oldukça iyi çalışmaktadır. Hatta bazı LCD modüllerinde besleme gerilimi 3V'a kadar düşmektedir .. Bu nedenle LCD modülleri etkin ve ekonomik olarak Pil/Batarya ile beslemek te mümkündür.

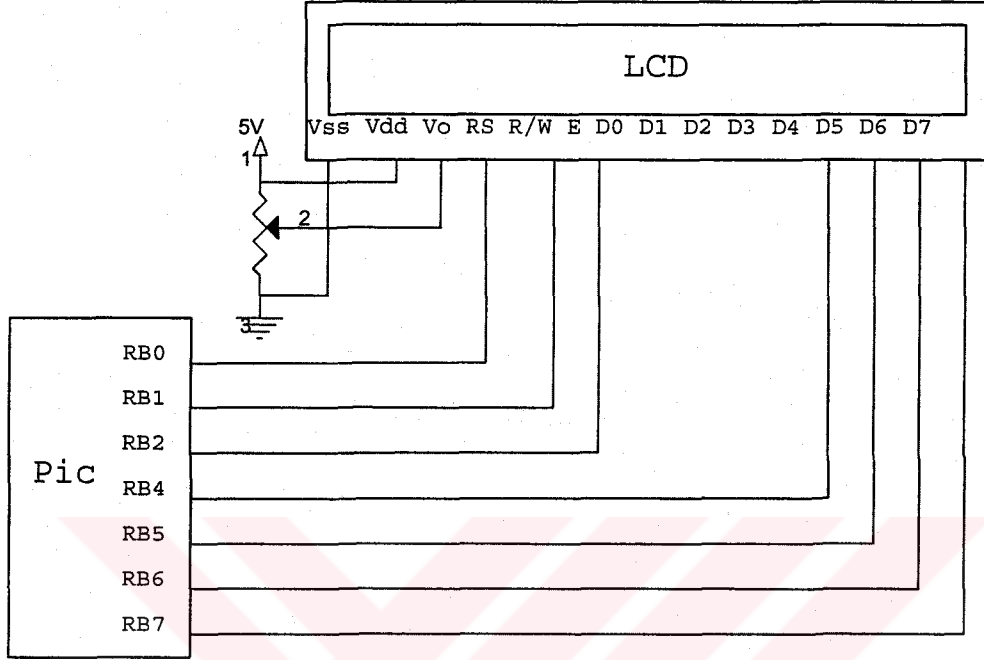
PIN 3 yani Vss, display'in kontrastını (parlaklık'ta denilebilir...) ayarlamaya yarayan bir kontrol ucudur. Bu PIN değişken bir gerilim kaynağına veya besleme hatları arasına bağlanan bir potansiyometre'nin orta ucuna bağlanarak bu ayar yapılabilir. Ancak bazı LCD modüllerinin -7V'a varan gerilimlere ihtiyaç duyduğu da göz önüne alınırsa, en basit ve kesin olarak bu PIN'in 0V'a bağlanması en uygundur.

PIN 4,5 ve 6 komut kontrol bitleri olarak isimlendirilebilirler. Bunlardan PIN 4 yani RS kayıt seçme (yazmaç seçme) bitidir ve bu komut kontrol pinlerinin ilkinin oluşturur. Bu hat düşük (Lojik 0) yapıldığı durumda LCD'ye aktarılan veri bitleri komut olarak algılanır ve gerekli işlem yerine getirilir. Bu durumda LCD'den okunan veri bitleri ise, LCD'nin durumu hakkında bilgi verir. Bu hattın yüksek (Lojik 1) yapılması ile de, modüle karakter veri transferi veya alımı yapılacağı anlaşılır. Kısa ve basitçe özetlemek gerekirse, LCD'de bir karakter yazmak veya LCD'den bir karakter okumak için RS hattı yüksek, LCD'ye bir komut yollamak veya LCD'nin durumu hakkında bilgi almak istersek RS hattını düşük yapmamız gerekmektedir.

PIN 5 yani R/W hattı, kısaca oku / yaz anlamına gelmektedir. Eğer LCD'ye karakter veri transferi yapılacaksa veya bir komut yollanacaksa düşük, karakter veri alımı yapılacaksa veya yazmaçlardan durum bilgisi okunacaksa yüksek yapılır.

PIN 6 yani E ise komut kontrol bitlerinin sonuncusunu oluşturur ve yetki biti demek yeterlidir. Bu giriş, modül ve veri hatları arasında, komutların veya karakter verilerinin, gerçek anlamda aktarımını başlatmak için kullanılır. LCD'ye yazılırken, veri aktarımı sadece bu sinyalin düşen kenarında gerçekleşir. Bununla birlikte, display'den okuma yapılırken, veri yükselen kenar hemen kısa bir süre sonra hazır olur ve sinyal tekrar düşünceye kadar hatta kalır

PIN 7 ile 14 arasındaki uçlar sekiz adet veri hattıdır. (D0'dan D7'ye) Veri display'e, ya 8 bit'lik tek bir byte olarak ya da, içi 4 bit'lik nibble'lar olarak aktarılır veya display'den okunur. Bu ikinci durumda, sadece üst dört veri hattı (D4' den D7' ye) kullanılır. Bu 4-Bit modu, bir mikrokontrolör kullanıldığında, daha az giriş / çıkış hattına gerek olduğunda kullanışlıdır. [8]



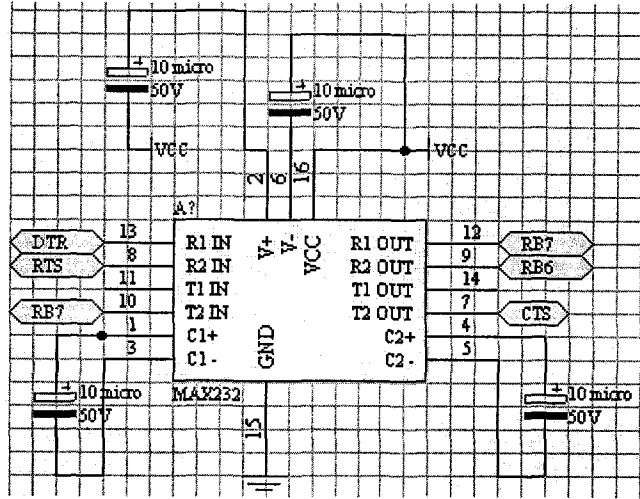
Şekil 3.12. PIC ile LCD bağlantısı

3.6. Seri Porta Veri Gönderme

Ölçülen değerin bilgisayara gönderilmesi için PIC'in C portunun bir pini çıkış olarak tanımlanır. Buradan gelen sinyal 0 ile 5 volt arasındadır. Ancak seri port lojik "1" seviyesini -3 ile -25 volt ve lojik "0" seviyesini +3 ile +25 volt seviyelerinde de iletir. PIC'ten gelen bu sinyalin seri port tarafından değerlendirilmesi için öncelikle bu değerlere göre ayarlanması gerekir. Bu yüzden RS 232 haberleşmesinde voltaj seviye uyumluluğunu sağlamak amacıyla RS 232 çeviricileri olarak adlandırılan, lojik seviye çevirimi yapan özel tümdevreler kullanılır.

Günümüzde RS 232 haberleşmelerinde genel olarak tek besleme ile çalışan MAX 232 tümdevresi kullanılır. MAX 232 içindeki "charge pump" olarak adlandırılan bir donanım özelliği ile +5 volt beslemeden çıkış olarak -10 ve +10 volt gerilim üretir. MAX 232'de iki adet alıcı ve iki adet gönderici vardır. Yani tek bir MAX 232 entegresi ile bilgi gönderme ve alma yapılabilir.

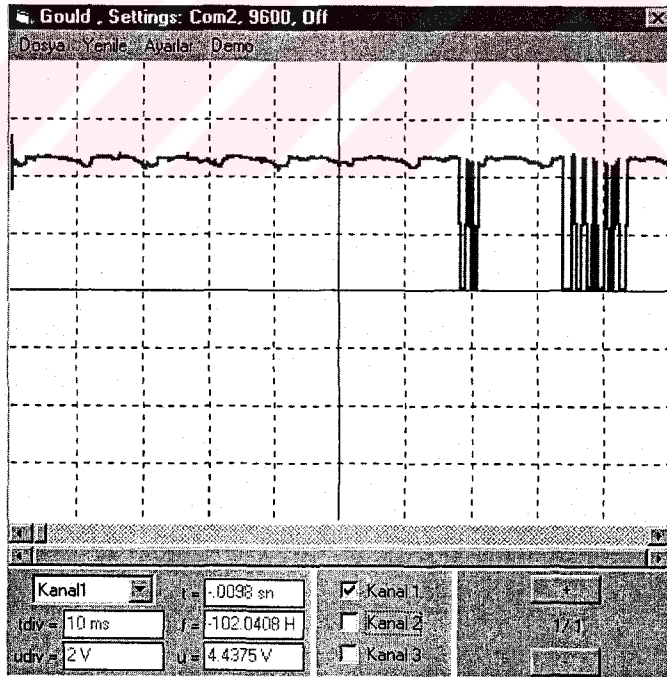
MAX 232 devresinin şeması şekil 3.13'ta verilmiştir.



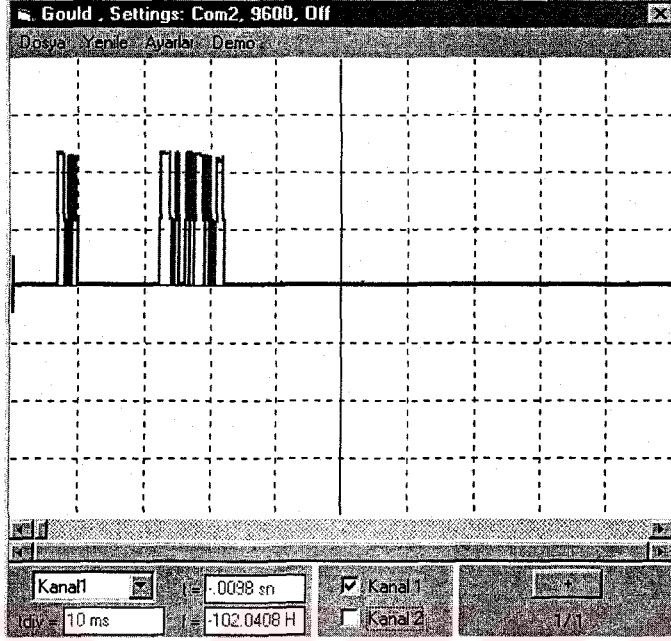
Şekil 3.13. MAX 232 devresi

MAX 232'nin çıkışından alınan sinyal seri portta değerlendirilecek seviyeye gelmiştir.

MAX 232 devresinin girişindeki ve çıkışındaki sinyal şekilleri aşağıda verilmiştir.

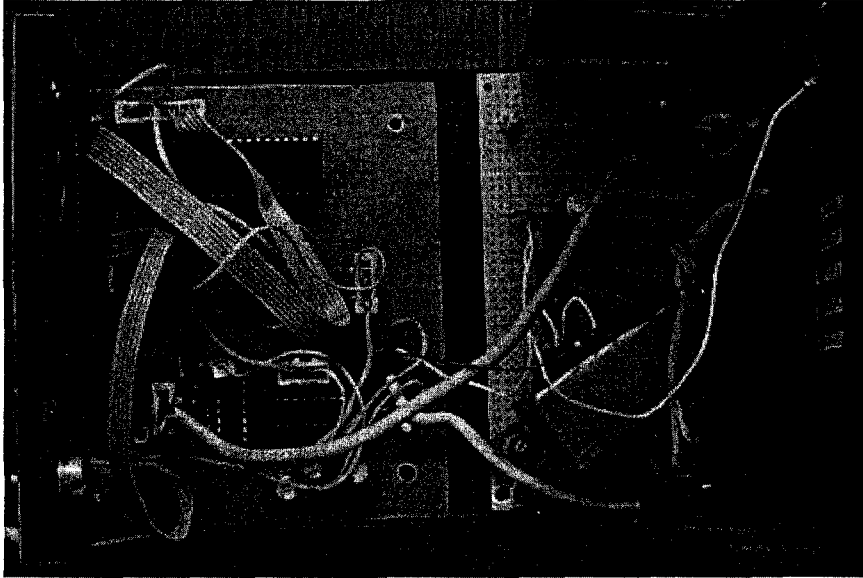


Şekil 3.14. PIC'ten gelen sinyal

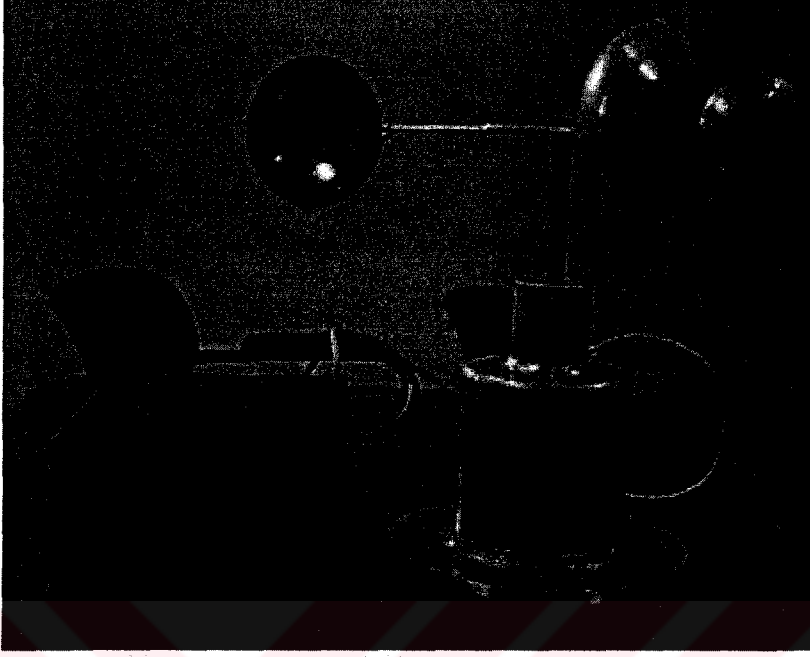


Şekil 3.15. Seri porta giden sinyal

Seri porta sadece bilgi gönderileceği için MAX 232 nin sadece gönderici uçları kullanılmıştır. Yani seri porta iki kablo gidecektir. Bir tanesi veri kablosu diğeri ise toprak hattı kablosu olacaktır. Seri haberleşmeyle ve seri portala ilgili açıklama 5. bölümde detaylı olarak yapılmıştır.



Şekil 3.16. Rüzgar hızı ölçerin elektronik devresi



Şekil 3.17. Rüzgar hızı ölçer cihazın görünüşü

BÖLÜM 4. RÜZGAR HIZININ ÖLÇÜLMESİ VE CİHAZIN KALİBRASYONU

Rüzgar hızı ölçme ve kaydetme cihazı iki ana parçadan oluşmaktadır. Bunlar mekanik ve elektronik kısımlardır. Mekanik kısımda rüzgar hızı kupalar vasıtasıyla dönme hareketine dönüştürülmekte ve bu hareket elektronik kısımda saniyelik periyotlarla kontrol edilmektedir.

Rüzgar hızı ölçer olarak tasarlanan cihaz ilk olarak rüzgarın dişli plakaya döndürmesiyle saniyede üretilen kare dalga sinyalinin saymaktadır.

Cihaz çalıştırıldığında rüzgar hızına karşılık gelen kare dalga sayısını LCD ekranda göstermektedir. Cihaz bu haliyle rüzgar hızını ölçmemekte yalnızca rüzgarın hızına göre üretilen darbe sayısını ölçebilmektedir. Rüzgarın kuvvetli estiği dönemlerde saniyelik olarak ölçülen darbe sayısı artmakta, rüzgar hızı azaldığında ise darbe sayısı da azalmaktadır.

Sistemin rüzgar hızını ölçebilmesi için tasarlanan cihaz mutlaka rüzgar hızı ölçülen bir yerde başka bir sistemle karşılaştırılmalı yada rüzgar tüneli olan bir laboratuarda test edilmelidir.

Sistemin başka bir cihazla karşılaştırılması için en uygun yer Meteoroloji İstasyonlarıdır. Bilindiği gibi Meteoroloji İstasyonlarında sürekli olarak rüzgar hızı ve yönü ölçümü işlemleri yapılmakta ve bu veriler kaydedilmektedir.

Cihazın doğru olarak ölçüm ve kaydetme yapabilmesi için tasarlanan cihaz İzmit Meteoroloji İstasyonunda diğer bir rüzgar hızı ölçme cihazının ölçümleriyle karşılaştırılarak denenmiştir.

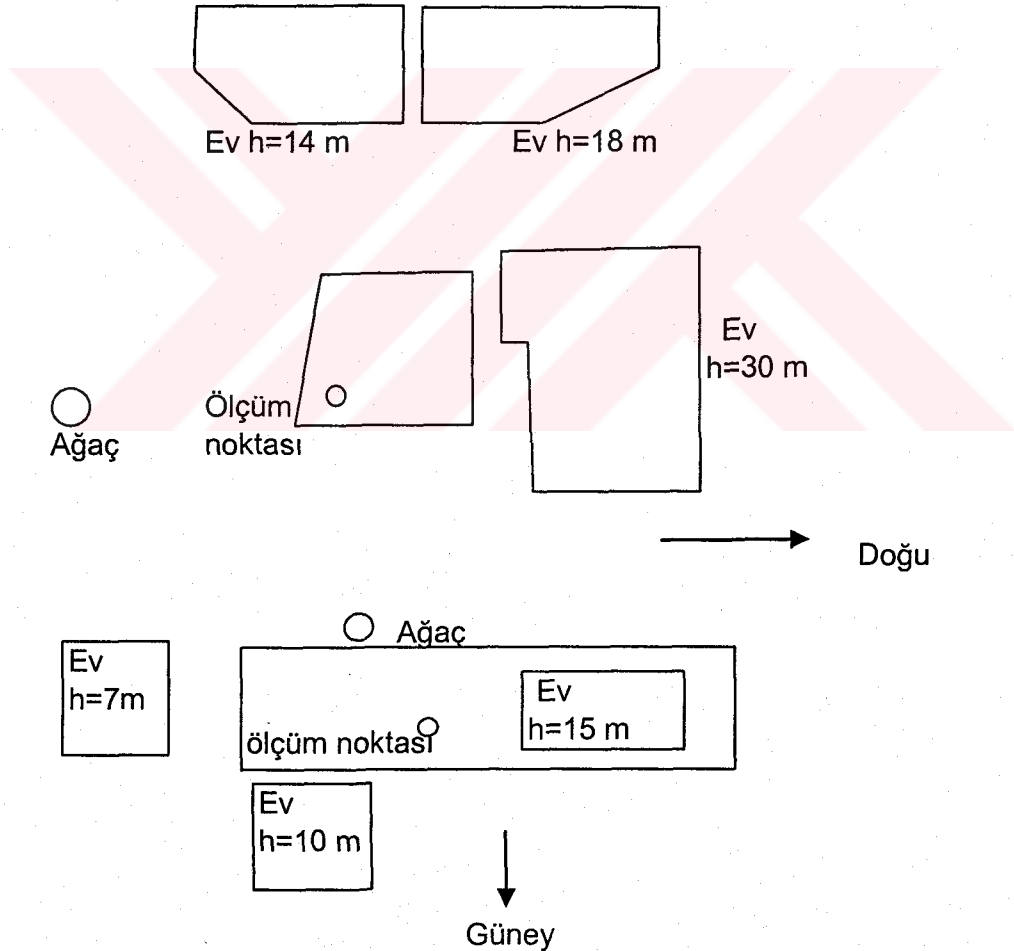
4.1. İzmit Meteoroloji İstasyonunda Rüzgar Hızı Ölçümü

Rüzgar hızı ölçer cihazı başka cihazlarla karşılaştırmadan önce karşılaştırma yapacağımız cihazı ve yeri bilmemiz gerekir. Karşılaştırma yapılacak yer İzmit

Meteoroloji İstasyonudur. İstasyon $29^{\circ} 54' 00''$ boylamında ve $40^{\circ} 51' 00''$ kuzey enleminde yer almaktadır. Ölçüm alınan cihaz, AWEOUS marka anemograf olup istasyonun ön tarafında bulunan rasat parkında 10 metre yüksekliğe monte edilmiştir.

Meteoroloji istasyonunda birde iki katlı binanın üstünde yerden yüksekliği 7,6 metre olan Universal marka (R. Furss model) rüzgar hızı ölçer cihaz bulunmaktadır. Ancak bu alet eski teknoloji ürünü olduğu için ve bilgisayarla bağlantısı bulunmadığı için yeni cihazın verileri kullanılmıştır.

Meteoroloji istasyonunun ve ölçüm yapılan cihazın yerleri aşağıda şekil 4.1 de verilmiştir.



Şekil 4.1. İzmit Meteoroloji İstasyonu ve ölçüm alanı

Şekil 4.1. de görülen rasat parkının içindeki ölçüm cihazı ve sistem yeni kurulduğundan alınan veriler daha değerlendirmeye alınmamıştır. Sistemin tam anlamıyla kullanımına 2004 senesi içinde geçilecektir. Bu yüzden istasyon tarafından açıklanan rüzgar hızları halen eski sistemin ölçtüğü verilerdir. Tablo 4.1. de 1983-1997 yılları arasında ölçülen rüzgar hızlarının aylara göre ortalamaları verilmiştir.

Tablo 4.1 İzmit Meteoroloji İstasyonu tarafından ölçülen aylık ortalama rüzgar hızları [11]

Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1982	2	2	2,4	2,2	2,1	2	1,9	2	1,5	1,7	1,4	2
1983	2	2	2,32	2	2	2	2,8	1,8	1,7	1,5	1,5	1,8
1984	1,8	1,7	2,7	2,1	2,1	1,8	1,7	1,5	1,5	1,4	1,8	1,7
1985	2,2	2,7	1,7	2,8	1,9	2,3	2,1	2,1	1,8	1,7	1,7	1,8
1986	2,2	2,3	1,7	2,1	1,8	2	1,9	1,7	1,8	1,5	1,4	1,8
1987	1,9	1,2	1,3	2	2	1,2	1,4	1,5	1,2	1,8	1	1,2
1988	1	1,9	2	1,8	1,3	1,3	1,2	1	1,1	0,8	1,1	1,5
1989	1,3	1,7	1,8	2,1	2	1,9	1,5	1,5	1,8	1,8	1,8	1,8
1990	1,4	1,8	1,8	1,9	1,9	1,8	1,5	1,5	1,5	1,2	1,1	1,5
1991	1	1,7	1,5	2	2,2	1,6	1,5	1,3	1,3	1,3	1,2	1,7
1992	1,8	1,5	1,9	1,6	1,7	1,6	1,4	1,2	1,4	1,4	1,5	1,5
1993	1,4	1,7	2	1,7	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1	1,8	1,2
1994	0,9	1,2	1,8	1,4	1,8	1,4	1,1	1,2	1,8	0,8	0,8	1,1
1995	1,2	1	1,7	1,3	1,5	1,2	1,5	1,4	1,5	1,3	1,7	1,9
1996	1,2	1,8	1,5	2	1,6	1,3	1,4	1,1	1,2	0,8	0,9	1,2
1997	0,9	1,1	1,3	2	1,4	1,2	1,1	1,3	0,8			

Ölçümlerden görüldüğü gibi rüzgar hızları 3 m/sn yi bile geçememektedir bunun bir nedeni ortalama hızların alınması diğer nedeni ise ölçüm cihazının yapılaşma nedeniyle doğru ölçüm yapamamasıdır.

4.2. Rüzgar Hızı Ölçerin Meteoroloji İstasyonundaki Cihazla Karşılaştırılması

Meteoroloji istasyonunda rüzgar hızı ölçüm cihazı 10 metre yüksekliğe tesis edildiği için karşılaştırma yapabilmek için ya tasarlanan cihaz da 10 metre yükseğe monte edilmeli ya da 2 metre yüksekliğe tesis edilip belli katsayılarla çarparak karşılaştırma yapılmalıdır. Burada bahsedilen pürüzlülük katsayısı olup. Meteoroloji istasyonundaki sistem için belirlenen katsayılar Tablo 4.2 de verilmiştir.

Tablo 4.2. Çeşitli yüksekliklerde ölçülen rüzgar hızını 10 metrede rüzgar hızına çevirmek için gerekli katsayılar

Yükseklik (m)	Katsayı
2	1,5
3	1,35
4	1,26
5	1,19
6	1,14
7	1,09
8	1,06
9	1,03
10	1

Tablo 4.2. deki değerler kullanılarak Meteoroloji İstasyonunda ölçülen değerler dönüştürülüp tasarlanan rüzgar hızı ölçer cihazın ölçtüğü saniyelik kare dalga sinyalleri ile karşılaştırıldığında tablo 4.3. teki veriler elde edildi.

Tablo 4.3. Rüzgar hızı ölçerin meteoroloji istasyonundaki cihazla karşılaştırılması

İstasyon Ölçümü	Kouwind	Katsayı	Hesap	Hata
4,86	9	1,85	4,80	-0,011568543
4,93	9	1,83	4,80	-0,02613846
1,93	4	2,07	2,14	0,096144774
1,6	3	1,88	1,60	0,000919958
2,4	5	2,08	2,67	0,100827962
1,4	3	2,14	1,60	0,125804963
2,86	5	1,75	2,67	-0,071513345
4,13	8	1,94	4,27	0,03292174
4,2	8	1,90	4,27	0,016530583
4,6	8	1,74	4,27	-0,077133171
1,2	2	1,67	1,07	-0,123965048
1,4	3	2,14	1,60	0,125804963
2,133	4	1,88	2,14	0,001076064
2,93	5	1,71	2,67	-0,097739196
3,46	6	1,73	3,20	-0,080255296
1,2	2	1,67	1,07	-0,123965048

Ortalama Katsayı = Katsayılar toplamı / Ölçüm sayısı

Yukarıdaki eşitlik gerçekleştirildiğinde ;

$$\text{Ortalama Katsayı} = \frac{29,97}{16} = 1,87 \text{ olur.}$$

Tablo 4.3'te elde edilen katsayılar toplanıp bir ortalaması alınıp daha sonra "hesap" sütununda cihazın ölçtüğü sinyal sayısı bu ortalama katsayıya bölünerek sistemin ölçeceği hız bulunmuştur. "hata" sütununda ise sistemin ölçeceği değer ile Meteoroloji İstasyonundaki cihazın ölçtüğü değer arasındaki fark verilmiştir.

4.3. Sonuçların Değerlendirilmesi

Tablo 4.3'te elde edilen sonuçlar incelendiğinde tasarlanan rüzgar hızı ölçme cihazının belirlenen katsayı kullanılarak ölçüm yapıldığında genelde hata sınırları içinde ölçüm yapıldığı fakat bazı durumlarda %12'lere varan hata oranlarına çıktığı görülmektedir.

Sistemin tam doğru ölçüm alınabilmesi için aslında karşılaştırılacak sistemin de tam doğru olarak ölçüm yapması gerekir. Meteoroloji İstasyonundaki cihaz ise çevredeki yapılar nedeniyle tam olarak doğru ölçüm yapamamaktadır birde aynı yükseklikte ölçüm yapılmadığı ve ölçümlerin katsayılar yardımıyla karşılaştırıldığı düşünülürse bu sonuç gayet normaldir.

Tasarlanan Rüzgar hızı ölçme ve kaydetme cihazının daha hassas ölçüm yapabilmesi için rüzgar hızının kare dalga sinyaline dönüştürüldüğü kısımdaki dişli plakadaki diş sayısı artırılarak hassas ölçüm yapılması sağlanabilir. Yada katsayı yerine bir fonksiyon tanımlanarak daha hassas ölçüm sonuçları elde edilebilir.

Rüzgar hızı ölçerin kesin ve daha doğru ölçümler yapabilmesi için en önemli şart rüzgar tüneline denemek ve çeşitli rüzgar hızlarına karşılık gelen sinyal sayılarını kaydederek bunları gerçekleyen bir fonksiyon oluşturmak ve programı buna uygun olarak yazmak

Meteoroloji istasyonundaki ölçümler sonucunda elde edilen katsayı kullanılarak yazılan rüzgar hızı ölçüm programı ek-1 de verilmiştir.

BÖLÜM 5. SERİ PORTTAN VERİ OKUMA

5.1. Veri İletimine Genel Bakış

Seri iletimden bahsetmeden önce veri iletimi , veri iletim çeşitleri üzerinde durmak, konunun daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

Bir noktadan diğer bir noktaya digital veya binary bilgilerin iletilmesine, transfer edilmesine veri iletimi denir. Veri iletim sistemleri; bilgisayar - bilgisayar, bilgisayar - terminal veya bilgisayar-device arasındaki veri iletimlerini gerçekleştirir. Digital veya binary hale dönüştürülebilen ses, görüntü gibi analog bilgilerin iletilmesi de veri iletimi ile gerçekleştirilir. Digital tekniklerin, yüksek verimliliğin yanı sıra maliyetlerinin de düşük olması veri iletiminde kullanılmasının en önemli sebeplerindendir.

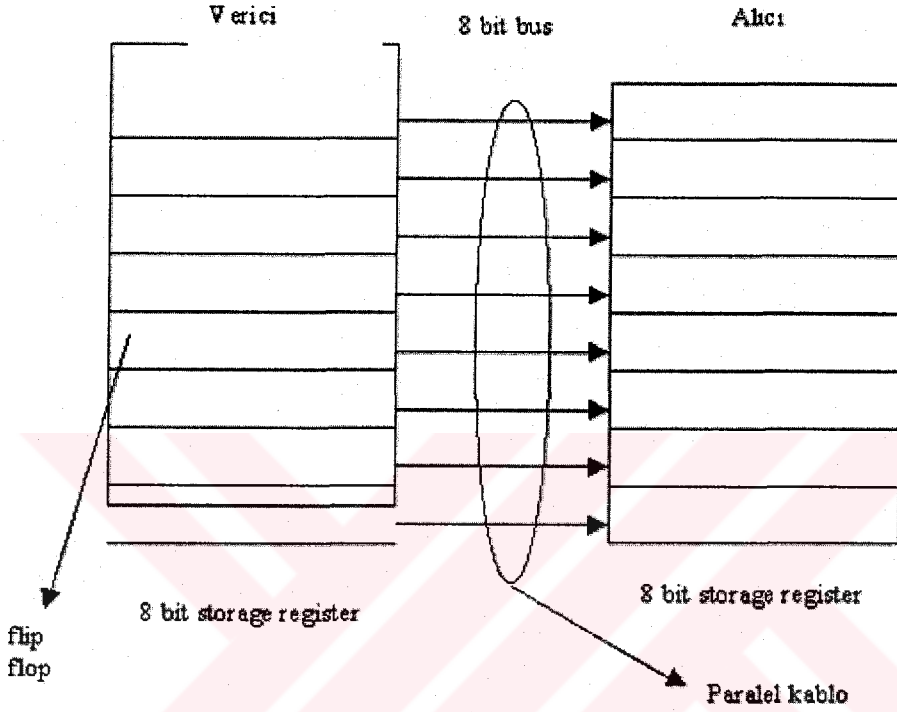
Digital sinyaller, herbiri bir voltaj seviyesiyle tanımlanan ve birbirinden farklı iki durumdan oluşan binary pulselerdir. Bu pulse'ler iki seviye arasında değişir. Bu seviyeler sırasıyla; 0 veya low ve 1 veya high seviyeleridir. Binary 0 seviyesi genellikle 0 V veya ground, binary 1 seviyesi de genellikle +5 V olarak tanımlanır. Ayrıca kullanılan sisteme göre bunların dışında başka voltaj değerleri de kullanılabilir. [12]



Şekil 5.1. Binary pulse'lar

5.2. Paralel Veri İletimi

Digital olarak kodlanmış bilginin tüm bitleri aynı anda transfer ediliyorsa buna paralel veri iletimi denir. Bu olay aşağıdaki şekilde daha net olarak anlaşılabilir.



Şekil 5.2. Paralel Veri İletimi

Transfer edilecek binary bilgi, içerisinde herbit için bir flip flop bulunan bir yazmaç'a yüklenir. Herbir verici flip-flop çıkışı uygun kablo bağlantıları ile alıcı devrenin flip-flop'una bağlanır. Alıcı devresi de genellikle bir yazmaç'dır. Görüldüğü gibi paralel veri iletiminde, iletilecek bilginin her biti için bir kablo bağlantısı vardır. Bu ise, çok kablolu (multi-wire) bir hattın kullanımını gerektirir. Binary bilgi taşıyan çoklu paralel hatlara "data bus" denir. [12]

5.2.1. Paralel veri iletiminin avantajları

Seri veri iletiminde, bir kerede bir karakterin sadece bir biti iletilir. Alıcı makine doğru haberleşme için karakter uzunluğunu, start-stop bitlerini ve iletim hızını bilmek zorundadır. Paralel veri iletiminde, bir karakterin tüm bitleri aynı anda

iletildiği için start-stop bitlerine ihtiyaç yoktur. Dolayısıyla doğruluğu daha yüksektir.

Paralel veri iletimi, bilginin tüm bitlerinin aynı anda iletimi sebebiyle çok hızlıdır. Paralel veri iletiminde, bir kerede bir karakter iletildiği için bilgi iletim hızı "cps" (Character Per Second) olarak bilinir. Sıradan bir paralel portun veri iletim hızı yaklaşık 100.000 cps'dir. Benzer şekilde, sıradan bir seri portun veri iletim hızı yaklaşık 9600 bps'dir. Pek çok paralel port uygulamasında bir karakter yaklaşık olarak birkaç mikro saniyede (10msn) alıcı devreye iletilebilir.

rnek olarak, 8 bitlik bir ASCII kodunun (1 karakter) paralel iletimini seri iletim ile karşılaştıralım. ASCII kodundaki herbir bitin transferi için 10m sn geçtiği düşünülürse, seri haberleşmede 8 bitlik ASCII kodu için 80msn gerekir. Paralel haberleşmede ise bu iletim sadece 10msn'de yapılabilir. [12]

5.2.2. Paralel veri iletiminin dezavantajları

Veri iletiminde kullanılan portlardaki kablolar pahalıdır. Telefon ve seri iletişim bağlantılarında genellikle ikili hatlar kullanılır (rneğin mouse). Tipik paralel port bağlantıları için genellikle 25'li hatlar kullanılır. Ancak bunların sadece 8 tanesi data hattıdır. Geriye kalan diğer hatlardan kontrol sinyalleri iletilir. Çok kablolu hatları pahalı olması, paralel iletişiminin kısa mesafelerde tercih edilmesinin sebeplerinden biridir. Bilgisayarlarda mikroleşemci ile harddisk, printer, scanner vb. elemanlar arasındaki kısa mesafelerde paralel iletişim kullanılır. rnek olarak Centronix firmasının ürettiği 36 pinli paralel porttan yapılan bir printer bağlantısında, paralel kablonun uzunluğunun 9 feet'den fazla olması önerilmez.

5.3. Seri Veri İletimi

Seri haberleşmede 8 yada daha farklı sayıda veriler 2 tel üzerinden iletirler. Paralel haberleşmeye göre daha uzun mesafelere veriler iletilebilirler. Paralele göre dezavantajı ise veri iletim hızının yavaş olmasıdır.

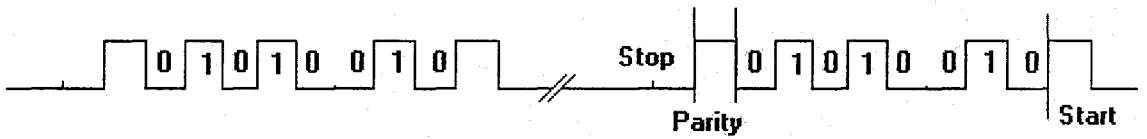
5.3.1. Seri haberleşmede önemli terimler

Baud Rate: Veri iletim hızıdır. 1 saniyede iletilen veri adedine denir. Standart olarak veri hızları 300,600,1200,2400,4800,9600,19200, ... şeklindedir.

Start Bit: Seri haberleşmede veriler senkron yada asenkron olarak iletilebilirler. Senkron iletimde belirli bir başlangıçtan sonra veriler sıralı olarak ard arda gelirler. Uzun bir dosyanın iletiminde bu yol kullanılabilir. Asenkron iletimde ise bir veri gönderildikten sonra yeni bir veri belirli olmayan bir zamanda gelir. İşte bu yeni verinin başlangıcı start biti ile bildirilir.

Stop Bit: Gönderilen verinin bittiğini ifade eden bittir. Bu biti alan alıcı yeni bir veri için start bitini gözlemeye başlar. haberleşmenin tipine göre 1 yada 2 bit uzunluğunda olabilir.

Eşlik Biti (Parity Bit): Bir çeşit hata denetim bitidir. Start ve 8 bitlik bir veri iletildikten sonra stop biti gönderilmeden parity gönderilir. İletilen 8 bitlik veride 1'lerin sayısı çift ise EVEN, tek ise ODD biti gönderilir. Alıcı bu biti kontrol ederek alınan verinin doğru olup olmadığını kontrol eder. 1 parity 1 bit uzunluğundadır.



Şekil 5.3. Ardarda gelen 8 bitlik iki adet veri katarı.

Burada dikkat edilmesi gereken Start ,Stop ve veri bitlerinin süresidir. Buda bize baud rate'i verir. örnek olarak 2400 Baud'da Start birinin süresi:

$$\text{Bit Süresi} = \frac{1}{2400} = 416.6 \mu\text{S}$$

Buna göre 8 bitlik bir veri parity ile birlikte 4.58 mS de iletim hattından iletilir. 9600 baud için bu hız 1.14 mS ye düşer. [12]

5.3.2. Veri formatları

Bir seri-iletimdeki veri bitleri komut,sensör okuması,status bilgisi,hata kodu ya da metin mesajı olabilir.İletilen bilgi ikili kod ya da metin formunda da olabilir.

5.3.3. İkili(Binary) veri

Alınan byte değeri 0-255 aralığındaki bir değerın binary karşılığıdır.Bitler 0'dan 7'ye kadar numaralandırılmıştır ve bu numaralar 2'nin karşılık gelen kuvvetini gösterir.Her bir bit, değeriyle karşılık gelen 2'nin kuvvetinin çarpımını temsil eder.VB sözdizimiyle şöyle ifade edebiliriz:

$$\text{Bit0} = \text{BitValue} * (2^0)$$

$$\text{Bit1} = \text{BitValue} * (2^1)$$

$$\text{Bit7} = \text{BitValue} * (2^7)$$

1111 1111 byte'ı 255'e veya FFh'a;0001 0001 byte'ı 17'ye ya da 11h'a karşılık gelir.Asenkron linklerde 0 nolu bit,en-önemsiz-bit (least-significany-bit,veya LSB),gelen ilk bittir. Dolayısıyla, veri bir osiloskoptan ya da bir lojik çözümleyiciden izlendiğinde,en-önemsiz-bitin(Most-significant -bit,MSB) sol başta yazıldığı standart biçimi elde etmek için sırayı tersine çevirmek gerekir.

5.3.4. Metin veri

Binary veriler çoğu linklerde sorun çıkarmaz.Ancak bazı linklerde mesajların ya da metin içeren dosyaların gönderilmesi gerekir.Kimi durumlarda da binary verinin metin olarak kodlanıp gönderilmesi gerekir.

Metin yollarken, program her bir karaktere karşılık bir sayısal değer tahsis eden bir kodlama kullanır. Çeşitli kodlama türleri vardır. En yaygınlarından biri ASCII(American Standart Cod for Information Exchange)' dir.128 koddan oluşur. 7 veri bitine ihtiyaç duyar.Sekizinci bit,ya 0 ya da parite biti olarak kullanılabilir. Diğer biri ANSI(American National Standarts Institute)'tur. 256 koddan oluşur. Büyük değerler özel ve vurgulu karakterleri temsil ederler. Orjinal IBM PC'deki 127'den sonraki IBM ASCII değerler,genellikle DOS programlarının ekran ve baskı çıktılarında yer alan basit grafik ve tablo formlarını oluşturmakta kullanılan çizim karakterleri içerir.

Diğer formatlar karakteri tanımlarken 16 bit kullanırlar.Bu,65,536 farklı karakter anlamına gelir.Unicode standardı ise ilave olarak yüzlerce alfabeye imkan vermektedir. Ayrıca, DBCS (Double-byte character set)-çoğu Asya dillerini destekleyen daha eski bir standarttır. [12]

5.4. ASCII Hex

Katar(string) değişkenlerin ya da metin içeren dosyaların transferine yönelik olarak metin modu(text mode) uygun bir moddur. Ancak bu mod, binary verinin transferinde de kullanılabilir. Bunun için veri, ASCII Hex formatında ifade edilir. Her bir byte,iki hex (hexadesimal) karakterine karşılık gelen bir çift ASCII kodla temsil edilir. Bu formatta, her hangi bir değer ,30h-39h (0-9) ile 41h-46h (A-F) aralıklarındaki ASCII kodlarla ifade edilebilir.

0-255 arasındaki bir değer,tek bir byte olarak gönderilebileceği gibi iki byte olarak da gönderilebilir. Burada her bir byte bir hex sayıyı temsil eder. Alıcı,gelen değerleri metin olarak görür.Veriler bir kez alındıktan sonra, istenilen şekle dönüştürülmesi mümkündür.Bir ondalık sayıyı ele alalım:

163

Bunun binary karşılığı:

1010 0011

Hex karşılığı:

A3h (VB' de &hA3 şeklinde yazılır)

A karakterinin ve 3 karakterinin ASCII koddaki hex karşılıkları,sırasıyla:

41h, 33h

Bu iki ASCII hex' in binary kod karşılıkları iki ayrı byte olarak yazılır:

01000001, 00110011.

ASCII hex formatını kullanan bir seri-link A3h değerini,yukarıdaki iki byte şeklinde yollayacaktır.

Bu durumda,iki byte gönderilecek olması nedeniyle,süre iki katına çıkar. Öte yandan, çoğu kez her iki uçta da modların birbirlerine dönüştürülmesi gerekir.Bununla birlikte ASCII hex' in kullanıldığı yerler vardır.Bir kere,belirtilenler dışındaki kodlar-elsıkışma ve dosya-sonu kodları vb-serbest kalmaktadır.Ayrıca,sayısal veri iletiminde sadece 7-bit iletime izin veren tüm protokolleri karşılayabilmektedir.

Veri gönderiminde, 0-9 arasındaki ASCII ondalık kodları, ya da 0 ve 1 ASCII binary kodları kullanan başka seçenekler de bulunmaktadır. Basic-Stamp hem bunları hem de ASCII hex' i desteklemektedir.

5.5. Veri Kaybının Engellenmesi

Seri linklerdeki bilgisayarlar veri almayı beklemek dışında işler de yaparlar.Örneğin, bir veri-kabul (data-acquisition) birimi,bir diğer düğüm isteyene kadar veri toplayıp kaydedebilir. Yahut, bir kontrolör link üzerinden bilgi göndererek yada talimat olarak kontrol ve takip yapabilir.

Düğümün,alıcı meşgulken iletimde bulunmak istemesi pek ala mümkündür.Bir linkte her alıcının gönderilen veriyi görebilmesi ve verinin de hatasız iletilmesi gerekir.

Bunu sağlamanın çeşitli yolları vardır.Elsıkışma, tamponlama, alınan veriyi algılamak üzere kesme ya da yoklamaya (polling) başvurulması, hata kontrolü ve tasdik bu yollar arasındadır. Bir link bunların birini ya da birkaçını kullanabilir.

5.6. Elsıkışma

Elsıkışma sinyalleriyle vericiler veri göndermeye, alıcılarsa almaya hazır olduklarını belirtirler. RS-232 ve RS-485 linkler standart protokolleri izlerler. Ancak sinyallerin izlediği protokoller değişebilmektedir.

Yaygın donanım elsıkışma biçimlerinden birinde,alıcı alıma hazır olduğunda hattı yükseğe getirir. Verici ise gönderime başlamadan önce bu sinyalin gelmesini bekler. Alıcı, hattı her hangi bir anda ,hatta blok veri alımının tam ortasında,düşüğe getirebilir.

Verici bunu algılamalıdır ki,iletimi bitirmek için hattın yeniden yükseğe geçmesini beklemek üzere o anda gönderimi durdurabilsin.Bazı linkler bu işi yazılım elsıkışmasıyla kotarırlar. Alıcı veri almaya hazır olduğu yolunda bir kod;verici ise gönderimi durduracağı şeklinde başka bir kod yollar.

5.7. Yoklama ve Kesmeler

Veri alımı/gönderimi, el sıkışma sinyallerindeki değişmeler, hata mesajlarının iletimi bir seri portta meydana gelen olaylardandır. Bunlara yol açan veya bunları algılayan bir uygulamanın önünde iki yöntem vardır:

Birincisi ,olayın gerçekleşmesi halinde programın bir rutine dallanmasını sağlamaktır. Uygulama, porttaki oluşuma derhal ve otomatik olarak tepki verir. Kontrolle vakit kaybı söz konusu olmaz. Yani, tek kontrol olayın olmadığına ilişkin bilgiyi almaya yöneliktir.

Bu tip bir programlama olay-uyarımlı(event-driven)'dır. Program dışsal olaya bağlı olarak herhangi bir anda kesilebilir. Bu durumda rutin devreye girer.

İkinci yöntemde, bir olay meydana gelip gelmediğini öğrenmek için port periyodik yoklanır. Buna, prosedür-programlama adı verilir. Uygulama , bir kayba yol

açmamak için portu uygun aralıklarla yoklamak durumundadır. Yoklama sıklığı tamponun büyüklüğüne, beklenen veri miktarına ve verilecek tepkinin aciliyetine bağlıdır. 16-byte tamponlu bir cihaz, portu saniyede bir yokayırsa, saniyede 16-byte ten veri alamayacak demektir. Yoksa, taşma meydana gelecek ve veriler kaybolacaktır.

Yoklama (polling) genellikle, bir anda yapılması gereken yoğun veri transferlerinde ya da ,bilgisayarın gönderdiği veriye acil cevap gerektiği durumlarda uygundur. Yoklamalı bir arabirimde donanım kesmelerine gerek olmaz. Dolayısıyla bu tür bir program, kesme hattı olmayan bir programda çalıştırılabilir. Çoğu yoklamalı programlar porttan okuma aralıklarını belirlemede system zamanlayıcısına başvururlar.

5.8. Seri Port

IBM uyumlu kişisel bilgisayarlar(PC'ler) üzerinde,dış cihazlarla bağlantı ve veri aktarımı yapılabilmesi için seri ve paralel portlar vardır. Bu portlar aracılığı ile bir modem cihazı(seri porttan), bir yazıcı (paralel porttan) birbirlerine bağlanarak veri aktarımında bulunabilirler.

5.8.1 Port mimarisi

PC'de bulunan her bir COM ya da Comm(iletişim) protu,UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) tarafından denetlenen bir asenkron porttur. Bir COM protun RS-232 ya da RS-485 gibi bir arabirimi olabilir. Ya da port dahili bir modem veya başka bir cihaz için kullanılıyor olabilir.USB,Firewire,12C gibi başka portlar da bulunabilir. Ancak bu portlar,farklı protokoller ve devre elemanları gerektirmektedirler.

USB ve firewire gibi yeni arabirimler daha hızlıdır ve bazı yönlerden avantajlıdır. Microsoft PC 98, RS-232 arabirimli portları da kullanılabilir olarak belirlemekle birlikte,mümkün olması halinde USB'nin tercih edilmesini salık

vermektedir. Nitekim, yeni arabirimler, birçok çevre birimi için daha uygundur. Bununla birlikte RS-232 ve benzeri arabirimler, kontrol ve takip sistemlerinde uzun hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar ucuz, programlanması kolay, uzun kabloları imkan veren, ucuz mikrokontrolörle ve eski PC'lerle rahatlıkla kullanılabilen arabirimlerdir. USB'nin kullanımı yaygınlaştıkça, RS-232 ve RS-485 dönüşüm için kullanılan konvertörler de yaygınlaşmıştır. Böyle bir konvertör PC'nin USB portuna bağlanarak USB ile diğer portlar arasında geçişe imkan vermektedir. Dolayısıyla sisteme bir RS-232 veya RS-485 eklemek de sorun olmaktan çıkmaktadır.

5.8.2. UART

Orjinal PC'de seri porta kumanda eden UART, 57.600 bps maksimum hızlı 8250 idi. O zamandan bu zamana UART'lar orjinal yonganın benzeri olagelmıştır. Yenilerinde ilave tamponlar bulunmaktadır. Günümüzde, bir PC 'deki UART, genellikle çok işlevli bir yonganın parçasıdır. Bu yonga, sistemindeki diğer komponentleri diskleri, paralel portları desteklemektedir.

UART seri ve paralel veriyi birbirine çevirir. PC sistem bus'ındaki paralel veri UART tarafından belli bir yönde iletmek üzere seri veriye dönüştürülür. Öte yandan karşıt yönden gelen seri veri de, yine UART tarafından, CPU 'nun sistem bus'ından okuması için, paralel veriye dönüştürülür.

UART hem tam-çift (full-duplex) hem de yarı-çift (half -duplex) iletişimi destekler. Tam çift iletişimde UART aynı anda hem gönderir hemde alır. Yarı- çift iletişimde belli bir anda yalnızca bir cihaz iletişim yapabilir. Kimin gönderim yapacağı kontrol sinyalleri ya da kodlarıyla belirlenir. Her iki yön için tek bir yol kullanılması halinde veyahut ikiyol bulunmasına rağmen bir düğümün (ya da iki düğümde) belli bir anda tek yönlü iletişim kuruyor olabilmeleri halinde yarı -çift iletişime başvurulur. Öte yandan, UART salt -tek-yönlü (ya da simplex) iletişimi de haliyle, desteklemektedir.

Tam ve yarı çift terimlerinin bir başka kullanımı, linkin hangi ucunun görüntülenecek karakterlerin aksettirilmesinden (echoing) sorumlu olduğunu

göstermek amacını taşır.Bu bağlamda, tam-çift terimi,alıcının,aldığı her bir karakteri vericiye aksettireceğini anlatır.Yarı-çift terimi ise,alıcının aksettirmeyeceğini ve dolayısıyla ,gerekmesi halinde , gönderilen karakterlerin verici uçta görüntülenmesinden gönderim yazılımının sorumlu tutulduğunu anlatır.

Veri hatları yanında UART standart RS-232 el sıkışma sinyali ile RTS,CTS,DTR,DCR ve CD gibi kontrol sinyallerini de destekler.

16550'nin her bir tanponu 16 byte saklama kapasitesine sahiptir.Bunlar FIFO(ilk giren,ilk çıkar)tanponlarıdır.Byte'ler geliş sıralarına göre kayıtlıdır ve bu tanponlardan okuma yapılması halinde ,ilk okunan byte,ilk alınan byte'tir.(CPU'daki durum bunun tersidir.LIFO-son giren, ilk çıkar-tamponla kullanılır.)Tamponlar veri transferinin verimliliğini artırır.

Böylece alıcı uçtaki CPU nun, sonrakine yetişmek için her gelen byte'ı okuyacağını diye kaygılanmasına gerek kalmaz. CPU meşgul ise bilgi tamponda bekler, CPU işi bitince tampondan okur CPU'nun veri bus'ı seri porttan daha hızlıdır. CPU her bir operasyonda 16 byte'ın hepsini okuyabilir. Burada geçen süre byte'ların geliş süresinin ancak bir kesrine eşittir.Diğer uçta ise CPU,UART' a 16 byte yazabilir.Bunların uygun sırada gönderilmesine ilişkin detaylar UART'a kalır.

UART'lara yapılan eklemeler hala devam etmektedir.Texas Instruments'ın TL 16 C 750'sinde 64 bytelık FIFO'ları vardır.+5 V veya +3 V güçle çalışabilmektedir. Düşük güçlü bir uyku modu bulunmaktadır. Bu yenga, 16-M hz kristal ile saatlenmesi halinde 1M bps'e kadar hızlara imkan vermektedir. Aynı zaman otomatik RTS/CTS el sıkışma desteği bulunmaktadır. UART Auto -CTS modunda CTS aktif ise gönderim yapar. Böylece yazılımı statüs kontrolünden kurtarır. Auto-RTS modunda ise UART, alıcı fifo'da ışığın altında byte olması halinde RTS'i aktive eder.Böylece karşı tarafa daha fazla veri yollaması gerektiği bildirilir ve FIFO'nun boş kalmaması sağlanır.

Exar ST16C50A'da yeni UART'lara bir örnektir. 32 byte FIFO'ları bulunur.1.5 Mbps' e kadar bit hızlarını destekler.Kızıl 6 linkler için bir adet IrDA şifreleyici

/şifreçözücü içerir.Auto-CTS/RTS el sıkışma yanında yazılım el sıkışmasını destekler.Kullanıcı tanımlı karakterleri algılayabilir.

Ancak yeni UART'ların PC'nin geleneksel 1.8432 Mhz'lik, saatini kullanmaları halinde, söz edilen yüksek hızların bir anlamı kalmamaktadır.Öte yandan diğer gelişmiş özellikler de yazılım tarafından bilinmeleri halinde kullanılabilir olmaktadır.

5.8.3. Seri iletişim protokolleri

	RS-232	RS-422	RS-485
Operasyon modu	single ended	differential	differential
Satır başına sürücü	1	1	32
Satır başına alıcı	1	10	32
Maximum kablo uzunluğu	50 feet	4000 feet	4000 feet
Maximum veri hızı	20 kbps	10 Mbps	10 Mbps
Maximum sürücü çıkışı voltajı	±25V	-0.25 to +6V	-7 to +12V
Sürücü çıkışı sinyal seviyesi(yüklenen)	±5V	±2V	±1.5V
Sürücü çıkışı sinyal seviyesi (yüklenmeyen)	±15V	±5V	±5V
Sürücü yükleme empedansı	3kΩ to 7kΩ	100kΩ	54kΩ
Max. Sürücü çıkışı akımı(açıkken)	n/a	n/a	±100µA
Max. Sürücü çıkışı akımı(kapalıyken)	$V^{MAX/300\Omega}$	±100µA	±100µA
Düşme hızı	30V/µs max.	n/a	n/a
Alıcı giriş voltaj sahası	±15V	-7V to +7V	-7V to +12V
Alıcı giriş hassasiyeti	±3V	±200mV	±200mV
Alıcı giriş direnci	3kΩ to 7kΩ	4kΩ	12kΩ

5.8.4. İki cihazı RS-232 ile bağlamak

RS-232 her zaman en popüler arabirimlerden biri olmuştur.Hemen her PC'de bir RS-232 yer almaktadır.Öte yandan mikrokontrolörlerde ve bağlı olduğu cihazlarda çok büyük bir iş yükünü kaldırmaktadır. RS-232 en sık modem bağlantısında kullanılır.Ancak yazılarda ,veri toplama modüllerinde ,test cihazlarında ve kontrol devrelerinde de sıkça iş görmektedir.İki bilgisayar arasında basit bir link için de kullanılabilir.

Son zamanlarda çok daha hızlı ve gelişmiş arabirimler kullanıma girmekle birlikte donanım ve yazılım gereklerinin yalınlığı, ucuzluğu ve bir çok cihazın üstünde yer alması gibi nedenlerle yaygınlığından bir şey kaybetmiş değildir.Daha hızlı ya da daha ucuz rakipleri de yok değildir.Ancak hemen hepsi birbirleriyle uyumludur.

5.8.4.1 RS-232 hakkında

RS-232 iki cihaz arasında bilgi alışverişine yönelik tasarlanmıştır.Mesafe 50 ile 100 feet arasında değişebilmektedir.Bu noktada kablo tipi ve bit hızı önemli rol oynar.Bir adaptör yardımıyla farklı tip bir arabirime çevrilmektedir.Basit bir devre kullanılarak bir RS-232 portu, bir çok cihaza bağlanabilen ve daha uzun mesafelerde çalışabilen bir RS-485'e çevirmek mümkündür.

RS-232 linklerde dengesiz(unbalanced) hatlar kullanılır.Dengesiz'lik sakınılması gereken bir şey gibi görünmekle birlikte ,burada ,hatlardaki sinyallerin elektriksel karakteristiklerine atıfta bulunmaktadır.Dengesiz bir hat,sinyal voltajının tek bir tele tatbik edildiği ve tüm sinyal voltajlarının tek bir toprağı referans aldıkları bir hattır.Bu tip bir arabirime tek- uçlu da denilmektedir.Dengeli ya da fark (differential) hatlarında her bir sinyal için , biri diğerindeki sinyalin tersini (inverse)taşıyan iki tel kullanılır.

5.8.4.2. Özellikleri

RS-232'nin bazı yönlerden avantajları vardır:

- Harcılemdir.Her PC'de bir ve daha fazla bulunur.Yeni PC'ler USB gibi arabirimleri desteklemektedir.Fakat RS-232 USB 'nin yapamadığı şeyleri yapar.
- Mikrokontrolörde,arabirim yongaları bir 5V seri portu RS-232'ye çevirebilirler.

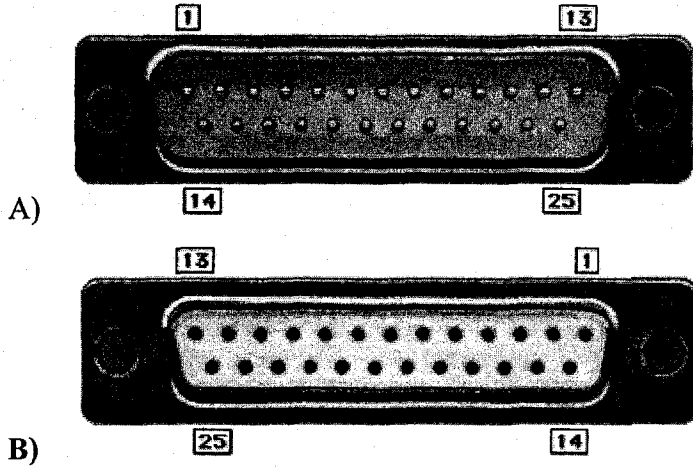
- Linkler 50 ya da 100 feet uzunlukta olabilir.
- Çoğu cihazlardaki arabirimler uzun mesafelere yönelik değildirler. USB linklet 16 feet olabilmektedir. PC paralel arabirimi 10-15 feet, IEEE-1284 tip B sürücülerle ise 30 feet olabilmektedir. Oysa RS-232 çok daha uzun kablolarla da iş görebilir. Her RS-232 bir modeme bağlanırsa, bu durumda telefon şebekesini tüm dünyaya iletim amacıyla kullanmak mümkündür.
- 2-yollu bit link için sadece üç tele ihtiyaç vardır. Paralel linkte sekiz adet veri hattıyla iki ve daha fazla kontrol sinyali ve birkaç da toprak hattı bulunur.
- Kablolama maliyeti yanında bir de konnektör sorunu vardır.

Dezavantajları ise şunlardır:

- Linkin karşı uç paralel veri gerektiriyorsa, gelen veriyi paralel veriye dönüştürmek zorunda kalacaktır. Ancak, bu sorun bir UART kullanarak kolaylıkla çözülebilir
- Çok kullanışlı olmaları nedeniyle boş seri port bulmak neredeyse imkansız gibidir. PC'lerde çok sayıda seri port bulunur. Ancak sistem bunların her biri için bir kesme istek hattı tahsis edememektedir. Bir çok mikrokontrolörde, donanımda yalnızca bir tane seri port bulunmaktadır.
- Bir linke ikiden fazla cihaz bulunmayabilir.
- Belirlenen en yüksek hız 20.000 bps'dir. Oysa, genellikle kısa linklerde, bunun üzerine çıkan pek çok arabirim bulunmaktadır.
- Çok uzun linklerde farkh bit arabirim gerekebilir.
Daha yüksek hız, daha uzun link ve daha çok düğüm olması halinde RS-485 dengeli arabirimi bir çözüm olabilir.

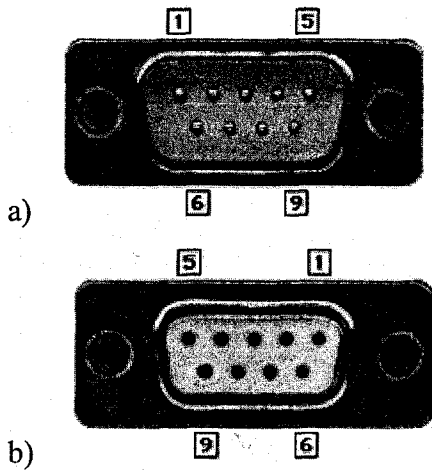
5.9. RS-232C Seri İletişim Protokolü

Bir RS-232 C bağlantısı için yaygın bir şekilde DB-25 konnektörü kullanılır. 25 tane pin mevcuttur. Aşağıdaki şekilde bir DB-25 konnektörü ve bunun her bir pininin adı ve numarası görülmektedir



Şekil 5.4. DB-25 Konnektör (a)male (b)female

DB-25 Konnektörü : RS-232 C'de kullanılan bu 25 pin'in hepsi kullanılmamaktadır. Kullanışlı bir şekilde kullanımı için bu 25 Pin sayısı 9'a kadar düşürülmüştür. Bu 9 pin, yaygın bir şekilde kullanılan pinleri belirtmektedir. Yine daha önceden de belirtildiği gibi IBM yerden tasarruf ederek 9 pinli bir konnektör çıkarmıştır. Bundan sonra bazı üreticiler yer tasarrufu için bu 9 pin'li konnektörü desteklemiştir. Zamanında bu RS-232C sistemi tasarlanırken, bu standardın gelecek için de esnek bir şekilde kullanımı için çok sayıda farklı sinyal hatları kullanılmıştır. Aşağıdaki şekillerde bir DB-25 konnektörünün çok kullanılan uçları ile bir DB-9 konnektörü ve yine bu konnektörün pinleri görülmektedir.



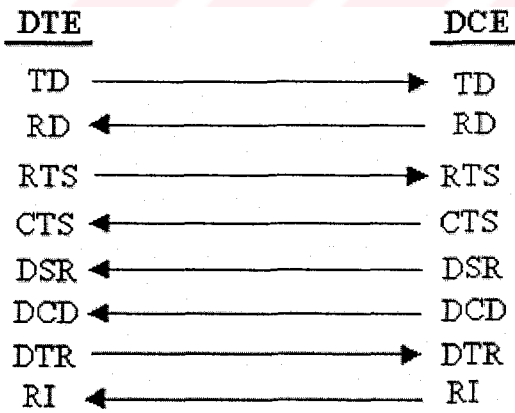
Şekil 5.5. DB-9 Konnektörler (a)male (b)female

RS-232'de yaygın olarak kullanılan bu 9 uç, asenkron bir iletişim için 3 gruba ayrılır. Bunlar data, kontrol ve elektrik hatlarıdır. Data kısmında gönderilmek istenen veri gönderilirken veya alınmak istenen veri alınırken aşağıda gösterilen uçlar kullanılır. Bunun yanında, bu datanın istenilen yere ulaşip ulaşmadığının veya belirli bir düzen içerisinde haberleşmesinin sağlanabilmesi için kontrol uçları kullanılır. Elektrik hattında ise diğer uçlar gerekli olan toprak hattını belirtir. Aşağıdaki tabloda kısaca bir karşılaştırılması yapılmıştır.

Tablo 5.1. Sık kullanılan RS-232 hatları

Kategori	9-Pin Konnektör	25-Pin Konnektörü	Sinyal İsmi	Kısaltma
Data	3	2	Gönderilen data	TD
	2	3	Alınan data	RD
Kontrol	7	4	Veri Gönderme İsteği	RTS
	8	5	Veri Gönderilen Hat Açık	CTS
	6	6	Veri Düzenegi Hazır	DSR
	1	8	Veri Taşıyıcısı	DCD
	4	20	Veri Terminali Hazır	DTR
	9	22	Ring Indicator	RI
Elektrik	5	7	Sinyal Toprak	56

Tabloda sık kullanılan RS-232 hatları verilmiştir.



TxD(Transmit Data): DTE biriminden (Örn: bilgisayar), alınan veriyi DCE birimine taşır. DCE'ye örnek olarak modem'i verebiliriz. Bu pin, DCE birimine bir giriş oluşturur.

RxD(Receive Data): DCE biriminden alınan veriyi, DTE birimine taşır. DCE biriminden bir çıkış temsil eder. Buna örnek olarak, modem kendisine dışarıdan gelen bilgiyi bilgisayara aktarmasını gösterebiliriz.

RTS(Request to Send): DCE birimine bir giriş temsil eder. Veri yollamak isteyen DTE birimi RTS sinyalini DCE birimine gönderir. Bunun için bilgisayar RTS seviyesini true (lojik 1) yapacaktır.

Full duplex kullanıldığında RTS-CTS sinyallerinin fazla bir anlamı yoktur. Sisteme güç uygulandıktan sonra RTS ve CTS sinyalleri lojik 1 seviyesinde kalır.

CTS(Clear to Send): DTE birimine bir girişi temsil eder. RTS sinyali ile bağlantılıdır. Veri göndermek isteyen DTE birimi RTS sinyalini DCE birimine gönderir. DCE'yi bir modem olarak düşündüğümüzde, bilgisayar modeme veri göndermek istediğini bildirecek, modem eğer hat açıksa bilgisayara iletişim yolunun açık olduğunu göstermek için bu CTS sinyalini true (lojik 1) yapacaktır. Böylece iletişim yapılabilir.

DCD(Data Carrier Detect): Bu uç bir DCE biriminin diğer bir DCE birimi ile bağlantılı olduğunda kullanılır. Bu bağlantı genellikle telefon hatlarıdır. Bu uç DTE birimine bir haberleşmenin söz konusu olduğunu bildirir. Bu uç modem bir telefon hattıyla bir bağlantı kurduğunda kullanılır.

RI(Ring Indicator): Bazı modemler bu hattı, telefon bağlantısını tamamladıklarını ve diğer uçta bulunan telefonun çaldığını bilgisayara göstermek için kullanılır.

DTR(Data Terminal Ready): Modeme bir girişi temsil eder. Haberleşme kanalına bağlanmasına veya bağlanmamasına neden olur. Eğer lojik 0 ise modem bağlanmamıştır.

DSR(Data Set Ready): Modemin haberleşme kanalına bağlandığını ve data gönderimine veya alımına hazır olduğunu lojik 1 iken bildirir.

GND(Signal Ground): Bu pin DTE ve DCE için aynıdır ve veri ve al-sıkışma sinyallerinin her ikisi için de geri dönüş yolunu oluşturur.

Senkron iletimde sadece:

TxCLK(Transmit Signal Element Timing): DTE tarafından DCE'ye veri transferinin zamanlama bilgisini sağlamak için kullanılır.

RxCLK(Receiver Signal Element Timing): DCE tarafından DTE'ye veri transferinin zamanlama bilgisini sağlamak için kullanılır.

LLBK(Local Loopback):DTE tarafından yerel iletim arayüzünün düzgün çalıştığından emin olmak için kullanılır.

RLBK(Remote Loopback):DTE tarafından uzak alım/gönderim arayüzünün düzgün çalıştığından emin olmak için kullanılır.

TEST MODE(Test Mode):DCE tarafından DTE den yerel veya uzak geribesleme sinyaline cevap vermede kendini test ettiğini gösterir.

RTS ve CTS sinyalleri ilk başta half duplex modemler için amaçlanmıştır. Şimdi ise half duplex modemlerinin kullanımının azalmasından dolayı hardware handshaking için kullanılmaya başlanmıştır. [12]

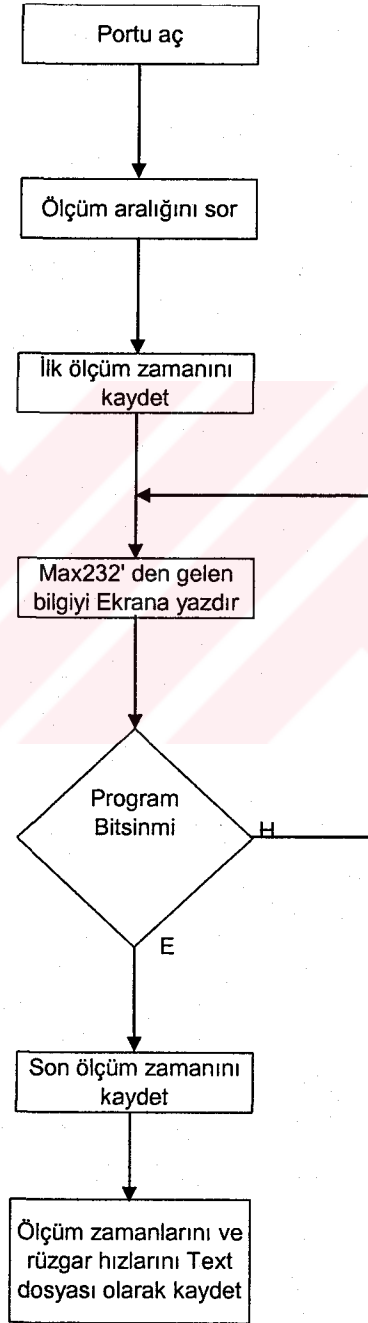
5.10. Seri Porttan Gelen Rüzgar Hızı Bilgisinin Kaydedilmesi

Rüzgar hızı ölçüm – kaydetme cihazının önemli işlevlerinden biri olan kaydetme işlemi seri port kullanılarak yapılır. PIC'ten gelen rüzgar hızı bilgisi MAX 232'de uygun hale getirildikten sonra seri porta iletilir. Biz burada sadece seri porttan bilgi okuyacağımız için seri portun data alma biti olan 2. biti ve toprak sinyali olan 5. biti kullanacağız.

Seri porttan gelen bilgiyi ekranda göstermek ve daha sonra kaydetmek için için Ek-2 de verilen program yazılmıştır.

Bu program ile rüzgar hızının kaç saniyede bir kaydedileceği ayarlanabilir. Program rüzgar hızının ilk ve son kaydedildiği saatleri kaydederek rüzgar hızının hangi saatte kaç m/sn hızla estiğini bulamamızı sağlar.

Programın akış diyagramı aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.6. Rüzgar Hızı kaydetme Programının akış diyagramı

BÖLÜM 6. RÜZGAR HIZI ÖLÇERİN RÜZGAR SANTRALLERİNDE KULLANILMASI

6.1. Rüzgar Santralleri (Rüzgar Çiftlikleri)

Rüzgar enerjisi bakımından denizler, karasal alanlara göre daha büyük zenginlik göstermektedir. Rüzgar santrallerinin kurulacağı yerler için ortalama rüzgar ve saatlik rüzgar hızları genellikle meteoroloji istasyonlarında bulunmaktadır. Rüzgar santrali planlama aşamasında, rüzgar atlasları ilk başvuru kaynakları olmalıdır. rüzgar atlası, yer yüzeyinden 10 m yükseklikte, yer yüzeyinde ölçülmüş olan rüzgar hızı ve yönüne yeterli süre ve sayıdaki meteoroloji istatistiklerinin , özel bilgisayar programları yardımıyla değerlendirilmesi sonucunda elde edilen, enerji planlarına ve yatırımcılara, rüzgar gücü ve kapsadığı alanlar hakkında bilgi veren rüzgar istatistikleridir. Öte yandan, rüzgar atlası yer seçiminde tek başına yeterli olmayacaktır. Yer seçiminde özel çalışmalara ve özel ölçümlere gerek duyulmaktadır.



Şekil 6.1. Rüzgar Santrali

Site seçimi konusunda doğanın kendisi, kusursuz bir yol göstericisidir. Eğer sitede ağaç ve çalılar var ise, bunlar öngörülen baskın rüzgar yönü hakkında önemli ip uçları verir. Ayrıca çeşitli şekillerde rüzgarın oluşturduğu aşınma yine önemli ipuçları verir.

Meteorolojik verilere bağlı olarak 30 yılın üzerinde hesaplanan bir rüzgar gülü, en iyi rehberliği sağlayan değişkenlerden bir tanesidir. Fakat bu veriler nadiren sitelerden toplanabilir. Sitede meteorolojik verilerinden kullanımından çok dikkatli olmayı gerektiren nedenler vardır.

Özel sitelerde rüzgar potansiyelini belirlemek için herhangi bir ölçüm sistemi kurulmadan önce, meteorolojik ve topografik olarak rüzgar potansiyelini yüksek olabileceği yerlerde, aşağıdaki ölçütler dikkate alındığında daha başarılı sonuçlar elde edilebilir.

1. Şiddetli basınç gradyanı olan yerler
2. Sürekli rüzgarlara koşut, yağışlı ve uzun vadiler
3. Şiddetli Jeostrofik rüzgar alanlarındaki yüksek, engebesiz tepe ve platolar.
4. Şiddetli Basınç gradyanlı, düşük eğimli sürekli rüzgar vadileri
5. Şiddetli Jeostrofik rüzgar alanlarındaki tepeler ve zirveler.
6. Şiddetli Jeostrofik rüzgar veya termal gradyan alanlarına maruz kalmış kıyı şeritleri

Saptanabilen aday sitelerde, yüksek rüzgar potansiyelini gösteren belirtiler aşağıdaki gibidir.

1. Biyolojik Belirtiler
2. Coğrafik Belirtiler
3. Jeolojik Belirtiler
4. Topografik Belirtiler
5. Sosyal ve Kültürel Belirtiler

Yapılan çalışmalar sonucu belirlenen sitelerde elde edilen sonuçlarla birlikte, rüzgar karakteristikleri ve enerji üretimi çözümlerinin yapılması gerekmektedir. Bunun için, belirlenen araziyi temsiledecek nokta ve ya noktalarda ölçüm yapmak gerekmektedir. Yapılacak ölçümler, teknik açıdan en az bir yıl sürmelidir. Bunun yanında, rüzgar santrali kurmaya aday olabilecek yerlerde göz önüne alınması gerekmektedir.

Aşağıdaki noktalar, rüzgar enerjisi santralının olabilirliği ve uygulanabilirliği açısından çok önemlidir.

1. Ulaşım kolaylığı
2. Ulusal şebekeye bağlanma kolaylığı
3. Arazinin yol ve diğer çalışmalar için işlenme kolaylığı
4. Arazinin eğimi
5. Arazinin büyüklüğü
6. Arazinin kullanılış şekli
7. Arazinin bitki örtüsü

Ayrıca arazilerde rüzgar enerjisinden yararlanmayı önleyebilecek bir takım kısıtlar olmaktadır. Bu kısıtların dikkate alınması gerekmektedir.

1. Arazinin yerleşim birimlerine olan yakınlığı
2. Arazinin askeri, sivil radar ve buna benzer tesislere olan yakınlığı
3. Arazinin havaalanına olan yakınlığı
4. Arazinin mülkiyeti
5. Arazinin sit veya diğer kapsamda olup olmadığı
6. Arazinin gelecekteki kullanılış amacı
7. Arazinin milli park veya doğal yaşam etkinlikleri kapsamında olup olmadığı
8. Arazinin turizm bölgeleri ile olabilecek etkileşimi vb.

Rüzgar değerlendirilmelerinde ve türbün yerleşimlerinde özet olarak,

Tofğrafya,

Hava,

Altyapı,

Arazi kullanımı,

Uzun dönemli kayıtlar,

Kısa dönemli kayıtlar,

Çevresel değişkenler, dikkate alınmalıdır.

Rüzgar santrali rüzgar kaynağı değerlendirmelerinde,

1. Elde edilmiş veya kullanılabilir yakın tarihsel rüzgar verileri ve duyarlılığı
2. Verilerin elde edildiği yerin ve kurulacak rüzgar parkının çevre engel koşulları
3. Topografik yapı
4. Arazi pürüzlüğü
5. Son derece önemli rol almaktadır.

Rüzgardan ne kadar elektrik üretileceği, tümüyle santralin kurulacağı yere bağlıdır. Ortalama kapasite faktörü Türkiye’de de olduğu gibi %30 dolayındadır. Yani, yılın yaklaşık %60 ında türbünün belli hız dağılımında çalışacağı anlaşılmaktadır. İyi seçilmiş ve kurulmuş bir rüzgarsantralinde 600kW lık bir türbün, yılda yaklaşık 1.00-1,500 ailenin enerjisini üretebilmektedir. Ancak, bu sayı santral yerlerine ve ailenin enerji tüketimine bağlı olarak değişebilir.

Kapasite çarpanı, bir rüzgar türbününün yıllık enerji üretiminin belirlenmesi ölçüsüdür.

$CF = \text{yıllık enerji üretim miktarı} / \text{türbün tarafından nominal güçte yılda üretilen kurumsal enerji miktarı}$.

CF, kurumsal olarak 0-100 arası değerler alabilir. Ancak bu değer, pratikte 20-70 arasında gözlenmektedir. En çok gerçekleşen CF değeri, 25-35 arasındadır.

Bir yer için, kullanılacak türbünün CF sine bakılır. Ancak CF nin düşük olup da, enerji üretiminin yüksek olduğu durumlar unutulmamalıdır. Bu duru, büyük çaplı makine kullanımı ve nominal güç değeri ile açıklanabilir.

20 türbünden oluşan bir rüzgar santrali yaklaşık 1km² alana kurulabilir. Ancak, bualanın yaklaşık olarak %1-1,5 lık kısmı türbünlerin oturacağı alandır. Gerikalan alanın tamamı tarımsal, hayvancılık ve diğer etkinlikler için kullanılmaya açıktır. Baskın rüzgar yönü, rüzgar türbünü yerleşiminde son derece önemlidir.

Enerji üretimi değerlendirme le rinde en güvenli yol, türbün göbek yüksekliğinde rüzgar hızını ölçmek ve rüzgar dağılımını hesaplamaktır.

6.2. Rüzgar Hızı Ölçerin Kullanılması

Rüzgar çiftliklerinde kullanılacak rüzgar hızı ölçer cihazdan beklenen özellikler rüzgar hızını doğru şekilde ölçmesi ve kaydetmesidir. Bu tezde gerçekleştirilen cihaz bu haliyle rüzgar hızını doğru olarak ölçebilmekte ve de kaydedebilmektedir. Rüzgar hızı ölçümü ve kaydetme işlemi saniyelik periyotlar halinde yapıldığı için sistemin tesis edildiği yerle ilgili olarak detaylı veriler elde edilmiş olur.

Ancak rüzgar çiftliklerinde rüzgar hızından başka bir de yönü önemlidir. Tasarlanan rüzgar hızı ölçer cihaz kupalı tip olduğu için rüzgarın esme yönü cihaz için önem taşımamaktadır. Her yönden esen rüzgara cevap verebilecek şekilde kupalar yerleştirildiğinden yön tespit etmek mümkün değildir. Bunun için bu cihaza ek olarak yönü tespit edecek başka bir cihaz daha kullanılmalıdır.

Tasarlanan cihaz rüzgar turbini kurulması düşünülen yüksekliğe yerleştirildiğinde doğru ölçümü alabilecek ve kaydedebilecek şekilde dizayn edilmiştir.

Bu tezde asıl amaçlanan Kocaeli Üniversitesinin yeni kampüsü olan Umuttepe kampüsünde rüzgar hızı ölçümü yapılmasıydı. Cihaz kampüs alanının topolojik olarak uygun olan ve rüzgar turbini kurulması planlanan bir noktasına rüzgar turbininin hub yüksekliği seviyesine tesis edilerek bu işlem yapılabilir.

Doğru tercihin yapılabilmesi için cihazın en az bir yıl boyunca ölçümler alması ve bunları kaydetmesi gerekmektedir. Daha sonra bu veriler incelenerek doğru bir seçim yapılabilir. Rüzgar santrallerinin tesis edilmesinde sadece rüzgar hızı ve yönü gerek ve yeter şart olmadığından santral kurulması için gerekli tüm şart ve koşullar değerlendirilerek ya başka bir noktada ölçüm alınabilir yada ölçüm yapılan noktada uygun bir türbin tesis edilebilir.

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu tezde rüzgar hızı ölçme ve kaydetme cihazı tasarlanmıştır. Tasarlanan cihaz saniyelik olarak rüzgar hızlarını göstermekte ve bilgisayara kaydetmektedir.

Rüzgar hızı ölçümü devir sayısı bilgisi kullanılarak yapılmaktadır. Devir sayısı bilgisinin okunması optik olarak yapıldığı için bu işlem sırasında herhangi bir hata oluşmamaktadır. Bazı sistemlerde rüzgar hızı ölçümü takogeneratörlerle yapıldığından sürtünmelerden dolayı ölçümlerde belli hatalar olmaktadır. Tasarlanan sistem optik algılama yaptığından sürtünme kaybı sözkonusu değildir. Ölçülen devir sayısı bilgisi uygun programla PIC'te rüzgar hızına dönüştürülerek ekranda gösterilmiş ve MAX 232 kullanılarak seri porta gönderilmiştir. Ek-2 de verilen program sayesinde de bilgisayarda text dosyası halinde kaydedilmiştir. Bu program istenilen aralıklarda rüzgar hızını ekranda görüntüleyebilmekte ve kaydedebilmektedir.

Rüzgar hızı ölçüm ve kaydetme cihazında devir sayısının ölçümünde dişli plaka kullanılmıştır. Bu dişli plakada 8 diş açılmıştır. Daha hassas ölçümler için bu plakadaki diş sayısı artırılabilir. Diş sayısı artırıldığında 1 saniye süresince üretilen darbe sayısı da artacaktır. Böylece devir sayısına karşılık gelen rüzgar hızı hesaplanırken daha uygun bir katsayı kullanılacaktır.

Ayrıca rüzgar hızı ölçüm cihazı kalibrasyonu için İzmit Meteoroloji İstasyonları tam net bilgiler verememektedir. Gerek yapılaşmadan dolayı oluşan ölçüm hataları gerekse karşılaştırmada kullanılan katsayıdan dolayı oluşan hatalar nedeniyle kalibrasyon tam yapılamıyor. Belli bir hata payı mutlaka oluyor. Sistemin gerçek ölçüm yapabilmesi için mutlaka rüzgar tüneli olan bir laboratuarda test edilmesi ve gerekli ölçümler alındıktan sonra yeniden programlanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. DAL, Abdülvehhab. 1999 Bitirme Tezi, Rüzgar Enerjisinden Elektrik Enerjisi Elde Edilmesi. Kocaeli Üniversitesi Müh. Fak. Elektrik Mühendisliği Bölümü
2. KÜLÜNK, H., 1983. Yeni Enerji Kaynakları. Kocaeli Üniversitesi
3. http://www.aresenerji.com/pr_wind_measurement.html
4. http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/ruzg_enerji/turkiyedei.html
5. JUSTUS, C.G., HARGRAVES, W.R., MİKHAİL, A. And GRABER, D. 1978. Methods for Estimating Wind Speed Frequency Distribution, J. Appl. Meteor. 17, 350-353
6. TROEN, I. And PETERSEN, E.L. 1989 European Wind Atlas, Commusion of the European Communities, Directore-General for Science, Brussesl, Belgium.
7. Dewi German Wind Energy. 1998 Instute Eind Energy Converters. Germany
8. http://www.eem.dumlupinar.edu.tr/Site/pic_genel.htm
9. IŞIK, A. 2001 Antrak Gazetesi Sayı 37. www.antrak.org.tr
10. IŞIK, A. 2001 Antrak Gazetesi Sayı 38. www.antrak.org.tr
11. ÇAKAN, R. 2000 Yüksek Lisans Tezi, İzmit'te Belirlenen Noktada Rüzgar Ölçümü ve Bu Ölçümlere Göre Rüzgar Çiftliğinin Planlanması, Kocaeli Üniversitesi Elektrik Eğitimi Bölümü
12. <http://www.eem.dumlupinar.edu.tr/Site/74/seriport.doc>

EK-1 Rüzgar hızı ölçüm programı

CCS PCM C Compiler, Version 3.048,
3496

Filename:
c:\util\picc\examples\freq_say.LST

ROM used: 857 (10%)
Largest free fragment
is 2048

RAM used: 28 (16%) at
main() level
47 (27%) worst case
Stack: 4 locations

0000: MOVLW 00
0001: MOVWF 0A
0002: GOTO 227
0003: NOP
008F: MOVLW 3E
0090: MOVWF 04
0091: MOVF 00,W
0092: BTFSC 03.2
0093: GOTO 0A1
0094: MOVLW 06
0095: MOVWF 78
0096: CLRF 77
0097: DECFSZ 77,F
0098: GOTO 097
0099: DECFSZ 78,F
009A: GOTO 096
009B: MOVLW 7B
009C: MOVWF 77
009D: DECFSZ 77,F
009E: GOTO 09D
009F: DECFSZ 00,F
00A0: GOTO 094
00A1: RETLW 00
01A1: BCF 20.1
01A2: MOVF 20,W
01A3: BSF 03.5
01A4: MOVWF 07
01A5: BCF 03.5
01A6: BCF 07.1
01A7: MOVLW 08
01A8: MOVWF 78

01A9: NOP
01AA: NOP
01AB: NOP
01AC: BSF 78.7
01AD: GOTO 1BE
01AE: BCF 78.7
01AF: RRF 3D,F
01B0: BTFSC 03.0
01B1: BSF 07.1
01B2: BTFSS 03.0
01B3: BCF 07.1
01B4: BSF 78.6
01B5: GOTO 1BE
01B6: BCF 78.6
01B7: DECFSZ 78,F
01B8: GOTO 1AF
01B9: NOP
01BA: NOP
01BB: NOP
01BC: BSF 07.1
01BD: GOTO 1BE
01BE: MOVLW A7
01BF: MOVWF 04
01C0: DECFSZ 04,F
01C1: GOTO 1C0
01C2: NOP
01C3: BTFSC 78.7
01C4: GOTO 1AE
01C5: BTFSC 78.6
01C6: GOTO 1B6
01C7: RETLW 00
0062: MOVF 3E,W
0063: ANDLW 01
0064: XORLW 00
0065: BTFSS 03.2
0066: GOTO 069
0067: BCF 06.0
0068: GOTO 06A
0069: BSF 06.0
006A: BSF 03.5
006B: BCF 06.0
006C: BCF 03.5
006D: MOVF 3E,W
006E: ANDLW 02
006F: XORLW 00

0070: BTFSS 03.2	00B4: MOVF 33,W
0071: GOTO 074	00B5: MOVWF 3E
0072: BCF 06.1	00B6: CALL 062
0073: GOTO 075	00B7: CALL 0A2
0074: BSF 06.1	00B8: SWAPF 33,F
0075: BSF 03.5	00B9: MOVF 33,W
0076: BCF 06.1	00BA: MOVWF 3E
0077: BCF 03.5	00BB: CALL 062
0078: MOVF 3E,W	00BC: CALL 0A2
0079: ANDLW 04	00BD: RETLW 00
007A: XORLW 00	00BE: CLRF 3E
007B: BTFSS 03.2	00BF: CALL 062
007C: GOTO 07F	00C0: MOVLW C8
007D: BCF 06.2	00C1: MOVWF 3E
007E: GOTO 080	00C2: CALL 08F
007F: BSF 06.2	00C3: BSF 03.5
0080: BSF 03.5	00C4: BCF 06.7
0081: BCF 06.2	00C5: BCF 03.5
0082: BCF 03.5	00C6: BCF 06.7
0083: MOVF 3E,W	00C7: MOVLW 03
0084: ANDLW 08	00C8: MOVWF 3E
0085: XORLW 00	00C9: CALL 062
0086: BTFSS 03.2	00CA: CALL 0A2
0087: GOTO 08A	00CB: CALL 0A2
0088: BCF 06.3	00CC: CALL 0A2
0089: GOTO 08B	00CD: MOVLW 02
008A: BSF 06.3	00CE: MOVWF 3E
008B: BSF 03.5	00CF: CALL 062
008C: BCF 06.3	00D0: CALL 0A2
008D: BCF 03.5	00D1: MOVLW 2C
008E: RETLW 00	00D2: MOVWF 33
00A2: BSF 03.5	00D3: CALL 0B3
00A3: BCF 06.6	00D4: MOVLW 0C
00A4: BCF 03.5	00D5: MOVWF 33
00A5: BSF 06.6	00D6: CALL 0B3
00A6: MOVLW 10	00D7: MOVLW 01
00A7: MOVWF 77	00D8: MOVWF 33
00A8: DECFSZ 77,F	00D9: CALL 0B3
00A9: GOTO 0A8	00DA: MOVLW 06
00AA: NOP	00DB: MOVWF 33
00AB: BSF 03.5	00DC: CALL 0B3
00AC: BCF 06.6	00DD: BCF 0A.3
00AD: BCF 03.5	00DE: BCF 0A.4
00AE: BCF 06.6	00DF: GOTO 237 (RETURN)
00AF: MOVLW 05	00E0: SWAPF 33,F
00B0: MOVWF 3E	00E1: MOVF 33,W
00B1: CALL 08F	00E2: IORLW 08
00B2: RETLW 00	00E3: MOVWF 34
00B3: SWAPF 33,F	00E4: MOVWF 3E

00E5: CALL 062	0005: BCF 0A.1
00E6: CALL 0A2	0006: BCF 0A.2
00E7: SWAPF 33,F	0007: ADDWF 02,F
00E8: MOVF 33,W	0008: RETLW 4B
00E9: MOVWF 3E	0009: RETLW 4F
00EA: CALL 062	000A: RETLW 43
00EB: CALL 0A2	000B: RETLW 41
00EC: RETLW 00	000C: RETLW 45
00ED: BSF 03.5	000D: RETLW 4C
00EE: BCF 06.7	000E: RETLW 49
00EF: BCF 03.5	000F: RETLW 20
00F0: BSF 06.7	0010: RETLW 55
00F1: SWAPF 3D,F	0011: RETLW 4E
00F2: MOVF 3D,W	0012: RETLW 49
00F3: MOVWF 3E	0013: RETLW 56
00F4: CALL 062	0014: RETLW 45
00F5: CALL 0A2	0015: RETLW 52
00F6: SWAPF 3D,F	0016: RETLW 53
00F7: MOVF 3D,W	0017: RETLW 49
00F8: MOVWF 3E	0018: RETLW 54
00F9: CALL 062	0019: RETLW 45
00FA: CALL 0A2	001A: RETLW 53
00FB: BSF 03.5	001B: RETLW 49
00FC: BCF 06.7	001C: RETLW 00
00FD: BCF 03.5	023C: CLRF 33
00FE: BCF 06.7	023D: MOVF 33,W
00FF: RETLW 00	023E: CALL 004
0227: CLRF 04	023F: INCF 33,F
0228: MOVLW 1F	0240: MOVWF 3D
0229: ANDWF 03,F	0241: CALL 0ED
022A: MOVLW 9F	0242: MOVLW 14
022B: MOVWF 04	0243: SUBWF 33,W
022C: MOVLW 07	0244: BTFSS 03.2
022D: MOVWF 00	0245: GOTO 23D
022E: MOVLW FF	0246: MOVLW 40
022F: MOVWF 20	0247: MOVWF 33
0230: BCF 20.1	0248: CALL 0E0
0231: MOVF 20,W	001D: BCF 0A.0
0232: BSF 03.5	001E: BCF 0A.1
0233: MOVWF 07	001F: BCF 0A.2
0234: BCF 03.5	0020: ADDWF 02,F
0235: BSF 07.1	0021: RETLW 20
0236: GOTO 0BE	0022: RETLW 20
0237: MOVLW 01	0023: RETLW 45
0238: MOVWF 33	0024: RETLW 4C
0239: CALL 0B3	0025: RETLW 45
023A: CLRF 33	0026: RETLW 4B
023B: CALL 0E0	0027: RETLW 54
0004: BCF 0A.0	0028: RETLW 52

0029: RETLW 49	0262: INCF 33,F
002A: RETLW 4B	0263: MOVWF 3D
002B: RETLW 20	0264: CALL 0ED
002C: RETLW 4D	0265: MOVLW 0B
002D: RETLW 55	0266: SUBWF 33,W
002E: RETLW 48	0267: BTFSS 03.2
002F: RETLW 2E	0268: GOTO 260
0030: RETLW 00	0269: MOVLW 40
0249: CLRF 33	026A: MOVWF 33
024A: MOVF 33,W	026B: CALL 0E0
024B: CALL 01D	0041: BCF 0A.0
024C: INCF 33,F	0042: BCF 0A.1
024D: MOVWF 3D	0043: BCF 0A.2
024E: CALL 0ED	0044: ADDWF 02,F
024F: MOVLW 0F	0045: RETLW 4B
0250: SUBWF 33,W	0046: RETLW 41
0251: BTFSS 03.2	0047: RETLW 5A
0252: GOTO 24A	0048: RETLW 44
0253: MOVLW 04	0049: RETLW 41
0254: MOVWF 33	004A: RETLW 4C
0255: MOVLW FA	004B: RETLW 4F
0256: MOVWF 3E	004C: RETLW 47
0257: CALL 08F	004D: RETLW 4C
0258: DECFSZ 33,F	004E: RETLW 55
0259: GOTO 255	004F: RETLW 00
025A: MOVLW 01	026C: CLRF 33
025B: MOVWF 33	026D: MOVF 33,W
025C: CALL 0B3	026E: CALL 041
025D: CLRF 33	026F: INCF 33,F
025E: CALL 0E0	0270: MOVWF 3D
0031: BCF 0A.0	0271: CALL 0ED
0032: BCF 0A.1	0272: MOVLW 0A
0033: BCF 0A.2	0273: SUBWF 33,W
0034: ADDWF 02,F	0274: BTFSS 03.2
0035: RETLW 41	0275: GOTO 26D
0036: RETLW 42	0276: MOVLW 04
0037: RETLW 44	0277: MOVWF 33
0038: RETLW 55	0278: MOVLW FA
0039: RETLW 4C	0279: MOVWF 3E
003A: RETLW 56	027A: CALL 08F
003B: RETLW 45	027B: DECFSZ 33,F
003C: RETLW 48	027C: GOTO 278
003D: RETLW 48	027D: CLRF 21
003E: RETLW 41	027E: CLRF 22
003F: RETLW 42	027F: CLRF 2C
0040: RETLW 00	0280: CLRF 2B
025F: CLRF 33	0281: BCF 0C.0
0260: MOVF 33,W	0282: CLRF 0F
0261: CALL 031	0283: CLRF 0E

0284: MOVLW 87
0285: MOVWF 10
0286: INCFSZ 22,W
0287: GOTO 289
0288: GOTO 2A8
0289: CLRF 21
028A: INCFSZ 21,W
028B: GOTO 28D
028C: GOTO 2A0
028D: BTFSS 0C.0
028E: GOTO 294
028F: BCF 0C.0
0290: INCF 2B,F
0291: BTFSC 03.2
0292: INCF 2C,F
0293: GOTO 299
0294: NOP
0295: NOP
0296: NOP
0297: NOP
0298: NOP
0299: MOVLW 14
029A: MOVWF 77
029B: DECFSZ 77,F
029C: GOTO 29B
029D: NOP
029E: INCF 21,F
029F: GOTO 28A
02A0: MOVLW 47
02A1: MOVWF 77
02A2: DECFSZ 77,F
02A3: GOTO 2A2
02A4: NOP
02A5: NOP
02A6: INCF 22,F
02A7: GOTO 286
02A8: MOVLW 46
02A9: MOVWF 77
02AA: DECFSZ 77,F
02AB: GOTO 2AA
02AC: CLRF 10
02AD: BTFSS 0C.0
02AE: GOTO 2B2
02AF: INCF 2B,F
02B0: BTFSC 03.2
02B1: INCF 2C,F
02B2: MOVF 0F,W
02B3: MOVWF 7A
02B4: MOVF 0E,W

02B5: MOVWF 77
02B6: MOVF 0F,W
02B7: SUBWF 7A,W
02B8: BTFSS 03.2
02B9: GOTO 2B2
02BA: MOVF 77,W
02BB: MOVWF 2D
02BC: MOVF 7A,W
02BD: MOVWF 2E
02BE: MOVF 2B,W
02BF: MOVWF 25
02C0: MOVF 2C,W
02C1: MOVWF 26
02C2: MOVF 2D,W
02C3: MOVWF 23
02C4: MOVF 2E,W
02C5: MOVWF 24
02C6: MOVF 26,W
02C7: MOVWF 40
02C8: MOVF 25,W
02C9: MOVWF 3F
02CA: MOVF 24,W
02CB: MOVWF 3E
02CC: MOVF 23,W
02CD: MOVWF 3D
02CE: CLRF 44
02CF: CLRF 43
02D0: CLRF 42
02D1: MOVLW 03
02D2: MOVWF 41
02D3: CALL 100
02D4: MOVF 7A,W
02D5: MOVWF 36
02D6: MOVF 79,W
02D7: MOVWF 35
02D8: MOVF 78,W
02D9: MOVWF 34
02DA: MOVF 77,W
02DB: MOVWF 33
02DC: MOVLW 01
02DD: ADDWF 33,W
02DE: MOVWF 27
02DF: MOVF 34,W
02E0: MOVWF 28
02E1: MOVLW 00
02E2: BTFSC 03.0
02E3: MOVLW 01
02E4: ADDWF 28,F
02E5: MOVF 35,W

02E6: MOVWF 29	0060: RETLW 69
02E7: MOVLW 00	0061: RETLW 00
02E8: BTFSC 03.0	0307: CLRF 33
02E9: MOVLW 01	0308: MOVF 33,W
02EA: ADDWF 29,F	0309: CALL 050
02EB: MOVF 36,W	030A: INCF 33,F
02EC: MOVWF 2A	030B: MOVWF 3D
02ED: MOVLW 00	030C: CALL 0ED
02EE: BTFSC 03.0	030D: MOVLW 0D
02EF: MOVLW 01	030E: SUBWF 33,W
02F0: ADDWF 2A,F	030F: BTFSS 03.2
02F1: BCF 03.0	0310: GOTO 308
02F2: RRF 2A,F	0311: MOVLW 0F
02F3: RRF 29,F	0312: MOVWF 34
02F4: RRF 28,F	0313: MOVLW 20
02F5: RRF 27,F	0314: MOVWF 3D
02F6: DECFSZ 27,W	0315: CALL 0ED
02F7: GOTO 305	0316: DECFSZ 34,F
02F8: MOVF 28,F	0317: GOTO 313
02F9: BTFSS 03.2	0318: MOVLW 40
02FA: GOTO 305	0319: MOVWF 33
02FB: MOVF 29,F	031A: CALL 0E0
02FC: BTFSS 03.2	0142: MOVF 04,W
02FD: GOTO 305	0143: MOVWF 37
02FE: MOVF 2A,F	0144: MOVLW 3B
02FF: BTFSS 03.2	0145: MOVWF 3C
0300: GOTO 305	0146: MOVLW 9A
0301: CLRF 2A	0147: MOVWF 3B
0302: CLRF 29	0148: MOVLW CA
0303: CLRF 28	0149: MOVWF 3A
0304: CLRF 27	014A: CLRF 39
0305: CLRF 33	014B: MOVLW 0A
0306: CALL 0E0	014C: MOVWF 38
0050: BCF 0A.0	014D: MOVF 36,W
0051: BCF 0A.1	014E: MOVWF 40
0052: BCF 0A.2	014F: MOVF 35,W
0053: ADDWF 02,F	0150: MOVWF 3F
0054: RETLW 52	0151: MOVF 34,W
0055: RETLW 75	0152: MOVWF 3E
0056: RETLW 7A	0153: MOVF 33,W
0057: RETLW 67	0154: MOVWF 3D
0058: RETLW 61	0155: MOVF 3C,W
0059: RETLW 72	0156: MOVWF 44
005A: RETLW 69	0157: MOVF 3B,W
005B: RETLW 6E	0158: MOVWF 43
005C: RETLW 20	0159: MOVF 3A,W
005D: RETLW 68	015A: MOVWF 42
005E: RETLW 69	015B: MOVF 39,W
005F: RETLW 7A	015C: MOVWF 41

015D: CALL 100	018E: CLRF 44
015E: MOVF 00,W	018F: CLRF 43
015F: MOVWF 33	0190: CLRF 42
0160: INCF 04,F	0191: MOVLW 0A
0161: MOVF 00,W	0192: MOVWF 41
0162: MOVWF 34	0193: CALL 100
0163: INCF 04,F	0194: MOVF 7A,W
0164: MOVF 00,W	0195: MOVWF 3C
0165: MOVWF 35	0196: MOVF 79,W
0166: INCF 04,F	0197: MOVWF 3B
0167: MOVF 00,W	0198: MOVF 78,W
0168: MOVWF 36	0199: MOVWF 3A
0169: MOVLW FD	019A: MOVF 77,W
016A: ADDWF 04,F	019B: MOVWF 39
016B: MOVF 77,F	019C: DECFSZ 38,F
016C: BTFSS 03.2	019D: GOTO 14D
016D: GOTO 180	019E: BCF 0A.3
016E: MOVF 38,W	019F: BCF 0A.4
016F: XORLW 01	01A0: GOTO 329 (RETURN)
0170: BTFSC 03.2	031B: MOVLW 3D
0171: GOTO 180	031C: MOVWF 3D
0172: MOVF 37,W	031D: CALL 0ED
0173: BTFSC 03.2	031E: MOVLW 41
0174: GOTO 181	031F: MOVWF 04
0175: ANDLW 0F	0320: MOVF 2A,W
0176: SUBWF 38,W	0321: MOVWF 36
0177: BTFSC 03.2	0322: MOVF 29,W
0178: GOTO 17B	0323: MOVWF 35
0179: BTFSC 03.0	0324: MOVF 28,W
017A: GOTO 186	0325: MOVWF 34
017B: MOVLW F0	0326: MOVF 27,W
017C: BTFSC 37.6	0327: MOVWF 33
017D: MOVLW 00	0328: GOTO 142
017E: MOVWF 77	0329: MOVLW 03
017F: GOTO 181	032A: MOVWF 33
0180: CLRF 37	032B: MOVLW 20
0181: MOVLW 30	032C: MOVWF 3D
0182: ADDWF 77,F	032D: CALL 0ED
0183: MOVF 77,W	032E: DECFSZ 33,F
0184: MOVWF 3D	032F: GOTO 32B
0185: CALL 0ED	0330: MOVLW 6D
0186: MOVF 3C,W	0331: MOVWF 3D
0187: MOVWF 40	0332: CALL 0ED
0188: MOVF 3B,W	0333: MOVLW 2F
0189: MOVWF 3F	0334: MOVWF 3D
018A: MOVF 3A,W	0335: CALL 0ED
018B: MOVWF 3E	0336: MOVLW 73
018C: MOVF 39,W	0337: MOVWF 3D
018D: MOVWF 3D	0338: CALL 0ED

0339: MOVLW 08	01F2: BTFSS 03.2
033A: MOVWF 34	01F3: GOTO 206
033B: MOVLW 20	01F4: MOVF 38,W
033C: MOVWF 3D	01F5: XORLW 01
033D: CALL 0ED	01F6: BTFSC 03.2
033E: DECFSZ 34,F	01F7: GOTO 206
033F: GOTO 33B	01F8: MOVF 37,W
01C8: MOVF 04,W	01F9: BTFSC 03.2
01C9: MOVWF 37	01FA: GOTO 207
01CA: MOVLW 3B	01FB: ANDLW 0F
01CB: MOVWF 3C	01FC: SUBWF 38,W
01CC: MOVLW 9A	01FD: BTFSC 03.2
01CD: MOVWF 3B	01FE: GOTO 201
01CE: MOVLW CA	01FF: BTFSC 03.0
01CF: MOVWF 3A	0200: GOTO 20C
01D0: CLRF 39	0201: MOVLW F0
01D1: MOVLW 0A	0202: BTFSC 37.6
01D2: MOVWF 38	0203: MOVLW 00
01D3: MOVF 36,W	0204: MOVWF 77
01D4: MOVWF 40	0205: GOTO 207
01D5: MOVF 35,W	0206: CLRF 37
01D6: MOVWF 3F	0207: MOVLW 30
01D7: MOVF 34,W	0208: ADDWF 77,F
01D8: MOVWF 3E	0209: MOVF 77,W
01D9: MOVF 33,W	020A: MOVWF 3D
01DA: MOVWF 3D	020B: CALL 1A1
01DB: MOVF 3C,W	020C: MOVF 3C,W
01DC: MOVWF 44	020D: MOVWF 40
01DD: MOVF 3B,W	020E: MOVF 3B,W
01DE: MOVWF 43	020F: MOVWF 3F
01DF: MOVF 3A,W	0210: MOVF 3A,W
01E0: MOVWF 42	0211: MOVWF 3E
01E1: MOVF 39,W	0212: MOVF 39,W
01E2: MOVWF 41	0213: MOVWF 3D
01E3: CALL 100	0214: CLRF 44
01E4: MOVF 00,W	0215: CLRF 43
01E5: MOVWF 33	0216: CLRF 42
01E6: INCF 04,F	0217: MOVLW 0A
01E7: MOVF 00,W	0218: MOVWF 41
01E8: MOVWF 34	0219: CALL 100
01E9: INCF 04,F	021A: MOVF 7A,W
01EA: MOVF 00,W	021B: MOVWF 3C
01EB: MOVWF 35	021C: MOVF 79,W
01EC: INCF 04,F	021D: MOVWF 3B
01ED: MOVF 00,W	021E: MOVF 78,W
01EE: MOVWF 36	021F: MOVWF 3A
01EF: MOVLW FD	0220: MOVF 77,W
01F0: ADDWF 04,F	0221: MOVWF 39
01F1: MOVF 77,F	0222: DECFSZ 38,F

0223: GOTO 1D3
0224: BCF 0A.3
0225: BCF 0A.4
0226: GOTO 34E (RETURN)
0340: MOVLW 2C
0341: MOVWF 3D
0342: CALL 1A1
0343: MOVLW 41
0344: MOVWF 04
0345: MOVF 2A,W
0346: MOVWF 36
0347: MOVF 29,W
0348: MOVWF 35
0349: MOVF 28,W
034A: MOVWF 34
034B: MOVF 27,W
034C: MOVWF 33
034D: GOTO 1C8
034E: MOVLW 0A
034F: MOVWF 3D
0350: CALL 1A1
0351: MOVLW 0D
0352: MOVWF 3D
0353: CALL 1A1
0354: MOVLW 0A
0355: MOVWF 3E
0356: CALL 08F
0357: GOTO 27D
0358: SLEEP

EK-2. Rüzgar hızını seri porttan okuyan program

{picten datalar ",%ld\n\r",hiz" format?nda geliyor}

```
uses crt,graph,dos;
var
a:array [1..20000] of char;
b:array [1..2000] of string[3];
c:array [1..2000] of integer;

aa,bb,cc,dd,xx,sn:word;
wert : byte;
i,x,y,z,ttnet:integer;
Str1,Str2:String;
deger,gr1,gr2,x0,y0,x1,y1:integer;
hiz:text;
tus:char;
procedure oef;
begin
port[$2fb]:=128;
port[$2f8]:=12;
port[$2f9]:=0;
port[$2fb]:=3;
port[$2fc]:=3;
end;

begin
assign(hiz,'c:\windows\desktop\hiz.txt');
rewrite(hiz);

oef;
clrscr;

gettime(aa,bb,cc,dd);
writeln('DATALARIN ALINMA SAATI:',aa,'/',bb,'/',cc);
writeln(hiz,'DATALARIN ALINMA SAATI:',aa,'/',bb,'/',cc);

i:=1;
clrscr;
gotoxy(15,15);write('datalar kac sn de bir alıncak?');readln(sn);

clrscr;
repeat
gettime(aa,bb,cc,dd);
xx:=cc mod sn;
if (xx=0) then
begin
```



```

repeat until (((port[$2fd] and 1 ) =1));

write(chr(port[$2f8]));
a[i]:=chr(port[$2f8]);
i:=i+1;
end;
until (keypressed);

clrscr;
y:=0;
for ttnet:=1 to i do
begin
Str1:=Str1+a[ttnet];
if a[ttnet]=',' then
begin
Inc(y);
Str2:=Copy(Str1,0,Length(Str1)-1);
b[y]:=Str2;
Str1:="";
Str2:="";
end;
end;

repeat
tus:=readkey;
until (tus=#13);
gettime(aa,bb,cc,dd);
writeln('DATALARIN SON SAATI:',aa,'/',bb,'/',cc);
writeln(hiz,'DATALARIN SON SAATI:',aa,'/',bb,'/',cc);

READLN;
clrscr;
for i:=1 to y do
write(hiz,b[i]);
readln;
close(hiz);

end.

```

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında İzmit'te doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini İzmit'te tamamladı. 1995'te kazandığı Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümünü bitirdikten sonra 1 yıl özel bir şirkette Elektrik Mühendisi olarak çalıştı. 2000 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. Aynı yıl Elektrik Mühendisliği Bölümünde Uzman olarak göreve başladı. Halen Fen Bilimleri Enstitüsünde Uzman olarak çalışmaktadır.

