



YERALTI MADENCİLİĞİNDE BİLGİSAYAR KONTROLLÜ AYARLI HAVA KAPILARI  
İLE HAVA AKIMININ DÜZENLENMESİ

Şahin YUVKA

Doktora Tezi

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Kasım- 2010

YERALTI MADENCİLİĞİNDE BİLGİSAYAR KONTROLLÜ AYARLI HAVA KAPILARI  
İLE HAVA AKIMININ DÜZENLENMESİ

Şahin YUVKA

Dumlupınar Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği Uyarınca

Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Anabilim Dalında

DOKTORA TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Prof. Dr. İ. Göktay EDİZ

Kasım - 2010

**KABUL ve ONAY SAYFASI**

Şahin YUVKA'nın DOKTORA tezi olarak hazırladığı Yeraltı Madenciliğinde Bilgisayar Kontrollü Ayarlı Hava Kapıları ile Hava Akımının Düzenlenmesi başlıklı bu çalışma, jürimizce Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

13/10/2010

(Sınav tarihi)

Üye : Prof. Dr. İ. Göktay EDİZ .....

Üye : Prof. Dr. Cem ŞENSÖĞÜT .....

Üye : Prof. Dr. Kaan ERARSLAN .....

Üye : Prof. Dr. Adnan KONUK .....

Üye : Doç. Dr. Mehmet Ali EBEOĞLU .....

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun ...../...../..... gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Atalay KÜÇÜKBURSA  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## YERALTI MADENCİLİĞİNDE BİLGİSAYAR KONTROLLÜ AYARLI HAVA KAPILARI İLE HAVA AKIMININ DÜZENLENMESİ

Şahin YUVKA

Maden Mühendisliği, Doktora Tezi, 2010

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İ. Göktaş EDİZ

### ÖZET

Yeraltı madenciliğinde havanın kontrollü dağılımı, hem işçi sağlığı hem de işyeri güvenliği için oldukça önemlidir. Bu amaçla uygulamada kullanılan en yaygın yöntem ayarlı hava kapılarıdır. Son yıllarda, yeraltı ocak havalandırmasında bilgisayar destekli sistemler ve sensörler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Genellikle uzaktan gözlem veya erken uyarı adı verilen bu sistemler ile yeraltı ocaklarında gerçek zamanlı hava akımı ve diğer çevresel parametreler hassas olarak izlenebilmektedir.

Bu çalışmada, yeraltı madenlerinin uzaktan gözlem ve kontrol sistemlerine entegre edilebilecek “bilgisayar kontrollü ayarlı hava kapılarının” kullanımı ile ocak içindeki havanın kontrollü olarak dağılımı amaçlanmıştır. Bu amaçla, bilgisayar kontrollü ayarlı hava kapısı sisteminin tasarımı, imalatı ve yazılımı gerçekleştirilmiş ve daha sonra sistemin testleri yapılmıştır. Yapılan testlerden sonra, sistemin yeraltı madenciliğinde havanın kontrollü olarak dağılımını başarı ile gerçekleştirebileceği anlaşılmıştır. Türkiye’de henüz uygulaması bulunmayan bilgisayar kontrollü ayarlı hava kapılarının geliştirilmesiyle, yeraltı ocaklarında hava akımının hassas olarak düzenlenmesi sağlanabilecek ve böylece işyeri emniyeti artırılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Ayarlı Hava Kapısı (Regülatör), Hava Dağılımının Düzenlenmesi, Yeraltı Havalandırması, Uzaktan Gözlem ve Kontrol Sistemleri

## REGULATION OF AIR FLOW IN UNDERGROUND MINING THROUGH COMPUTER CONTROLLED AIR REGULATORS

Şahin YUVKA

Civil Mining Engineering, PhD Thesis, 2010

Thesis Supervisor: Prof. Dr. İ. Göktaş EDİZ

### SUMMARY

Regulation of air flow in underground mining is very important for both health and safety in mines. In practice, the most common method employed for this purpose is the use of air regulators. In recent years, computer controlled systems and sensors have extensively been used in mine ventilation. The real time air flow and the other environmental parameters can precisely be monitored in underground mines through these systems which are usually called remote sensing or early warning systems.

In this research, it was aimed to obtain controlled distribution of air flow in underground mines by the use of computer controlled air regulators which can be integrated to a remote monitoring system of underground mines. For this purpose, the design, manufacture and the software of the computer controlled air regulator system was accomplished and then the tests of the system were carried out. After the tests, it was realized that the system can successfully be used for the controlled distribution of air flow in underground mining. By the development of computer controlled air regulators, which are not currently used in Turkey, the desired regulation of air flow can accurately be achieved and hence safety of workplaces be increased.

**Keywords:** Air Regulator, Controlled Air Distribution, Underground Mine Ventilation, Remote Monitoring and Control Systems.

## **TEŞEKKÜR**

Yeraltı Madenciliğinde Bilgisayar Kontrollü Ayarlı Hava Kapıları ile Hava Akımının Düzenlenmesi, başlıklı bu doktora tez çalışması süresince her türlü desteğini benden esirgemeyen, bilgi ve birikimiyle zorlukları aşmamı sağlayan ve yön gösteren, danışmanım Prof.Dr. İ.Göktay EDİZ'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Yaptığımız bu doktora çalışması süresince fikir alışverişinde bulunarak deneysel çalışmalarda destek olan Prof.Dr. Kaan ERARSLAN ile Doç.Dr. M.Ali EBEOĞLU'na, çalışmalarım sırasında sağladığı desteklerden ötürü Mühendislik Fakültesi Dekanı Prof.Dr. Cem ŞENSÖĞÜT'e, deney sisteminin kurulum aşamasında bana yardımlarını esirgemeyen Araştırmacı Şeref YUVKA'ya, manevi desteklerini benden esirgemeyen Doç.Dr. Önder Uysal ile Yrd.Doç.Dr. Sunay BEYHAN'a, en zor dönemlerimde beni destekleyen arkadaşlarım Arş.Gör. Özer Ören, Arş.Gör.Dr. Oktay ŞAHBAZ ve Arş.Gör. Uğur DEMİR'e ve onların nezinde tüm Maden Mühendisliği Bölümü çalışanlarına teşekkürü borç bilirim.

Doktora çalışmam sırasında sistemin tasarım imalatında katkılarından dolayı Makine Mühendisi Ahmet GÖRGÜLÜ ile diğer ETİ GIDA mensuplarından Müştak GÜVEN ve Yavuz ÇAMURCU'ya, programlama konusunda yardımlarını esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. Ahmet ÖZMEN ile Yrd.Doç.Dr. Hasan TEMURTAŞ'a, değerli fikirleri ile çalışmamda yardımcı olan başta Öğr.Gör. Serdar ÖZKÜTÜK olmak üzere Öğr. Gör. Şahin SAĞLAM ve Öğr.Gör. Ayhan PİRİNÇ'e, deneysel testler sırasında yardımlarını esirgemeyen laboratuvar sorumlusu Aykut ÇANTAŞ, Beyhan Zeynep BANKO, M.Emre UÇAR ve Emrah YAŞAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde bana çok büyük emekleri olan canım aileme, çalışmamda desteklerini esirgemeyen, hep yanımda olan eşim Zeynep YUVKA'ya, doğumuyla şans getiren kızım Asya YUVKA'ya minnettarım.

Bu tez çalışması 109M021 nolu TÜBİTAK projesi ile desteklenmiştir. Dolayısıyla bu desteği sağlayan TÜBİTAK Kurumu ve Bilimsel Heyetine teşekkürlerimi borç bilirim.

**Kızım Asya ve eşim Zeynep'e**

**Şahin YUVKA**

Kütahya-Türkiye, Kasım 2010

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....	3
3. HAVA AKIMININ DÜZENLENMESİ .....	7
3.1. Hava Kapıları .....	7
3.2. Hava Perdeleri .....	7
3.3. Hava Köprüleri .....	8
3.4. Ayarlı Hava Kapıları .....	8
4. HAVANIN KONTROLLÜ OLARAK DAĞITILMASI .....	9
4.1. Hava Yolu Direncinin Değiştirilmesi (Pozitif Ayarlama) .....	9
4.2. Yardımcı Vantilatör Kullanımı .....	11
4.3. Ayarlı Hava Kapılarının Kullanılması (Negatif Ayarlama) .....	12
5. LABORATUAR ÖLÇEKLİ SİSTEM TASARIMI VE SİSTEM DETAYLARI .....	17
5.1. Laboratuar Ölçekli Sistemin Özellikleri .....	17
5.2. Laboratuar Ölçekli Sistemin Detayları .....	19
5.3. Sistemde Kullanılan Mekanik-Elektronik Cihazlar ve Özellikleri .....	20
5.3.1. Hava hızı sensörü .....	20
5.3.2. Fark basınç sensörü .....	23
5.3.3. Üfleyici vantilatör .....	25
5.3.4. Motor hız kontrol cihazı (frekans konvertörü) .....	26
5.3.5. M serisi çok fonksiyonlu USB veri toplama cihazı .....	28

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<b><u>Sayfa</u></b>
5.3.6. Damper motoru .....	30
5.3.7. Dairesel kesitli debi damperi .....	32
5.4. Bilgisayar Destekli Ayarlı Hava Kapısı Yazılımı .....	34
6. DENEYSEL SONUÇLAR .....	46
6.1. Birinci Senaryo Uygulamasına Ait Sonuçlar .....	46
6.2. İkinci Senaryo Uygulamasına Ait Sonuçlar .....	50
6.3. Üçüncü Senaryo Uygulamasına Ait Sonuçlar .....	55
7. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	60
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	62
<b>EKLER</b>	
1. Açılış Formu	
2. Tüm Yollardan Geçen Hava Miktarını Ayarlama	
3. Sadece 2. Yoldan (regülatör yolu) Geçen Hava Miktarını Ayarlama	
4. Sadece 3. Yoldan (regülatör olmayan yol) Geçen Hava Miktarını Ayarlama	
5. Veritabanı	
6. Test Sonuçları (Basınç Verileri)	



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Ayarlı hava kapısı olmaması durumunda hava dağılımı .....	13
4.2. Ayarlı hava kapısı olma durumunda hava dağılımı .....	13
4.3. Sürgülü regülatör .....	16
4.4. Tahta tipi regülatör .....	16
5.1. Bilgisayar destekli ayarlı hava kapısı deney düzeneği .....	17
5.2.a. Deney düzeneği genel görünüş .....	19
5.2.b. Farklı bir açıdan deney düzeneği .....	19
5.3. Türbülans düzenleyici .....	19
5.4. Ayarlı hava kapısı ve adım motoru .....	20
5.5.a. Ayarlı hava kapısı ve basınç sensörleri .....	20
5.5.b. 24 V DC güç kaynağı .....	20
5.6. Hava hızı sensörü .....	20
5.7. Sistem kullanılan hava hızı sensörü .....	21
5.8. Sensör bağlantısı .....	22
5.9. Çıkış sinyali jumper ayarları .....	22
5.10. Örnek bir çıkış aralığı görünüşü .....	23
5.11. Basınç sensörü .....	23
5.12. Sistem kullanılan basınç sensörü .....	24
5.13. Üfleyici vantilatör .....	25
5.14. Sistemde kullanılan üfleyici vantilatör .....	26
5.15.a. Hız konvertörü .....	27
5.15.b. Hız konvertörü ön panel .....	27
5.16. Sistemde kullanılan motor hız kontrol cihazı .....	27
5.17. M serisi USB veri toplama cihazı .....	28
5.18. Vidalı bağlantı kablo işlev şeması .....	29
5.19. Sistemde kullanılan veri toplama cihazı ve bağlantıları.....	30
5.20. Damper motoru .....	30
5.21. Sistemde kullanılan adım motor .....	31
5.22. Adım motoru elektrik bağlantısı. ....	31
5.23.a. Adım motoru boyutları .....	32
5.23.b. Adım motoru boyutları .....	32

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.24. Dairesel kesitli debi damperi .....	33
5.25.a. Dairesel kesitli debi damperi ölçüleri .....	33
5.25.b. Dairesel kesitli debi damperi ölçüleri .....	33
5.25.c. Dairesel kesitli debi damperi ölçüleri .....	33
5.25.d. Dairesel kesitli debi damperi ölçüleri .....	33
5.25.e. Dairesel kesitli debi damperi ölçüleri .....	33
5.26. Sistem kullanılan ayarlı hava kapısı (düşey mafsallı) .....	34
5.27. Bilgisayar destekli ayarlı hava kapısı sistemi genel görünüşü .....	34
5.28. Açılış formu .....	36
5.29. Form 2 (tüm yollardan geçen hava miktarlarını ayarlama) .....	37
5.30. Akış diyagramı (tüm yollardan geçen hava miktarını ayarlama).....	38
5.31. Form 3 (sadece 2. yoldan (regülatör yolu) geçen hava miktarını ayarlama) .....	40
5.32. Form 4 (sadece 3. yoldan (regülatör olmayan yol) geçen hava miktarını ayarlama) .....	41
5.33. Akış diyagramı (sadece 2. yoldan geçen hava miktarını ayarlama).....	42
5.34. Akış diyagramı (sadece 3. yoldan geçen hava miktarını ayarlama).....	43
5.35. Form 5 (veritabanı ile ilgili form) .....	44
5.36. Form 5 (veritabanı ile ilgili form) .....	45
6.1. Tüm yollardan geçen hava miktarını ayarlamanın zamana bağlı olarak hava miktarı ve konumunun değişimi.....	49
6.2. Sadece 2. yoldan (regülatör yolu) geçen hava miktarını ayarlamanın zamana bağlı olarak hava miktarı ve kapı konumunun değişimi.....	55
6.3. Sadece 3. yoldan (regülatör olmayan yol) geçen hava miktarını ayarlamanın zamana bağlı olarak hava miktarı ve kapı konumunun değişimi.....	59

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.1. Şok faktörüne karşılık gelen (a/A) oranı .....	15
5.1. Çıkış aralığı seçimi .....	23
6.1. Tüm yollardan geçen hava miktarını ayarlama .....	46
6.2. Sadece 2. yoldan (regülatör yolu) geçen hava miktarını ayarlama .....	50
6.3. Sadece 3. yoldan (regülatör olmayan yol) geçen hava miktarını ayarlama .....	56



**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ****Simge Açıklama**

A	Galeri kesit alanı
a	Ayarlı hava kapısı pencere açıklığı
AC	Alternatif akım
C	Galeri çevresi
DC	Doğru akım
(°)	Derece
K	Havanın sürtünme katsayısı
L	Galeri uzunluğu
$Q_i$	i.yoldan geçen hava miktarı
$P_x$	Ani basınç kaybı
$P_v$	Hız basıncı
$R_i$	i.yolun direnci
P	Basınç kaybı
$R_{reg}$	Regülatör direnci
x	Ani şok faktörü
V	Hava hızı
vd.	ve diğerleri

## 1. GİRİŞ

Günümüzün gelişen bilgisayar teknolojisi ile birlikte yeraltı ocaklarında bilgisayar kullanımı gittikçe artmaktadır. Üretim ve verimliliği artırmak, daha güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak amacıyla mekanizasyon, otomasyon ve bilgisayar kontrollü sistemler daha yaygın kullanılmaya başlanmıştır [1]. Özellikle yeraltı ocaklarında çalışanların sağlığını ve güvenliğini tehdit eden, zararlı ve patlayıcı özellikteki gaz ve toz birikimlerinin sürekli olarak izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ülkemiz kömür madenciliğinde bilgisayar kontrollü uzaktan gözlem sistemlerinin yaygınlaşmaya başlaması 80’li yıllarda olmuştur. Günümüzde ise, teknolojideki gelişime bağlı olarak, gözlenen veri çeşitliliği, veri hassasiyeti, veri iletimi ve veri değerlendirilmesindeki artışlara paralel olarak, otomatik kontrol sistemleri de gelişerek iş güvenliğinin sağlanmasını kolaylaştırmıştır [2].

Bilgisayar kontrollü uzaktan gözlem sistemlerinin çoğu üretim ile ilgili olmasına rağmen, bunlar üretimi sağlayan makineleri, aletleri ve üretim ortamını izleyerek gerekli verileri toplar ve analiz için bir merkeze iletirler. Merkeze iletilen bilgiler derlenerek analiz edilir ve bu bilgiler ışığında üretim sistemi veya ortamının verimini arttırıp güvenli ve sağlıklı bir çalışma için gerekli kararlar alınır. Çoğu durumlarda elde edilen veriler kazaların önceden bilinerek, tedbirlerin alınması için uzmana zaman kazandırması nedeniyle, madencilikte bu sistemler “erken uyarı sistemleri” olarak da isimlendirilmektedir [2]. Madencilikte uzaktan gözlem ve kontrol sistemleri, ilk zamanlar sadece ocak yangınları için geliştirilen basit uyarı ve ölçme sistemleri olarak başlamış, ancak çeşitli aşamalardan geçerek günümüzde madenciliğin vazgeçilemez bir parçası haline gelmiştir. Madencilikteki gözlem sistemlerinin gelişimi şu şekilde değerlendirilebilir [1,3]:

1. kademe: Değişik yeraltı parametrelerinin elde taşınan aletlerle ölçülmesidir (örneğin metan ve hava hızının ölçülmesi gibi).

2. kademe: Elektromekanik izleme sistemleridir. Buna örnek olarak vantilatör performansının ve kömür kazı makinelerinin izlenmesi verilebilir.

3. kademe: Her türlü çevresel parametrenin hassas sensörler ile ölçülüp, veri iletim hatları ile merkezi bilgisayara iletilip, analiz edildiği elektronik sistemlerdir.

Yeraltı madenciliğinin en önemli unsurlarından birisi işçi sağlığı ve iş güvenliğini doğrudan ilgilendiren ocak havası veya ocak havalandırmasıdır. Havalandırmanın başlıca amacı; yeraltında çalışan işçilere yeterli ve temiz hava temin etmek, patlayıcı/zararlı gazların ve tozların ocak havasındaki konsantrasyonunu düşürmek ve bunları ocak dışına çıkarmak, derin ocaklarda oluşan ısıyı düşürerek uygun ocak iklimini sağlamaktır. Özellikle yeraltı kömür

madenciliğinde büyük can ve mal kayıplarına neden olan metan ve kömür tozu patlamaları ile ocak yangınları konusunda önceden gerekli tedbirleri almak ve bu patlama ve yangımların oluşmasını önlemek son derece önemlidir. Bu ise ancak ocak ortamının sürekli olarak izlenmesi ve ocak verilerine göre havalandırmanın planlanması ile sağlanabilir.

Bir yeraltı ocak havalandırma planlaması yapılırken, öncelikle çalışan işçi sayısı, olası zararlı gaz ve toz birikimleri gibi farklı durumlar göz önüne alınarak ihtiyaç duyulan hava miktarı belirlenir. Belirlenen bu hava ihtiyacı için, ocak direnci de göz önüne alınarak uygun vantilatör seçimi gerçekleştirilir. Ancak ocağa gönderilen havanın ocak içindeki dağılımı, hava yollarının dirençlerine göre gerçekleşmektedir (normal dağılım). Havanın normal dağılımı ile üretim bölgelerinde arzu edilen hava miktarları her zaman gerçekleşemez. Bu durumda yetersiz havanın neden olacağı işçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili sorunlarla karşılaşılabilir. Dolayısıyla, bu durumlarda havanın ocak için kontrollü olarak dağıtılması gereklidir.

Havanın kontrollü dağıtımı için en çok tercih edilen yöntem, havanın gereğinden fazla gittiği düşünülen hava yollarına tesis edilen “ayarlı hava kapısı/regülatör” kullanımınıdır (negatif ayarlama). Böylelikle, havanın daha az gittiği bölgelere daha fazla hava gönderilebilmektedir. Ancak ayarlı hava kapılarının arzu edilen hava dağılımını gerçekleştirecek şekilde tasarlanması, inşa edilmesi ve değişen koşullara göre yeniden hızlı ve güvenilir olarak düzenlenmesi kolay değildir. Bu nedenle ayarlı hava kapılarının hızlı ve güvenli olarak inşa edilmesi ve değişen şartlara göre yeniden ayarlanmasında otomatik bir sistemin kullanılabilmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, yeraltı madenciliğinde paralel hava yollarında havanın arzu edildiği şekilde kontrollü olarak dağılımının gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, yeraltı şartlarına uyum sağlayacak ve havanın kontrollü olarak dağılımını gerçekleştirecek otomatik bir kapının tasarlanması/imalatı sağlanmış ve sensörlerden gelen verilere göre kapıyı hareket ettirecek bir bilgisayar yazılımı geliştirilmiştir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu çalışma, yeraltı madenciliğinde paralel hava yollarında havanın arzu edildiği şekilde kontrollü olarak dağılımını gerçekleştirmek amacıyla, bilgisayar kontrollü olarak çalışan bir otomatik ayarlı hava kapı sisteminin tasarım ve imalatı ile ilgilidir. Bu amaçla gerek teorik gerekse de uygulamalı olarak ülke veya dünya madenciliğinde bugüne kadar söz konusu sistem ve sistemlere benzer çalışmaların olup olmadığı araştırılmıştır. Bulunan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

McElroy, G.E., 1935 [4], ocak içindeki hava akımının bölgesel, fiziksel özelliklere göre değişimi, grafik ve formüllerle detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Şok kayıplar, galeri uzunlukları, genişleme/daralma, galeri içi nesnelere gibi konulara bağlı olarak regülatörlerden geçen hava akışı teorik olarak incelenmiştir.

Le Roux, W.L., 1979 [5], bu yayında bir açıklıkta meydana gelen basınç değişimleri ve akım modelleri ile ilgili eşitlik türetmeleri yer almaktadır. Regülatör alanıyla, hava akım hızı ve yoğunluğu ve basınç arasındaki ilişki de ortaya konmuştur.

Firganek, vd., 1989 [6], Polonya Staszic kömür ocağında maden havalandırma kontrolleri için deneysel sistemler tanıtmışlardır. Çalışmada, seçilen maden bölgesinde hava akışının uzaktan kontrol edilen otomatik regülatörler vasıtasıyla gerçekleştirilmesi açıklanmıştır. Havalandırma şebekesinin bilgisayar destekli analizinin yanı sıra, uzaktan kontrollü regülatörler ile havalandırma ekonomisi ve hava kalitesi sorunları ilişkilendirilerek tartışılmıştır.

Le Roux, W.L., 1990 [7], yayınladıkları kitapta bir açıklıktan geçen hava akışının hesabıyla ilgili bilgiler verilmiştir. Ayrıca ayarlı hava kapıları ile ilgili önemli bilgiler özetlenmiştir. Yeraltında kullanılan ayarlı hava kapıları ile ilgili bilgilerin yanı sıra, bu kapılardan geçen hava miktarı ile basınç kaybının hesabıyla ilgili teorik bilgiler ve örnek hesaplamalar da verilmiştir.

Strever, M.T. 1995 [8], bu çalışma, Amerika'daki Atık İzolasyon Tesisi'ndeki havalandırmanın uzaktan gözlem ve kontrol sistemiyle ilgilidir. Çalışmada nükleer atıkların depolandığı yeraltı atık imha alanının güvenliği ile ilgili araştırmalar mevcuttur. Havalandırma sisteminin çalışabilirliğini geliştirmek amacıyla yeraltı havalandırması için uzaktan izleme ve kontrol sistemi tasarlanarak kurulmuştur. Sistemde; yeraltındaki stratejik noktalara, havalandırma sisteminin durumuna göre yerleştirilmiş 15 hava hızı sensörü ve 8 basınç farkı sensörü bulunmaktadır. Buna ek olarak, ana yeraltı hava regülatörü üzerine kontrol sistemi yerleştirilmiştir. Bu sistem hem uzaktan hem de lokal olarak kontrol edilebilmektedir. Sensör

çıkıtısı, lokal olarak ve merkezi ve uzaktan algılama sisteminde görüntülenmektedir. Uzaktan algılama sistem operatörü, sensörün verdiği tüm verileri analiz edebilmekte ve yeraltındaki regülatörleri uzaktan kontrol edebilmektedir. Bu çalışma, seçilen sensörlerin tiplerini, yerleştirilmelerini ve uzaktan izleme sistemlerinin ilk örneklerini açıklamaktadır.

Kirk, H., vd., 1995 [9], bu çalışmada VnetPC havalandırma programının Windows işletim sistemine uyumlu bir ara işlemcisi geliştirilmiştir. Böylelikle havalandırma şebeke analizi daha kullanıcı kolaylıklı hale getirilmiştir. Yeraltında 15 hava hızı sensörü, 8 basınç sensörü, yerleştirilerek şebeke analizi için gerçek zamanlı veri sağlanmış ve regülatörlerin lokal ve uzaktan kontrolü sağlanmıştır. Regülatörler için ya sabit hava debisi (Q), ya da sabit hava direnci (R)'ne göre kontrol yapılabilmektedir. Ancak çalışmada kullanılan regülatörlerle ilgili fazla açıklayıcı bilgi bulunmamaktadır.

Kirk H., 1996 [10], bu çalışma, pilot atık ayrıştırma tesisinde yeraltı havalandırma sisteminin durumu hakkında bilgi toplamak için iki adet uzaktan izleme sisteminden bahsetmektedir. Bunlardan birincisi, doğal havalandırma basıncı ve havanın nem içeriği hesaplamalarında kullanılmak üzere sıcaklık, basınç ve relatif nemlilik gibi verileri toplayan psikometrik izleme sistemidir. İkincisi ise, yeraltı havalandırmasının uzaktan izlenme ve kontrol sistemidir. Bu ikinci sistem ile dört ana havalandırma yolunu kontrol eden regülatörlerin durumları uzaktan izlenilmekte ve gerektiğinde kontrol fonksiyonları kullanılarak regülatörlerin yerüstünden açıp kapatılması gerçekleştirilebilmektedir.

McDaniel, K., vd., 1999 [11], bu makale de New Mexico'daki bir atık depolama tesisindeki havalandırma sistemi tanıtılmıştır. Özellikle hava miktarı ölçme sistemlerinden kaynaklanan havalandırma problemleri üzerinde durulmuştur. Hava miktarının ölçülmesinde kullanılan aletlerin hassasiyetlerinin iki dönüştürücü arasındaki mesafe, dönüştürücülerin hava akım eksenine göre açısı ve hava hızı faktörlerine bağlı olduğu ifade edilmiştir.

Gillies, A.D.S., vd., 2002 [12], hava davranışları üzerinde gerçek zaman verileri sağlayan ayarlı hava kapıları ve bilgisayarlı gözlem ve modelleme sistemleri ile hava akışının matematiksel modellemesinin sonuçları verilmiştir. Aynı zamanda yeraltında kullanılan ayarlı hava kapıları ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Çalışmada, ayarlı hava kapılarından geçen havanın hesabı ile ilgili teorik hesaplamaların doğru sonuç vermediği belirtilmiştir. Bunun için ayarlı hava kapılarından geçen havanın miktarının doğru belirlenmesi amacıyla hassas hava miktarı ölçen sensörlere ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır.



Gillies, A.D.S. vd., 2002 [13], bu çalışmada, regülatörlerden geçen hava akışının matematiksel modeli oluşturulmuştur. Sonuçlar, havalandırma şebekelerinde yapılması düşünülen uzaktan gözlem ve kontrol sistemlerinin geliştirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Çalışma yazılım modifikasyonu, optimizasyon çalışmaları ve regülatör modellemesini kapsamaktadır.

Gillies, A.D.S., vd., 2003 [14], bu çalışmada araştırmacılar, havalandırma sisteminde bulunan sensörlerden gelen gerçek zamanlı verileri alarak simülasyon yapan bir yazılım geliştirmişlerdir. Farklı regülatör tasarımları için hava dağılımı teorik olarak incelenmiştir. Geliştirdikleri sistemde basınç, sıcaklık, nem, oksijen, metan, karbon monoksit, karbondioksit sensörlerinin bilgileri gerçek zamanlı alınabilmektedir ve grafik ekranda simülasyonu yapılmaktadır. Sistem gözlem fonksiyonu içermekte ancak kontrol ünitesi eklemek üzere bir alt yapı da oluşturulmaktadır.

Wu, H.W., vd., 2003 [15], araştırmacılar bu çalışmada ayarlı hava kapılarını (regülatörleri) matematiksel olarak incelemiştir. Çeşitli regülatör tipleri için hava akışı ile ilgili formülasyonlar ve grafikler verilmiştir.

Ball, L, 2003 [16], bu çalışmada, havalandırma sisteminin verimini havalandırma şebeke analizi ve uzaktan kontrollü ayarlı hava kapılarının spesifik kullanımı ile analiz ederek iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla önce regülatör bölgelerinde kullanılan sensörlerin doğru ölçüm yapıp yapmadığı kontrol edilmiş ve gerekli kalibrasyon yapılmıştır. Çalışmalar Avustralya'da Cannington Madeni'nde gerçekleştirilmiştir. Yeraltı ocağından elde edilen gerçek zaman verileri, bilgisayar kontrollü şebeke analizinde kullanılarak, havalandırmanın optimize edilmesi ve havalandırma veriminin artırılarak havalandırma masraflarının azaltılmasına çalışılmıştır. Regülatörlerden elde edilen faydanın artırılması için gerçek verilerle havalandırma şebeke hesaplarının yapılması ve çalışma bölgelerine istenen miktarda havanın dağıtılabilmesi amacıyla en uygun regülatör düzenlenmesinin yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada sensörlerin hassasiyeti ve kalibrasyonu önemli bulunarak, gerekli ön çalışmalar yapılmıştır. Özellikle patlatma sonucunda oluşan basınç dalgalarının kullanılan ayarlı hava kapılarının çalışma özelliklerini bozduğu, dolayısıyla daha sağlam, güvenilir uzaktan kontrollü ayarlı hava kapılarının kullanılmasının gerektiği vurgulanmıştır.

A.D.S.Gillies, vd., 2004 [17], bu çalışmada, maden havalandırma sistemindeki değişiklikleri rapor edebilen, değişikliklerin nedenlerini belirleyen, yeraltına gönderilecek hava dağılım dengesini sağlayan, yeraltı havalandırma planlaması için regülatör kurulum yaklaşımlarının geliştirilmesine olanak sağlayan bir bilgisayar yazılımı geliştirmişlerdir.

Araştırmacılar, Avustralya madenlerinde geliştirilen regülatörlerin denenmesi ve sonuçların optimizasyonunu da yapmışlardır.



### 3. HAVA AKIMININ DÜZENLENMESİ

Yeraltı madencilik çalışmalarında, iş güvenliğini sağlayabilmek için, ocağa gönderilen havanın yeraltında belirli bir düzen içerisinde dolaştırılması, hem hava miktarı hem de hava kalitesi açısından gerekli kontrollerin yapılması gerekmektedir. Ocağa giren hava, yeraltında çeşitli yollara dağılır. Bu dağılımının arzu edildiği şekilde gerçekleştirilebilmesi ve istenilen yere istenilen miktarda havayı gönderebilmek için yeraltı madenciliğinde farklı düzeneklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu düzeneklerin başlıcaları şunlardır [18];

- Hava kapıları,
- Hava perdeleri,
- Hava köprüleri,
- Ayarlı hava kapılarıdır.

#### 3.1. Hava Kapıları

Havalandırmada temel prensip, mümkün olduğu kadar bağımsız ve paralel devreler oluşturmak ve bu devrelere gerektiği kadar hava göndermektir. Ocak yollarının uzunluk ve kesitleri ayarlanarak, istenilen miktardaki hava dağıtımı teorik olarak yapılabilir. Uygulamada ise; bu iş çok güç ve hatta olanaksızdır. Bağımsız yolları ayırmak, hava kaçaklarını ve kontrolsüz kısa devreleri önlemek, bir yolun direncini ve dolayısıyla bu yola paralel yoldaki hava akımını arttırmak için hava kapılarına gereksinim duyulmaktadır. Ancak kapılar, insan ve malzeme nakliyatına da olanak sağlarlar. Kapılar genelde ahşaptır. Ağacın işlenmesi, onarımı ucuz ve kolaydır. Yangın tehlikesinin bulunduğu yerlerdeki, sık sık açılıp kapanan ve darbelere maruz kalan kapıların metalden yapılması yararlı olacaktır. Kapıdan tam olarak yararlanmak için, kapının kapalı tutulması gerekir. Kapı, havanın geldiği yöne doğru açılmalıdır, bu durumda hava basıncı kapının kapanmasına yardımcı olur. Kapı kasası, bir miktar eğimli olmalıdır. Bunun neticesinde kapı kendi ağırlığı ile kapanabilmelidir. Hava basıncından dolayı açılması zor olan kapılarda basıncı azaltmak için kapı üzerine bir pencere yerleştirilir ve kapı açılmadan önce bu pencere açılır. Eğer yeraltında trafik çok yoğun ise bu galerilerde çift kapı olmalıdır. İki kapı arasındaki mesafe bir katar uzunluğundan fazla olmalıdır. Bu sayede kapılardan birisi açık iken diğer kapı kapalı olması sebebiyle hava kaçağı olmaz [18, 19].

#### 3.2. Hava Perdeleri

Hava perdeleri, hava kapılarının kullanımının uygun olmadığı yerlerde kullanılır. Ayrıca bir galeri içinde hava giriş ve çıkışlarını ayırmak içinde kullanılırlar. Ancak, verimsiz bir yöntemdir. Bunun için hava boruları tercih edilmektedir. Perde olarak sıkı dokunmuş

branda bezi ve kauçuk ile kaplı olarak yapılmış ise tercih edilmelidir. Ayrıca plastik maddeden veya ahşap olanlarda kullanılabilir [19].

### **3.3. Hava Köprüleri**

Hava köprüleri, giriş (temiz) ve dönüş (kirli) havayolları kesiştiğinde, hava akımına engel olmadan bu iki yolu birbirinden ayırmak için kullanılan yapılara denir [20, 19, 21]. Hava köprüleri, genellikle kömür ocakları havalandırmasında kullanılır. Bu ocaklarda giriş ve dönüş havasının birbirleri ile karşılaşmaktadır. Hava köprülerinde düzgün inşa edilmedikleri takdirde hava kaçağı söz konusudur. Hava kaçağını azaltmak için hava köprüleri beton, tuğla veya galvaniz ile kaplanmış demirden inşa edilirler [20]. Hava köprüleri dayanıklı olmalıdır. Hava akımına karşı direnci az olmalı, giriş ve dönüş havası birbirini etkilememelidir [19].

### **3.4. Ayarlı Hava Kapıları**

Paralel yollardaki farklı hava gereksinimlerinden dolayı hava miktarının ayarlanması ayarlı hava kapıları ile yapılır [18, 19]. Sabit hava kapılarından temel farkı, üzerlerinde kesiti ayarlanan ve hava geçişine olanak sağlayan pencereler bulunmasıdır. Burada önemli olan gerekli hava dağılımını gerçekleştirebilmek üzere ayarlı hava kapıları üzerindeki pencerenin açıklığının doğru hesaplanabilmesi ve daha sonraki olası değişikliklere de ayarlanabilmesidir. Konu daha detaylı olarak aşağıda irdelenecektir.

#### 4. HAVANIN KONTROLLÜ OLARAK DAĞITILMASI

Ocağa gönderilen hava, yolların dirençlerine bağlı olarak doğal bir dağılım gösterir. Bu işlem “serbest dağılım” olarak bilinmektedir. Ancak bu dağılım, genellikle istenilen hava dağılımını yansıtmaz. Başka bir deyişle gerekli yerlerde yeterli miktardaki havayı sağlamaktan uzaktır. Bu nedenle havayı yeraltında değişik yerlere kontrollü olarak göndermek gerekmektedir. Hava miktarını ayarlama işlemi aşağıdaki yöntemlerle yapılır [22]:

- Hava miktarı arttırılması istenen yolun direncini azaltarak (pozitif ayarlama),
- Hava miktarının arttırılması istenen yola yardımcı vantilatör koyarak,
- Hava miktarının azaltılması istenen yola ayarlı hava kapısı (regülatör) koyarak (negatif ayarlama)

##### 4.1. Hava Yolu Direncinin Değiştirilmesi (Pozitif Ayarlama)

Hava yolunun direncinin azaltılması, ya varolan havayolunun kesit alanının arttırılması veya paralel bir hava yolunun açılmasıyla yada sürtünme katsayısının azaltılmasıyla sağlanabilir. Galeri kesit alanının arttırılması başlı başına bir kazı işidir. Havayolunun direncini azaltmak için sürtünme katsayısının azaltılması ise, tahkimat gibi hava akışını engelleyen unsurların hava yolu içinden kaldırılması, galeri yüzeyinin pürüzlerinin sıvanarak giderilmesi ya da galeri içinin temizlenmesi yoluyla gerçekleştirilebilir. Görüldüğü gibi havayolunun direncinin azaltılabilmesi için kullanılan yöntemlerin çoğu masraflı ve zahmetli bir iş olup, kontrollü hava dağılımında ender olarak uygulanmaktadır. Ancak, bazen ocaktan geçen toplam hava miktarını arttırmak için ana girişlerde, örneğin kuyularda bu yöntem uygulanmaktadır [22].

Paralel iki koldan birinin üzerinden geçen hava miktarı Bağntı 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4’den hesaplanır [18] :

$$P_1 = R_1 \times Q_1^2 \quad (4.1)$$

$$P_2 = R_2 \times Q_2^2 \quad (4.2)$$

$$\text{Dolayısıyla, } R_1 \times Q_1^2 = R_2 \times Q_2^2$$

$$Q_1^2 \frac{R_1}{R_2} = Q_2^2$$

$$Q_1 \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} = Q_2$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 \quad (4.3)$$

$Q_2 = Q_T - Q_1$  olduğundan

$$Q_1 \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} = Q_T - Q_1$$

$$Q_1 \left( \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} + 1 \right) = Q_T$$

$$Q_1 = \frac{Q_T}{\left( \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} + 1 \right)} \quad (4.4)$$

bulunur.

Bu eşitlikte,  $R_1$  ve  $R_2$  kolların dirençleri ve  $Q_T$  toplam hava miktarıdır. Buradan görüleceği üzere,  $Q_1$  miktarını  $Q_1'$ 'ye artırmak için  $R_1$  direncini  $R_1'$ 'ye indirmek gerekmektedir.  $R_1'$  direnci ise aşağıdaki Bağıntı 4.5 ve 4.6' dan elde edilir [18].

$$R_1' \times Q_1'^2 = R_2 \times Q_2^2 \quad (4.5)$$

olacaktır. Dolayısıyla,  $R_1' = R_2 \left( \frac{Q_2}{Q_1'} \right)^2$

$$R_1' = R_2 \left( \frac{Q_T - Q_1'}{Q_1'} \right)^2$$

$$R_1' = R_2 \left( \frac{Q_T}{Q_1'} - 1 \right)^2 \quad (4.6)$$

olur.

Galeri kesiti ise aşağıdaki Bağıntı 4.7'den hesaplanır [18]:

$$R_1' = \frac{K \times C \times L}{A^3} \quad (4.7)$$

$$A = \sqrt[3]{\frac{K \times C \times L}{R_1'}} \text{ m}^2 \text{ bulunur.}$$

Bu eşitlikte ;

$A$  = Galerı kesiti,  $\text{m}^2$

$K$  = Sürtünme katsayısı,  $\text{kg}/\text{m}^3$

$C$  = Galeri çevre uzunluğu, m

$L$  = Galeri uzunluğu, m

$R_1$  = Galeri direnci, gaul ( $Nsn^2/m^8$  veya  $kg/m^7$ )

Yukarıdaki A eşitliğinden görüleceği gibi, yeni bir kesit hesaplanırken, kesite bağlı olan C çevresinin de bilinmesi gerekmektedir. Bu yüzden, değişik şekillerin kesitleri ile çevreleri arasındaki bağıntıdan yararlanılır. Örneğin bu bağıntı dairesel kesitli galerilerde, Bağıntı 4.8'de verildiği gibidir [18];

$$\frac{C}{\sqrt{A}} = 3.55 \text{ 'tir.} \quad (4.8)$$

$$R_1 = \frac{K \times C \times L}{A^3} \quad (4.9)$$

Bu değer Bağıntı 4.9'da yerine konursa;  $R_1 = \frac{K \times L \times 3.55}{A^{5/2}}$  ve buradan Bağıntı 4.10'da verilen eşitlik elde edilir ve iki bilinmeyenden biri elenmiş olur.

$$A^{5/2} = \frac{3.55 \times K \times L}{R_1} \quad (4.10)$$

## 4.2. Yardımcı Vantilatör Kullanımı

Bir havayolundan geçen hava miktarını arttırmak için, bu havayolu üzerine yardımcı bir vantilatör yerleştirmek de mümkündür. Bu durumda, direnci belli olan bir havayolu üzerinden, istenen hava miktarını geçirebilmek için gerekli basınç düşümünü karşılayacak bir yardımcı vantilatör seçilerek sorun çözülür [18].

Bu yöntem özellikle oda-topuk işletme yönteminde uygun bir hava dağılımı sağlamak amacıyla sık sık uygulanmaktadır. Genellikle yardımcı vantilatör, yüksek dirençli havayoluna konmalıdır [22]. Yardımcı vantilatör kullanımı bazı sakıncaları beraberinde getirebilir. Bunlar [18]:

1. Yardımcı vantilatörler, genellikle kontrolsüz kısa devre yaratırlar. Bu ise, ani patlamalara, yangınlara, gaz birikimlerine ve toz konsantrasyonunu düşürmek için gerekli sürenin uzamasına neden olur.

2. Yardımcı vantilatörlerin, kontrol ve bakımı daha güçtür. Vantilatörlerin bir an için durması büyük miktarda gaz birikimine ve yeniden çalıştırılması ise bir patlamaya neden olabilir.
3. Bazen, ana vantilatörden daha fazla hava çekerler. Böyle bir durumda istenmeyen sonuçlar doğar ve tüm havalandırma sistemi bozulabilir.
4. Bir ocak yangını veya patlama olduğu zaman, yardımcı vantilatör ya hasara uğrar ya da yanına yaklaşmaz. Böyle bir durumda ise, o bölümdeki havalandırmayı tekrar düzenlemek güçleşir.

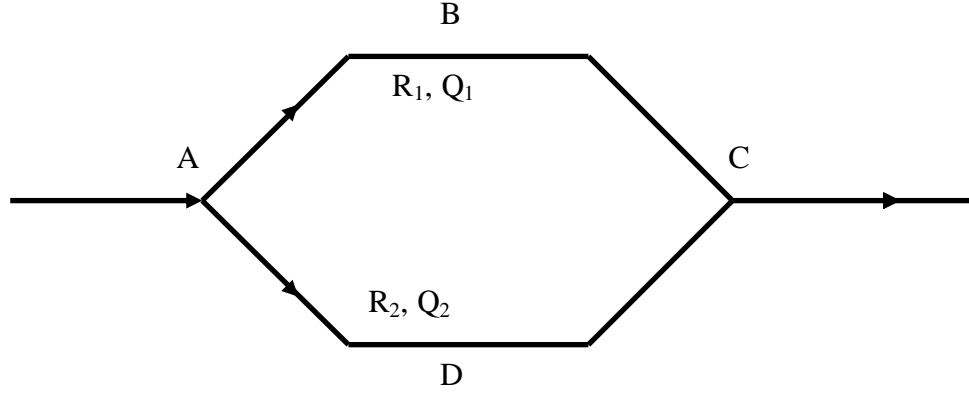
Yardımcı vantilatörlerin yeraltında ocak içine konması özellikle kömür madenciliğinde iyi bir uygulama değildir. Ancak zorunlu durumlarda gerekli önlemler alınarak ocak içinde kullanılabilir. Pratik olarak 250-1000 Pa depresyonda dakikada 1000 m<sup>3</sup>'e kadar hava akımı bu tür vantilatörler ile sağlanabilmektedir. Bu işlem için basınç eğrisi oldukça dik olan vantilatörlerin kullanılması, değişik dirençlerde birbirine yakın hava miktarı sağlaması açısından avantajlıdır. Ancak genelde bu vantilatörler çok düşük verimde çalışmak zorunda kalmaktadır. Bu nedenler ayarlanabilir kanatlı aksiyal tip vantilatörlerin kullanılması problemi kısmen çözecektir. Yardımcı vantilatör, ana vantilatör üzerindeki yükü azaltmakta ve az bir enerji tüketimi ile istenen hava dağılımı sağlanmaktadır [22].

#### **4.3. Ayarlı Hava Kapılarının Kullanılması (Negatif Ayarlama)**

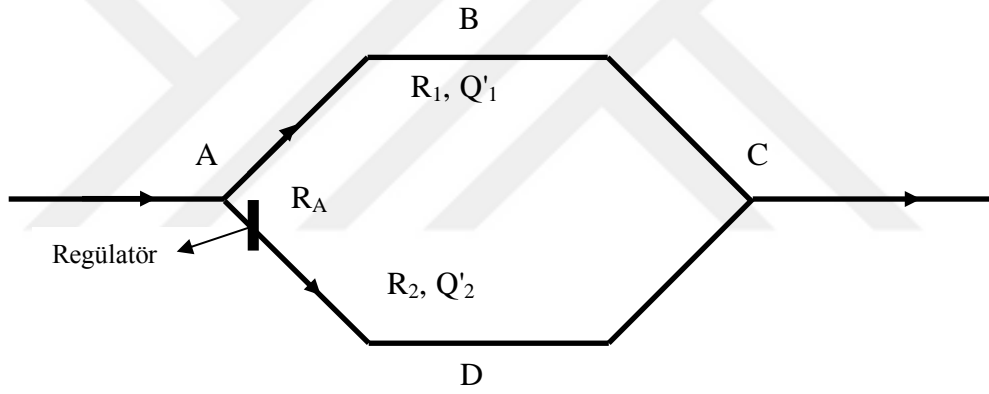
Ayarlı hava kapısı, üzerinde belirli kesitte bir pencere açıklığı olan bir hava kapısı olup, "regülatör" olarak da isimlendirilir [23]. Regülatör, gerekli hava miktarının geçişine izin veren hava kapısı üzerinde oluşturulan ve kesitleri değişen açıklıklardır [20]. Regülatör, pencere açıklığına bağlı olarak yerleştirildiği kolun direncini artırır, dolayısıyla koldan geçen hava miktarının artmasına neden olur [23].

Dirençleri  $R_1$  ve  $R_2$  olan havayollarından, doğal dağılım olarak  $Q_1$  ve  $Q_2$  miktarından hava geçer. Eğer bu dağılım havalandırma yönünden uygun değilse ya da birinci yolun hava miktarının artırılması isteniyorsa bu durum, diğer yola ayarlı hava kapısı konarak sağlanabilir. Şekil 4.1.'de hava miktarının doğal dağılımını ( $Q_1$  ve  $Q_2$ ), Şekil 4.2.'de ise ayarlı hava kapısı konduktan sonraki hava dağılımını ( $Q'_1$  ve  $Q'_2$ ) göstermektedir. Yani ADC havayolundaki hava miktarı, ayarlı hava kapısı konarak  $Q_2$ ' den  $Q'_2$ 'ye düşürülmüştür.





Şekil 4.1. Ayarlı hava kapısı olmaması durumunda hava dağılımı



Şekil 4.2. Ayarlı hava kapısı olma durumunda hava dağılımı

Bu durumda  $Q_1$ 'de  $Q_1'$ 'ye yükselecektir. Konulacak ayarlı kapının alanını belirlemek için öncelikle ayarlı kapının yaratacağı direnç bulunmalıdır. ADC yolunun direnci, ayarlı hava kapı konduktan sonra  $(R_2 + R_{reg})$  değerine yükselmiştir. Yollar bağlandıklarından her yol için basınç düşmesi eşit olacaktır (Bağıntı 4.11) [22].

$$\begin{aligned}
 P_{ABC} &= p_{ADC} = R_1 Q_1'^2 & (4.11) \\
 &= (R_2 + R_{reg}) Q_2'^2 \\
 &= R_2 Q_2'^2 + R_{reg} Q_2'^2 \\
 R_{reg} \frac{R_1 (Q_1')^2 - R_2 Q_2'^2}{Q_2'^2} &= R_1 \left( \frac{Q_1'}{Q_2'} \right)^2 - R_2
 \end{aligned}$$

$\left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)$  yerine (m) konulduğunda ; Bağntı 4.12'de verildiği gibi bulunur.

$$R_{reg} = R_1 m^2 - R_2 \quad (4.12)$$

Ayarlı kapının neden olacağı ani basınç kaybı ise Bağntı 4.13'ten hesaplanır.

$$P_x = R_{reg} Q^2 \quad (4.13)$$

Ayrıca, aynı kayıp Bağntı 4.14, 4.15, 4.16 ve 4.17 de verildiği şekilde hesaplanabilir [22].

$$P_x = x P_v \quad (4.14)$$

$$P_v = v^2 w / 2 \quad (4.15)$$

$$v^2 = Q^2 / A^2 \quad (4.16)$$

$$P_x = x \left( \frac{Q^2 w}{2A^2} \right) \quad (4.17)$$

İki ayrı yöntem ile bulunan P değerleri eşitlendiğinde  $R_{reg}$  değeri Bağntı 4.18 ve 4.19'daki gibi bulunur [22];

$$R_{reg} Q^2 = x \left( \frac{Q^2 w}{2A^2} \right) \quad (4.18)$$

$$R_{reg} = \frac{xw}{2A^2} \quad (4.19)$$

Burada;

$x$  = ani şok faktörü,

$w$  = havanın yoğunluğu,  $kg/m^3$  ve

$A$  = galeri kesit alanı,  $m^2$  dir.

Standart hava yoğunluğu  $1,2 kg/m^3$  alındığında ve Bağntı 4.18'de yerine konduğunda Bağntı 4.20'de verilen eşitlik bulunur.

$$R_{reg} = 0,6 \left( \frac{x}{A^2} \right) \quad (4.20)$$

Ayarlı hava kapısının alanını bulmak için ani şok faktörünün değeri bilinmelidir. Bağntı 4.21’de verilen eşitlik ile ani şok faktörü bulunabilir.

$$x = \frac{R_{reg}}{0,6} A^2 \quad (4.21)$$

(x) değeri bulunduktan sonra ayarlı hava kapısını galeri kesit alanına oranı (a/A) ve çizelge veya grafiksel yöntemlerle bulunabilir. (a/A) oranından yola çıkarak ayarlı hava kapısının alanı bulunabilir. Çizelge 4.1’de şok faktörüne karşılık gelen a/A katsayıları verilmiştir [22].

**Çizelge 4.1.** Şok Faktörüne Karşılık Gelen (a/A) oranı

a/A	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0
x	222	46,1	14,3	7,40	3,60	1,82	0,81	0,38	0,059	0

Bunlara ek olarak Bağntı 4.22 ve 4.23’de verilen ampirik formüller kullanılarak da ayarlı kapının alanı bulunabilir [22].

$$a = \frac{A}{0,65 + 0,8A\sqrt{R_{reg}}} \quad (4.22)$$

Burada;

a = Ayarlı hava kapısı alanı, m<sup>2</sup>

A = Galeri kesit alanı, m<sup>2</sup>

R<sub>reg</sub> = Ayarlı hava kapısının direnci, gaul

a/A oranının 0,5’den büyük olması durumunda ise [22];

$$a = \frac{A}{1 + 0,76A\sqrt{R_{reg}}} \quad (4.23)$$

Bunların dışında Bağntı 4.24’de verilen formülle de ayarlı hava kapısının alanı bulunabilir [24];

$$a = 1,105Q\sqrt{\left(\frac{w}{p}\right)} \quad (4.24)$$

Burada;

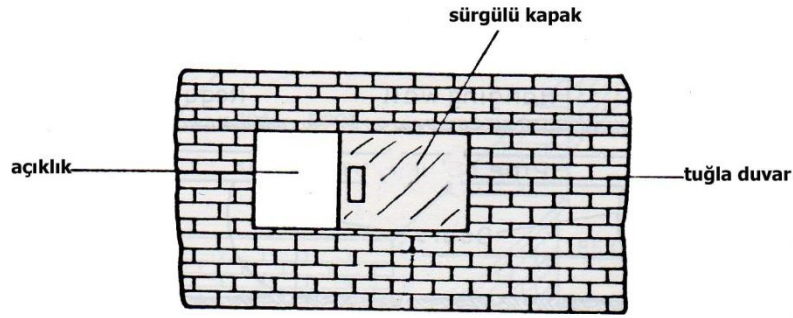
a = Ayarlı hava kapısı alanı, m<sup>2</sup>

Q = Hava debisi, m<sup>3</sup>/sn

$w$  = Hava yoğunluğu,  $\text{kg/m}^3$

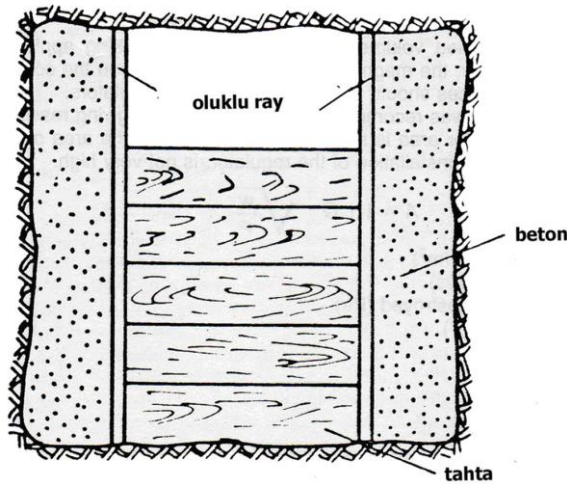
$p$  = Basınç kaybı, Pa

Regulatörler, sabit veya ayarlanabilir tiptedirler [20,21]. Sürgülü regülatör, hareket eden tip regülatördür (Şekil 4.3). Gerekli açıklık ayarlanabilir. Sürgülü regülatör hem metal madenciliğinde hem de kömür madenciliğinde kullanılır [20].



Şekil 4.3. Sürgülü regülatör

Ağaçtan yapılmış regülatör, (Şekil 4.4) yüksek basınç farkının olduğunda kullanılan bir regülatör tipidir. Gerekli açıklık oluklu raydan parça tahta çıkartılıp eklenmesi ile ayarlanır [20].



Şekil 4.4. Tahta tipi regülatör

Tüm regülatör tiplerinde gerekli ayarlamalar sağlam imal edilmeli, ayarlanabilir regülatör tipi kilitlenebilmelidir. Regülatör boyutlarını belirlemek için regülatörün konulacağı yolda oluşturacağı şok kaybının önceden belirlenmesi gerekir [20].

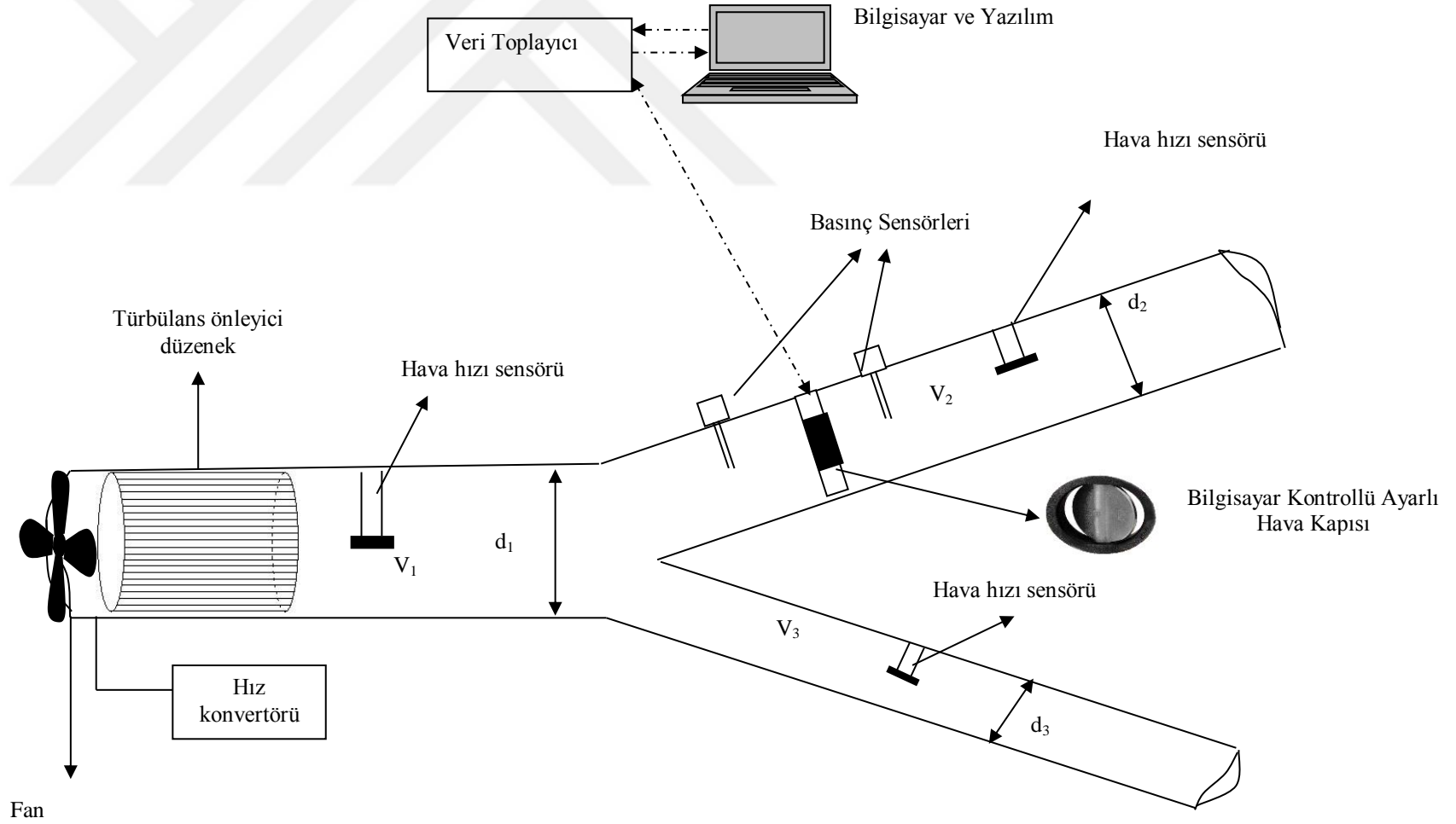
## **5. LABORATUAR ÖLÇEKLİ SİSTEM TASARIMI VE SİSTEM DETAYLARI**

Bu çalışmada, laboratuvar ölçekli bilgisayar kontrollü bir ayarlı hava kapısının mekanik-elektronik tasarımı gerçekleştirilmiştir. Sistemin gerçekleştirilme aşamaları aşağıda özetlenmiştir:

1. Öncelikle yeraltı şartlarını modelleyen bir hava yolu sistemi tasarlanarak, imal edilmiştir.
2. Elektronik olarak kontrol edilebilen bir ayarlı hava kapısı, bu hava yolu sistemine monte edilmiştir.
3. Hava hızı ve basınç farkı gibi parametreleri ölçerek, dijital olarak ortama aktarabilecek sensörler belirlenmiş ve hava yolu sistemine monte edilmiştir.
4. İstenen hava akışını sağlayacak bir üfle-yici vantilatör sisteme monte edilmiştir.
5. Sistemden gelen verileri değerlendirerek arzu edilen havanın dağılımını gerçekleştirecek bir yazılım geliştirilmiştir.
6. Yazılım ve donanımdan oluşan sistemin testleri yapılmıştır.

### **5.1. Laboratuvar Ölçekli Sistemin Özellikleri**

Bilgisayar kontrollü bir ayarlı hava kapısını da içeren sistemin şematik görünümü Şekil 5.1.'de verilmiştir.

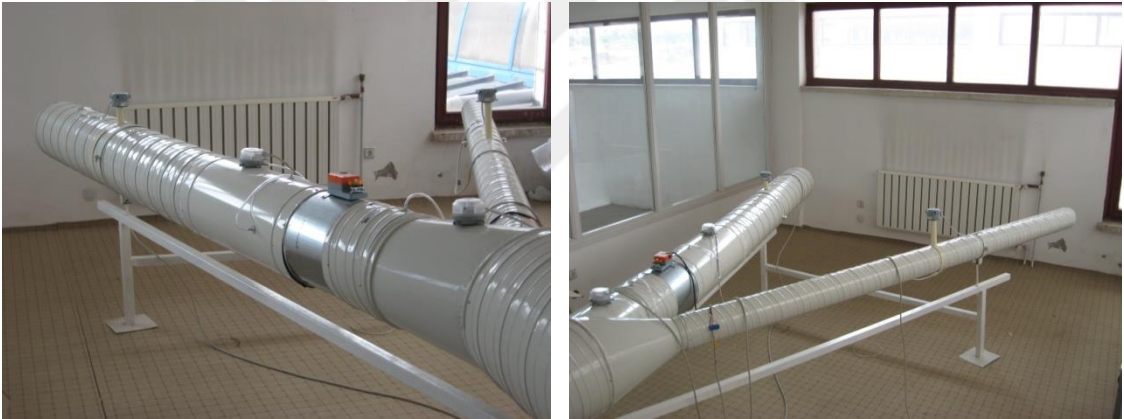


Şekil 5.1. Bilgisayar destekli ayarlı hava kapısı deney düzeneği

## 5.2. Laboratuvar Ölçekli Sistemin Detayları

- $d_1$ ,  $d_2$  ve  $d_3$  farklı çaplarda imal edilerek hava kaçağı olmayacak şekilde bağlanmıştır.
- boru çapları ve uzunlukları:
  - $d_1= 400$  mm ve  $L_1= 2$  m
  - $d_2= 300$  mm ve  $L_2= 2$  m
  - $d_3= 150$  mm ve  $L_3= 2$  m olarak tasarlanmıştır.
- $d_1$  çaplı borunun hava girişine, oluşan türbülansı azaltan düzenek monte edilmiştir.
- Regulator,  $d_2$  çaplı boruya hava kaçağı olmayacak şekilde monte edilmiştir.
- Uygulanan regulator tipi düşey mafsallı kelebek vana şeklindedir.

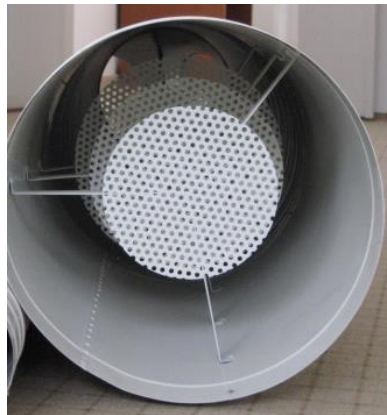
Aşağıda sistem ile ilgili çeşitli görüşler verilmektedir (Şekil 5.2., 5.3., 5.4., 5.5. ve 5.6.)



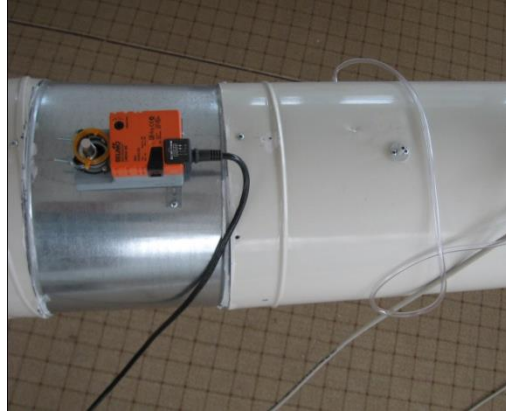
(a)

(b)

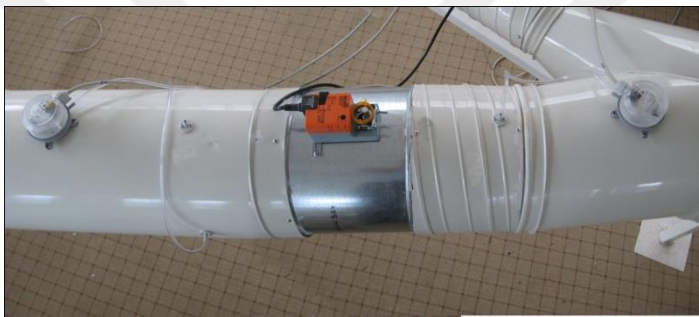
**Şekil 5.2.(a).** Deney düzeneği genel görünüş  
**(b).** Farklı bir açıdan deney düzeneği



**Şekil 5.3.** Türbülans düzenleyici



**Şekil 5.4.** Ayarlı hava kapısı ve adım motoru



(a)



(b)

**Şekil 5.5.(a)** Ayarlı hava kapısı ve basınç sensörleri  
**(b)** 24 V DC güç kaynağı

### 5.3. Sistemde kullanılan mekanik - elektronik cihazlar ve özellikleri

#### 5.3.1. Hava hızı sensörü

Geliştirilen havayolu sisteminde hava hızlarını ölçmek amacıyla kullanılan hız sensörlerinin (Şekil 5.6 ve Şekil 5.7) detayları aşağıda verilmiştir [26].



**Şekil 5.6.** Hava hızı sensörü



### 5.3.1.1. Özellikler

- Kullanıcı tarafından seçilebilen 0-10 V ve 4-20 mA çıkış,
- Kendi kendini test etme özelliği,
- Kullanıcı tarafından seçilebilen 4 farklı ölçüm aralığı (0-4 m/sn, 0-8 m/sn, 0-16 m/sn, 0-32 m/sn),

### 5.3.1.2. Teknik özellikler

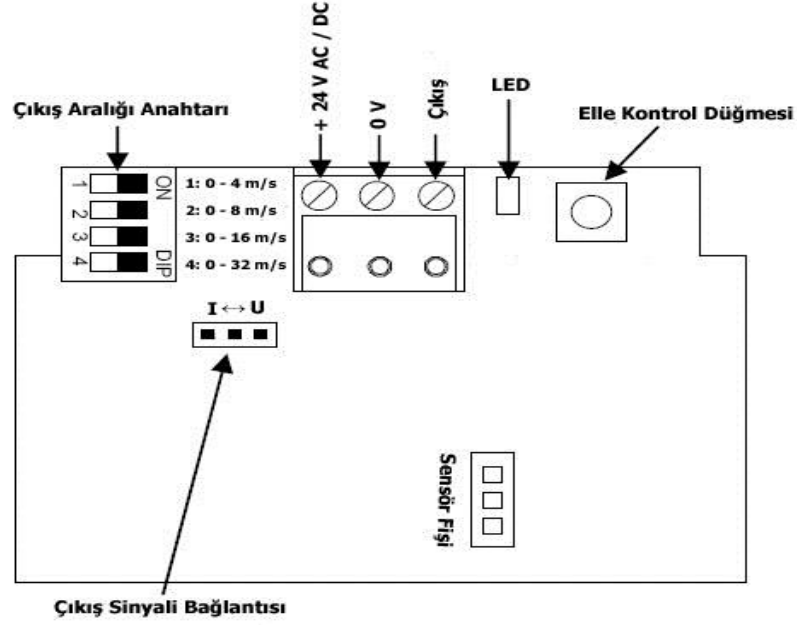
<b>Çıkış Aralığı</b>	:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0 - 4 m/sn</li><li>• 0 - 8 m/sn</li><li>• 0 - 16 m/sn</li><li>• 0 - 32 m/sn</li></ul>
<b>Doğruluk (<math>\pm</math> %3)</b>	:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0 – 4 m/sn <math>\pm</math> 0.12 m/sn</li><li>• 0 – 8 m/sn <math>\pm</math> 0.24 m/sn</li><li>• 0 – 16 m/sn <math>\pm</math> 0.48 m/sn</li><li>• 0 – 32 m/sn <math>\pm</math> 0.96 m/sn</li></ul>
<b>Besleme</b>	:	24 V DC/AC
<b>Maksimum Akım</b>	:	50 mA
<b>Ortam Sıcaklığı</b>	:	- 10°C ile +50°C
<b>Boyut</b>	:	215 mm x 19 mm (çap)



Şekil 5.7. Sistemde kullanılan hava hızı sensörü

### 5.3.1.3. Bağlantılar :

Şekil 5.8.'de hava hızı sensörlerinin bağlantı şekli verilmiştir.



Şekil 5.8. Sensör bağlantısı

### 5.3.1.4. Çıkış sinyali jumper ayarları

Şekil 5.9.'da çıkış sinyalinin jumper ayarları verilmiştir.



Şekil 5.9. Çıkış sinyali jumper ayarları

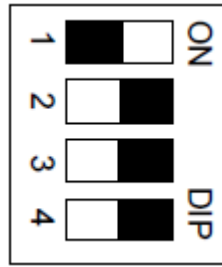
### 5.3.1.5. Çıkış aralığı seçimi

Kullanıcı tarafından seçilebilen 4 farklı ölçüm aralığı bulunmaktadır (0-4 m/sn, 0-8 m/sn, 0-16 m/sn, 0-32 m/sn). Çizelge 5.1.'de çıkış seçim aralıkları verilmiştir.

**Çizelge 5.1. Çıkış Aralığı Seçimi**

Çıkış Aralığı	Çıkış Aralığı Anahtarı			
	1	2	3	4
0 – 4 m/sn	Açık	Kapalı	Kapalı	Kapalı
0 – 8 m/sn	Kapalı	Açık	Kapalı	Kapalı
0 – 16 m/sn	Kapalı	Kapalı	Açık	Kapalı
0 – 32 m/sn	Kapalı	Kapalı	Kapalı	Açık

Örneğin; Şekil 5.10'de çıkış aralığı olarak 0-4 m/sn seçilmiştir.



**Şekil 5.10.** Örnek bir çıkış aralığı görünüşü

### 5.3.2. Fark basınç sensörü

Geliştirilen havayolu sisteminde kapı önü ve arkasındaki basınç farklarını ölçmek amacıyla kullanılan basınç sensörlerinin (Şekil 5.11 ve Şekil 5.12) detayları aşağıda verilmiştir [27].



**Şekil 5.11.** Basınç sensörü

### 5.3.2.1. Genel tanıtım

Fark basınç sensörleri ısıtma-soğutma-havalandırma sistemlerinde ağırlıklı olarak fan debilerini ayarlama için kullanılmaktadır. Bir anahtar sayesinde bir üst çalışma aralığına ayarlanabilmektedir.



Şekil 5.12. Sistemde kullanılan basınç sensörü

### 5.3.2.2. Teknik veriler

<b>Besleme Gerilimi</b>	: 24 VAC/VDC
<b>Çıkış Sinyali</b>	: 0-10 Volt ve 4-20 mA
<b>Besleme Akımı</b>	: 30 mA
<b>Çıkış Akımı</b>	: Maksimum 10 mA
<b>Çalışma Sıcaklığı</b>	: 0 - 50°C
<b>Depolama Sıcaklığı</b>	: -10 - 70°C
<b>Nem</b>	: 0 - %95 rel.
<b>Ölçüm Aralığı</b>	: 0 - 500 Pa
<b>Tepkime Süresi</b>	: 100 ms ve 1 sn
<b>Basınç Birimi</b>	: Pascal
<b>Basınç Bağlantıları</b>	: 2 plastik hortum, çap 6 mm
<b>Elektrik Bağlantısı</b>	: Vidalı terminal, maksimum 1,5 mm <sup>2</sup> kablo
<b>Ağırlık</b>	: 130 gr
<b>Ekran</b>	: Yok

### 5.3.3. Üfleyici vantilatör

Geliştirilen havayolu sisteminde arzu edilen hava akışını sağlamak amacıyla kullanılan üfleyici vantilatörün (Şekil 5.13. ve Şekil 5.14.) detayları aşağıda verilmiştir [28].



Şekil 5.13. Üfleyici vantilatör

#### 5.3.3.1. Teknik ve tasarım özellikleri

- Elektrik kaynağı, Tek faz 230V 50/60Hz,
- Çelik kasa,
- Alüminyum pervane,
- Hız, 1400 d/d,
- Maksimum güç absorbesi, 665 W,
- Maksimum akım absorbesi, 2,97 A,
- Maksimum güç absorbesi 345 W,
- Maksimum akım absorbesi 1,53 A,
- Maksimum çalışma sıcaklığı 40°C,
- Maksimum debi, 5500 m<sup>3</sup>/h
- Ses basınç seviyesi 44 dBA,
- Çap 355 mm,
- Ağırlık 19,0 kg,



**Şekil 5.14.** Sistemde kullanılan üfleyici vantilatör

#### **5.3.4. Motor hız kontrol cihazı (frekans konvertörü)**

Bu cihazlar, motorların devirlerini kontrol etmek için kullanılan bir dizi frekans değiştiricidir. Mikro-işlemciler tarafından kontrol edilen ve yalıtılmış iki kutuplu geçit devreli transistör tekniğini kullanmaktadır. Bu özellik onu güvenilir ve çok yönlü yapmaktadır. Frekansı değiştirilebilen özel bir pals (darbe) genişliği modülasyon yöntemi sayesinde motorların sessizce çalışması sağlanmaktadır [29]. Şekil 5.15. ve Şekil 5.16.’de motor hız kontrol cihazı verilmiştir.



(a)



(b)

**Şekil 5.15.(a).** Hız konvertörü  
**(b).** Ön panel



**Şekil 5.16.** Sistemde kullanılan motor hız kontrol cihazı

#### 5.3.4.1. Teknik özellikler

- Kolay kurulum, parametrelendirme ve devreye alma,
- Kumanda sinyalleri için hızlıca tekrarlanan yanıtlama süresi,
- Basit kablo bağlantısı,
- Oldukça esnek konfigürasyon için modüler tasarım,
- Gürültü seviyesi düşük motor işletimi için yüksek anahtarlama frekansları,
- Çalışma sıcaklığı minimum - 10°C, maksimum + 50°C,
- Ana besleme şebekesi voltajı 200 ila 240 V ± % 10,
- Depolama,

### 5.3.5. M serisi çok fonksiyonlu USB veri toplama cihazı

M serisi çok fonksiyonlu USB veri toplama cihazları üstün doğruluk için hızlı örnekleme oranları için optimize edilmişlerdir. Bu seri cihazlar test, kontrol, taşınabilir veri kaydı, alan izleme, araç içi veri toplama ve akademik tasarım uygulamaları için idealdirler [30]. Sistemde kullanılan veri toplama cihazı Şekil 5.17 ve Şekil 5.19’de verilmiştir.



Şekil 5.17. M serisi USB veri toplama cihazı

### Gereksinim ve Uyumluluk

<b>İşletim sistemi</b>	: Windows XP, Windows Vista x64 / x86
<b>Sürücü</b>	: NI-DAQmx
<b>Yazılım Uyumluluğu</b>	: ANCI C/C++, LabVIEW, LabVIEW Signal Express, Visual Studio. Net, Visual C#, Measurement Studio.
<b>Çalışma Sıcaklığı</b>	: 0 – 45°C
<b>Özellikler</b>	
<b>Bağlantı</b>	: Vidalı



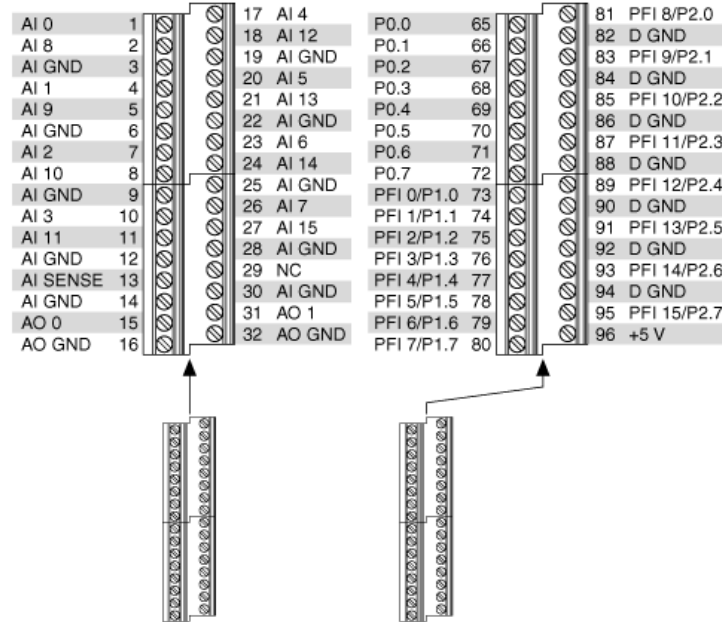
### Analog giriş

Kanal sayısı	: 16
Analog giriş çözünürlüğü	: 16 bit
Analog giriş maksimum hızı	: 250 kS/s
Veri Giriş Aralığı	: $\pm 10\text{ V}, \pm 5\text{ V}, \pm 1\text{ V}$

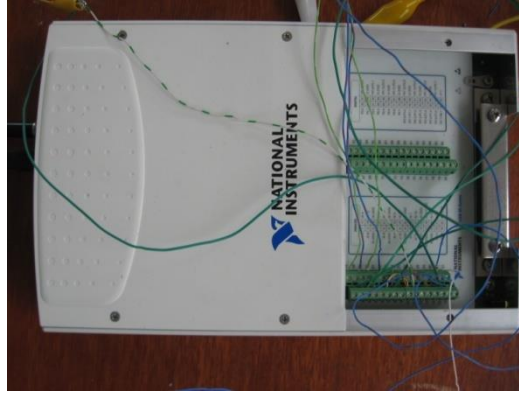
### Analog çıkış

Analog çıkış	: 2 adet
Analog çıkış çözünürlüğü	: 16 bit
Veri Çıkış aralığı	: $\pm 10\text{ V}$
Çıkış Bağlantısı	: DC
Analog çıkış maksimum hızı	: 833 kS/s

Şekil 5.18’de veri toplama cihazının bağlantı kablo işlev şeması verilmiştir.



Şekil 5.18. Vidalı bağlantı kablo işlev şeması



**Şekil 5.19.** Sistemde kullanılan veri toplama cihazı ve bağlantıları

### 5.3.6. Damper motoru

Motor standart bir 0 - 10 volt sinyal ile kontrol edilmektedir. Verilen sinyal oranında damperi açar. Geri besleme sinyali (U) sayesinde motorun konumu elektriksel olarak izlenebilmektedir. Kelepçe mekanizması sayesinde damper miline doğrudan basit bir şekilde montaj yapılabilmektedir. Mekanik sınırlayıcılar ile her iki yönde de dönme açısı ayarlanabilir. Şekil 5.20. ve Şekil 5.21.'de verilen damper motorunun teknik özellikleri aşağıda verilmiştir [31].



**Şekil 5.20.** Damper motoru [31]

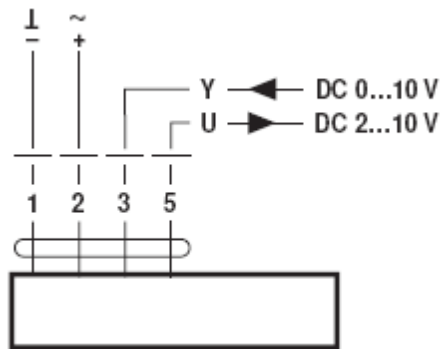
<b>Tork</b>	: 5 Nm
<b>Nominal Besleme Gerilimi</b>	: AC/DC 24 volt , 50-60 Hz
<b>Kontrol</b>	: Oransal DC 0-10 volt
<b>Geri besleme</b>	: DC 2-10 volt, maksimum 1 mA
<b>Çalışma Gerilim Aralığı</b>	: AC/DC 19,2 – 28,8 volt

<b>Güç Tüketimi</b>	: 1W nominal tork (hareket halinde) 0,4 W (beklemede)
<b>Konum Hassasiyeti</b>	: $\pm \% 5$
<b>Dönme yönü</b>	: 0 / 1 (anahtar ile seçilebilir)
<b>Dönme Açısı</b>	: Maksimum 95°, her iki yöne de ayarlanabilir mekanik sınırlama
<b>Çalışma Süresi</b>	: 150 s
<b>Gürültü Düzeyi</b>	: Maksimum 95 dBA

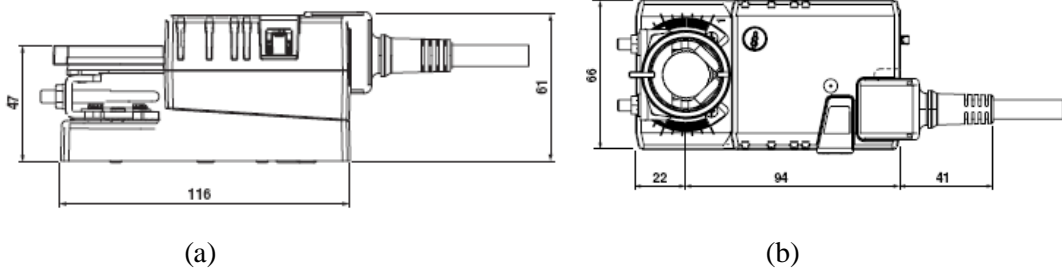


Şekil 5.21. Sistemde kullanılan adım motor

Şekil 5.22’de damper motorunun elektrik bağlantısı, Şekil 5.23.’de bu motorun boyutları verilmiştir.



Şekil 5.22. Adım motoru elektrik bağlantısı.



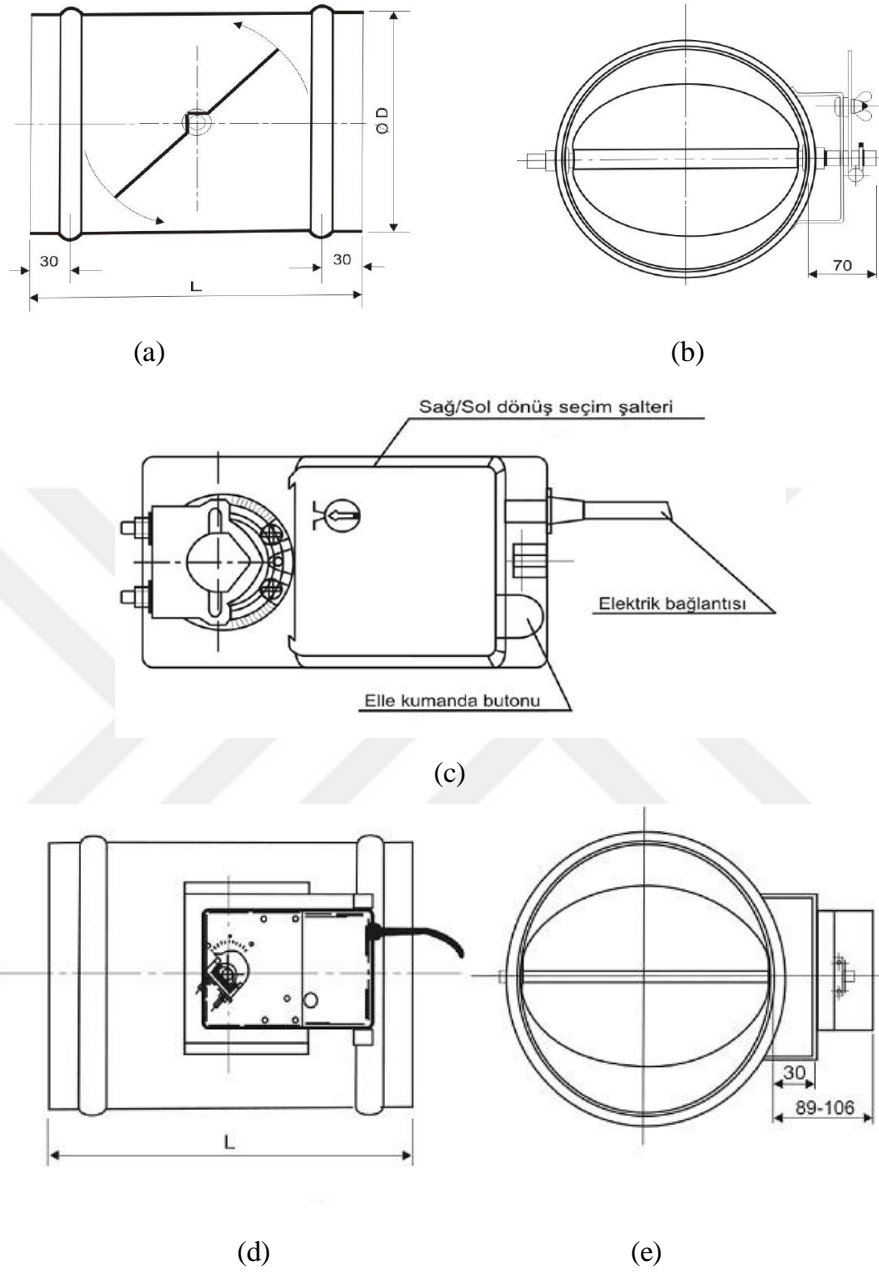
Şekil 5.23. (a) ve (b) Adım motoru boyutları

### 5.3.7. Dairesel kesitli debi damperi

Hava damperi hava akışını kesmek veya ayarlamak için kullanılmaktadır. Damper kanat ve gövdeleri galvanizli sacdan, mili st.37 çelikten ve mil yatakları özel plastik yapılmıştır. Kanat hareket mekanizması servo motor montaj kaideli olarak yapılmıştır. Şekil 5.23’de dairesel kesitli debi damperi ve Şekil 5.24’de ise ölçüleri verilmiştir [32].



Şekil 5.24. Dairesel kesitli debi damperi [32]



**Şekil 5.25.** (a), (b), (c), (d) ve (e) Dairesel kesitli debi damperi ölçüleri [32]

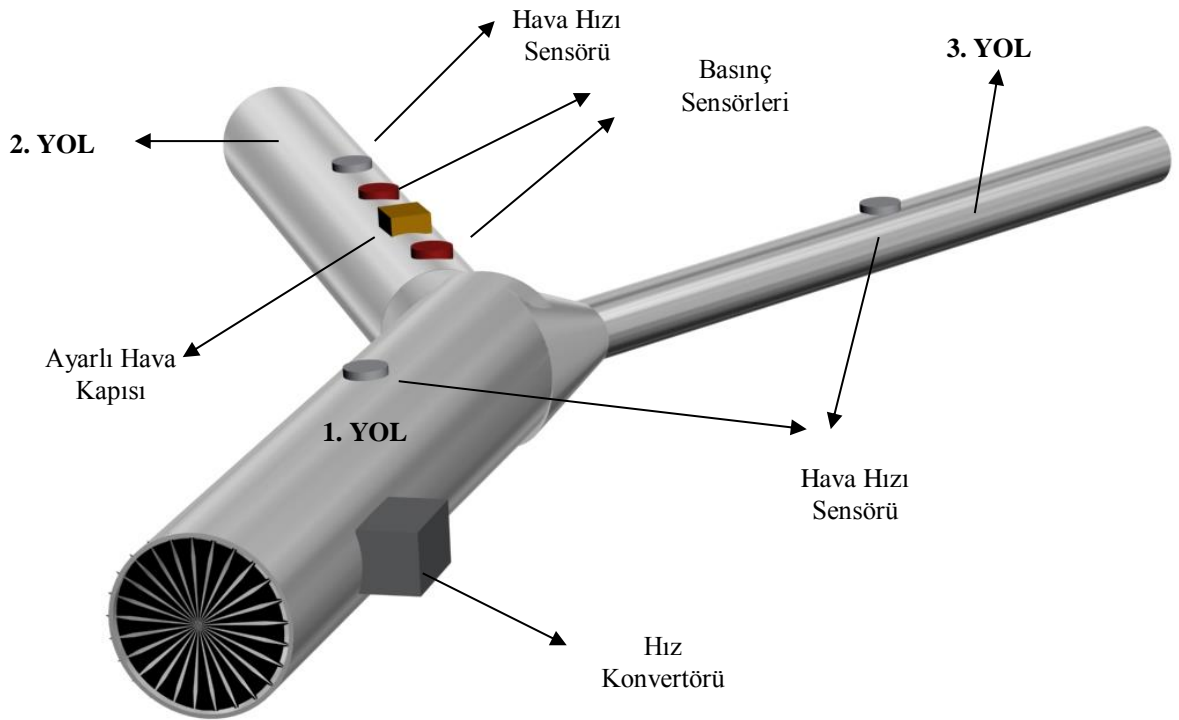
Şekil 5.26'de sistemde kullanılan düşey mafsallı ayarlı hava kapısının şekli verilmiştir.



Şekil 5.26. Sistem kullanılan ayarlı hava kapısı (düşey mafsalı)

#### 5.4. Bilgisayar Destekli Ayarlı Hava Kapısı Yazılımı

Bilgisayar destekli ayarlı hava kapısı sisteminin genel görünüşü, Şekil 5.27.'de verilmiştir. Bilgisayar destekli ayarlı hava kapısı ile kontrollü hava dağılımı için veri toplama cihazı ile uyumluluğu göz önüne alınarak “Visual C#” programlama dili kullanılmıştır. Ayrıca verilerin veritabanına kaydedilmesi için “postgresql” programı kullanılmıştır. Bilgisayar destekli ayarlı hava kapısı ile kontrollü hava dağılımı için yazılan programın kullanılması ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.27. Bilgisayar destekli ayarlı hava kapısı sistemi genel görünüşü

Programın ilk çalışması ile kullanıcı ekranına “Açılış Formu” gelmektedir. Şekil 5.28.’de bu form verilmektedir. Bu formda kullanıcıya 3 adet seçenek (senaryo) sunulmaktadır.

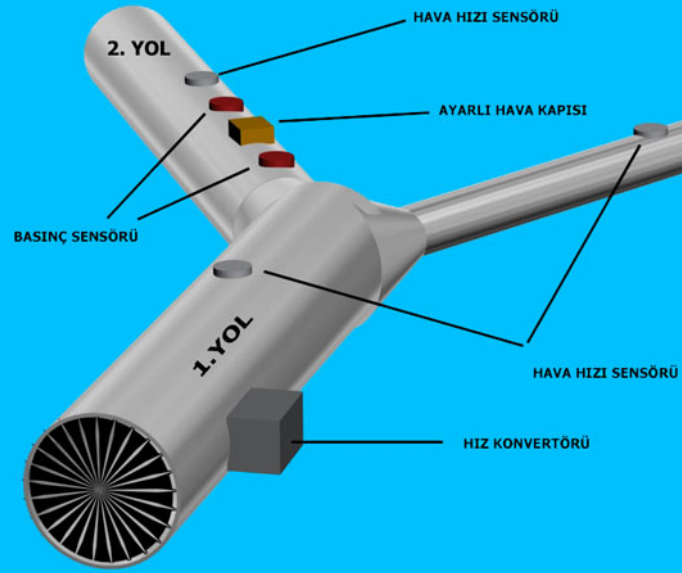
1. Tüm Yollardan Geçen Hava Miktarını Ayarlama,
2. Sadece 2. Yoldan (regülatör yolu) Geçen Hava Miktarını Ayarlama,
3. Sadece 3. Yoldan (regülatör olmayan yol) Geçen Hava Miktarını Ayarlama,

Kullanıcı tarafından eğer “Tüm Yollardan Geçen Hava Miktarlarını Ayarlama” seçilirse kullanıcı ekranına Şekil 5.29.’de verilen Form 2 açılmaktadır.

Bu formda hava hızı ve debi ölçümleri, basınç farkı ölçümleri, 1. yoldan geçecek hava miktarı, 2. yoldan geçecek hava miktarı, 3. yoldan geçecek hava miktarı, tarih, zaman, kapı konumunun açıklığının grafiksel görünümü ve kapı açıklık derecesi gösterilmektedir.

Bu forma kullanıcı tarafından 2. ve 3. yoldan geçecek hava miktarları girilir. Sistem 2. yoldan ve 3. yoldan geçen hava miktarlarını ayarlamak için ayarlı hava kapısını kapatmaya başlayacaktır. Aynı zamanda 2. ve 3. yoldan geçen hava miktarlarının toplamı 1. yoldan geçen hava miktarına eşit olmasından dolayı vantilatörü de 1. yoldan geçecek olan miktara göre çalıştırmaya devam edecektir. Şekil 5.30’da “Tüm Yollardan Geçen Hava Miktarlarını Ayarlama” ile ilgili akış diyagramı verilmiştir.

## BİLGİSAYAR DESTEKLİ AYARLI HAVA KAPISI İLE KONTROLLÜ HAVA DAĞILIMI



- Tüm Yollardan Geçen Hava Miktarlarını Ayarlama
- 2. Yoldan Geçen Hava Miktarını Ayarlama
- 3. Yoldan Geçen Hava Miktarını Ayarlama

TAMAM

TEMİZLE

ÇIKIŞ

Şekil 5.28. Açılış Formu



Form2

**HAVA HIZI VE DEBİ ÖLÇÜMLERİ**

Sensör - 1

3,04167 m/sn

0,38223 m<sup>3</sup>/sn

23 m<sup>3</sup>/dk

Sensör - 2

4,22608 m/sn

0,29872 m<sup>3</sup>/sn

18 m<sup>3</sup>/dk

Sensör - 3

4,56603 m/sn

0,08069 m<sup>3</sup>/sn

5 m<sup>3</sup>/dk

**BASINÇ FARKI ÖLÇÜMLERİ**

P1 (Kapı Önü Basınç) 16,60 Pa

P2 (Kapı Arkası Basınç) 15,40 Pa

BASINÇ FARKI 1,20 Pa

R (Kapı Direnci) 0,34 Gaul

1.Yoldan Gececek Hava Miktarı (m<sup>3</sup>/dk) :

23

2.Yoldan Gececek Hava Miktarı (m<sup>3</sup>/dk) :

15 15

3.Yoldan Gececek Hava Miktarı (m<sup>3</sup>/dk) :

8 8

GİR

**TARİH ve ZAMAN**

Tarih : 14 Haziran 2010 Pazartesi

Saat : 13:17:01


~ KAPI KONUMU ~

TAM AÇIK

TAM KAPALI

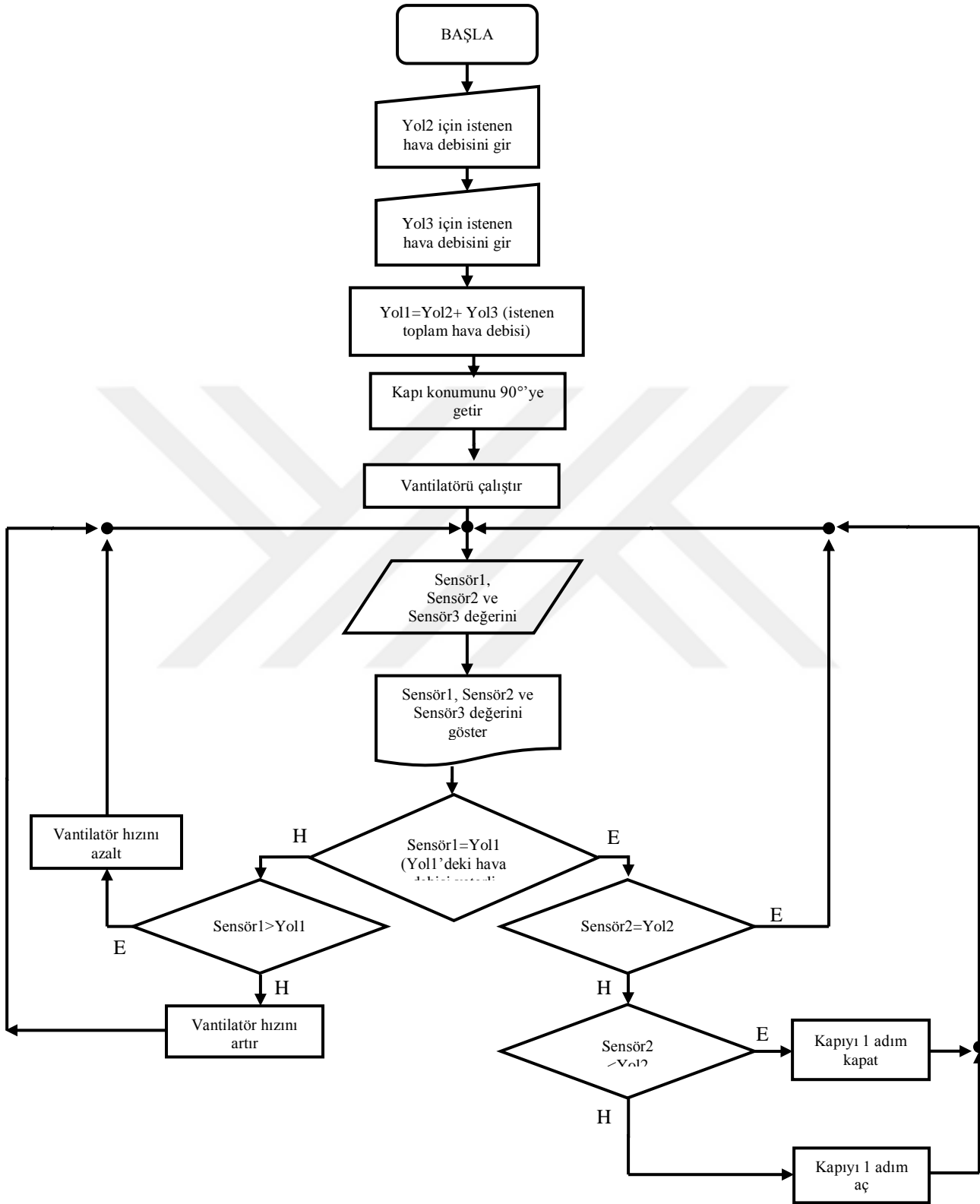
KAPI AÇIKLIK DERECESESİ : 79 °

VERİ TABANI



BAŞLA GERİ ÇIKIŞ

Şekil 5.29. Form 2 (Tüm yollardan geçen hava miktarlarını ayarlama)



Şekil 5.30. Akış Diyagramı (Tüm yollardan geçen hava miktarlarını ayarlama)

Kullanıcı tarafından eğer “Sadece 2. Yoldan Geçen Hava Miktarını Ayarlama” seçilirse kullanıcı ekranına Şekil 5.31’de verilen Form 3 açılmaktadır.

Bu formda hava hızı ve debi ölçümleri, basınç farkı ölçümleri, 2. yoldan geçecek hava miktarı, tarih, zaman, kapı konumunun açıklığının grafiksel görünümü ve kapı açıklık derecesi gösterilmektedir. Kullanıcı 2. yoldan geçecek hava miktarını girdiğinde kapı bu yoldan geçecek hava miktarını ayarlayıncaya kadar ayarlı hava kapısını açıp kapatmaktadır.

Kullanıcı tarafından eğer “Sadece 3. Yoldan Geçen Hava Miktarını Ayarlama” seçilirse kullanıcı ekranına Şekil 5.32’de verilen Form 4 açılmaktadır.

Bu formda hava hızı ve debi ölçümleri, basınç farkı ölçümleri, 3. yoldan geçecek hava miktarı, tarih, zaman, kapı konumunun açıklığının grafiksel görünümü ve kapı açıklık derecesi gösterilmektedir. Kullanıcı 3. yoldan geçecek hava miktarını girdiğinde kapı bu yoldan geçecek hava miktarını ayarlayıncaya kadar ayarlı hava kapısını açıp kapatmaktadır.

“Sadece 2. Yoldan Geçen Hava Miktarını Ayarlama” ile ilgili akış diyagramı Şekil 5.33’de, “Sadece 3. Yoldan Geçen Hava Miktarını Ayarlama” ile ilgili akış diyagramı ise Şekil 5.34’de verilmiştir.

Elde edilen veriler “postgresql” veritabanı programı sayesinde veritabanına kaydedilmektedir. Hava debisi, kapı konumu, istenilen hava miktarları, tarih, zaman, kapı önü ve arkası basınç ölçümleri, kapı önü ve kapı arkası basınç farkı, kapı direnci verileri veritabanına kaydedilmektedir.

Formlardaki veritabanı butonuna basıldığında ekrana Şekil 5.35. ve Şekil 5.36.’de verilen Form 5 gelmektedir. Bu formda kullanıcı her yoldaki hava debisini, sisteme girilen istenilen hava miktarını, kapı konumunu, kapı önü, kapı arkası ve aralarındaki farkı, kapı direncini, tarih, zaman gibi veritabanına kaydedilen verileri ekrana getirebilmektedir.

Form3

**HAVA HIZI VE DEBİ ÖLÇÜMLERİ**

Sensör - 1

4.49026 m/sn

0.56426 m3/sn

34 m3/dk

Sensör - 2

5.98452 m/sn

0.42302 m3/sn

25 m3/dk

Sensör - 3

7.85922 m/sn

0.13888 m3/sn

9 m3/dk

**BASINÇ FARKI ÖLÇÜMLERİ**

P1(Kapı Önü Basıncı) 51.10 Pa

P2 (Kapı Arkası Basıncı) 30.84 Pa

BASINÇ FARKI 20.26 Pa

R (Kapı Direnci) 0,02 Gaul

2.Yoldan Gececek Hava Miktarı (m3/dk) :

17 17

GİR

**TARİH ve ZAMAN**

Tarih : 14 Haziran 2010 Pazartesi

Saat : 13:23:23

~ KAPI KONUMU ~


TAM AÇIK

TAM KAPALI

KAPI AÇIKLIK DERESESİ : 69 °

VERİ TABANI

BAŞLA ÇIKIŞ GERİ



Şekil 5.31. Form 3 (Sadece 2. yoldan (regülatör yolu) geçen hava miktarını ayarlama)

Form4

**HAVA HIZI VE DEBİ ÖLÇÜMLERİ**

Sensör - 1

4,33040 m/sn

0,54417 m<sup>3</sup>/sn

33 m<sup>3</sup>/dk

Sensör - 2

5,99905 m/sn

0,42405 m<sup>3</sup>/sn

25 m<sup>3</sup>/dk

Sensör - 3

6,75267 m/sn

0,11933 m<sup>3</sup>/sn

8 m<sup>3</sup>/dk

**BASINÇ FARKI ÖLÇÜMLERİ**

P1(Kapı Önü Basınç) 36,581 Pa

P2 (Kapı Arkası Basınç) 32,316 Pa

BASINÇ FARKI 4,27 Pa

R (Kapı Direnci) 0,07 Gaul

3.Yoldan Gececek Hava Miktarı (m<sup>3</sup>/dk) :

11 11

GİR


**TARİH ve ZAMAN**

Tarih : 14 Haziran 2010 Pazartesi

Saat : 13:34:53

~ KAPI KONUMU ~


TAM AÇIK



TAM KAPALI

KAPI AÇIKLIK DERECESESİ : 74 °

VERİ TABANI

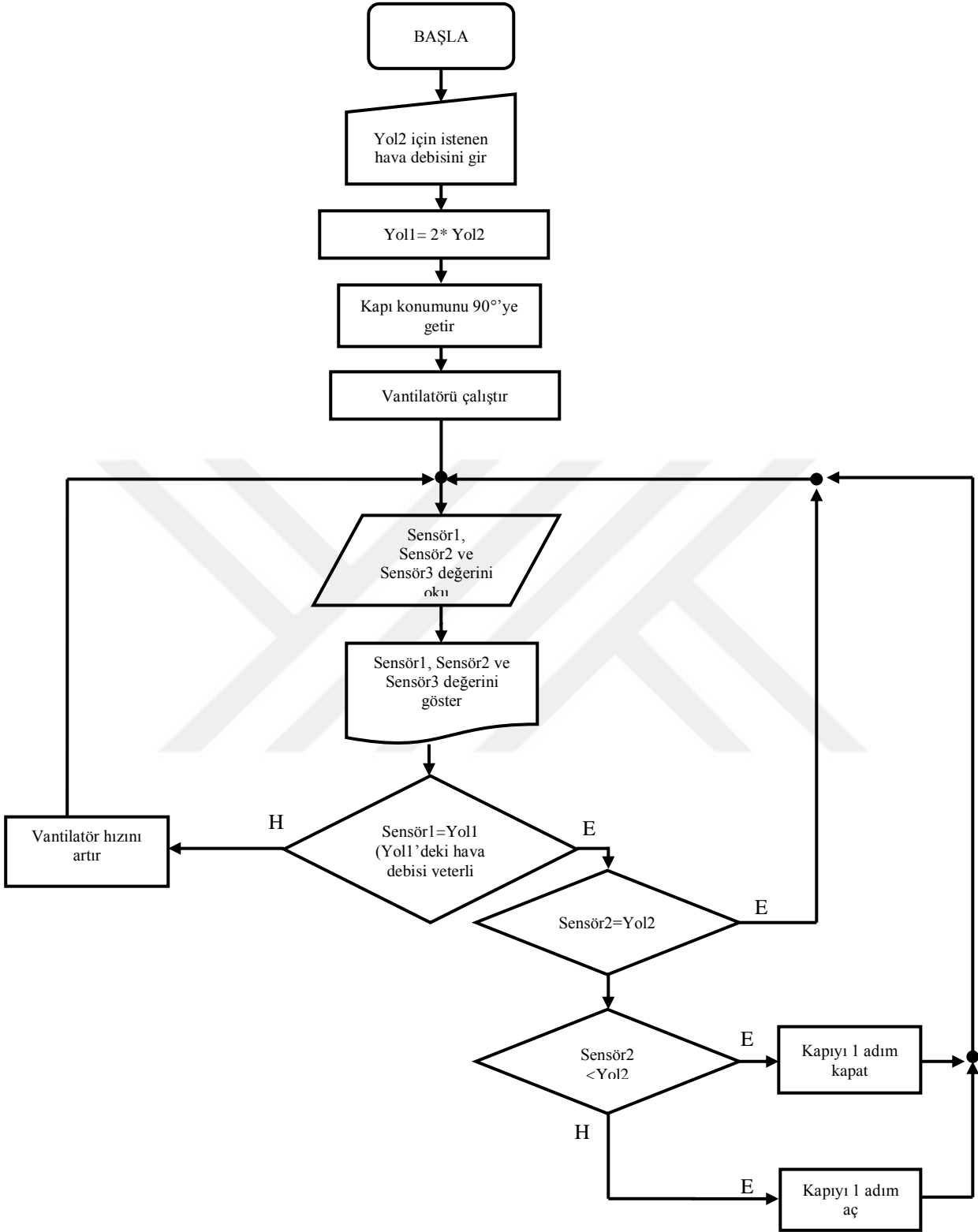


BAŞLA

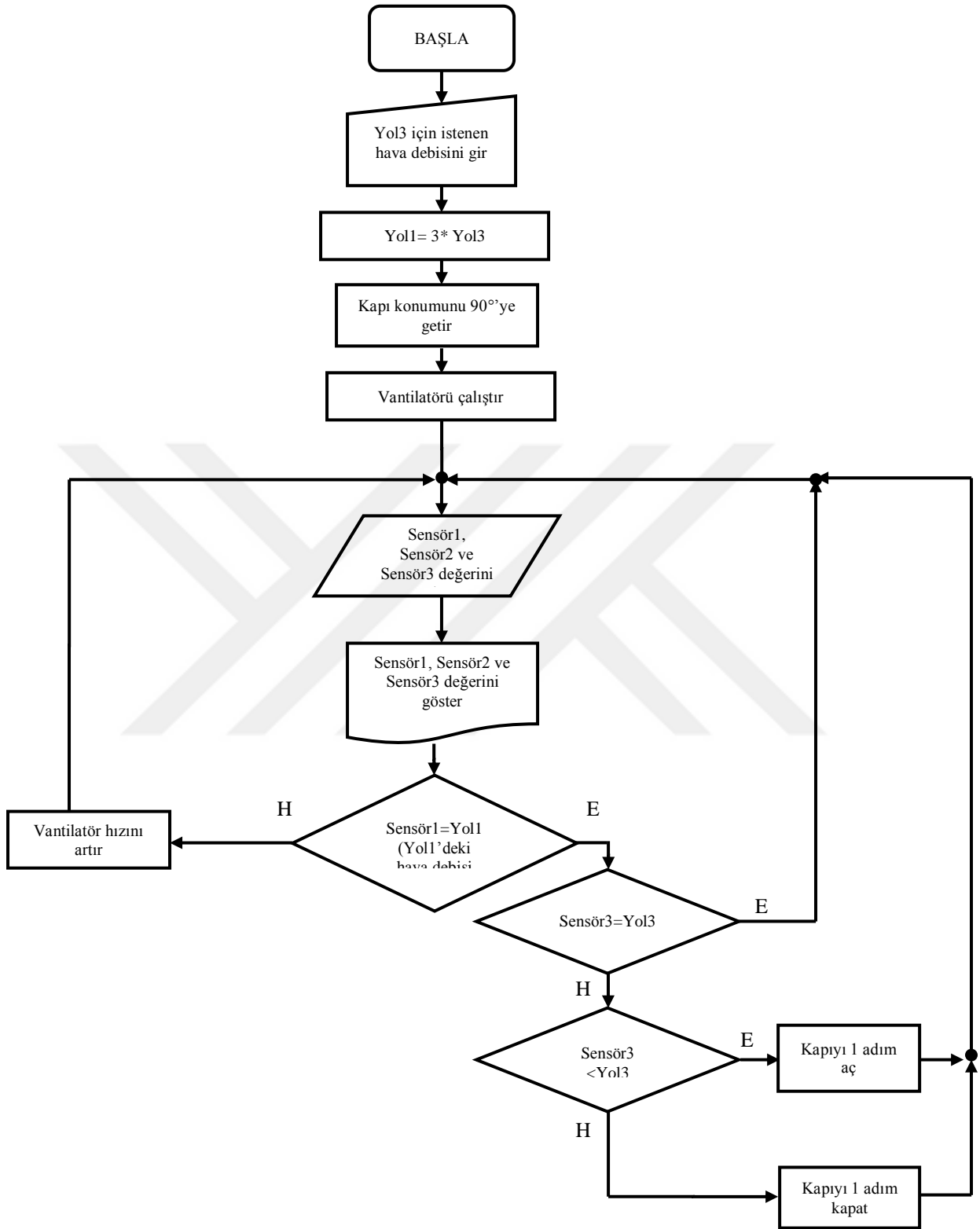
ÇIKIŞ

GERİ

Şekil 5.32. Form 4 (Sadece 3. Yoldan (regülâtör olmayan yol) Geçen Hava Miktarını Ayarlama)



Şekil 5.33. Akış Diyagramı (Sadece 2. yoldan geçen hava miktarını ayarlama)



Şekil 5.34. Akış Diyagramı (Sadece 3. yoldan geçen hava miktarını ayarlama)

Form5

14 Haziran 2010 Pazartesi İLE 14 Haziran 2010 Pazartesi ARASI

HAVA HIZI VERİLERİ

BASINÇ ve BASINÇ FARKI VERİLERİ

GERİ

ÇIKIŞ

Sıra No	Hava Hızı Sensörü 1	Hava Hızı Sensörü 2	Hava Hızı Sensörü 3	1. Yol İçin İstenen Hava Miktarı (m3/dk)	Kapı Konumu (°)	tarih	zaman	2.Yol İçin İstenen Hava Miktarı (m3/dk)	3.Yol İçin İstenen Hava Miktarı (m3/dk)
1746	33	26	7	33	84	14.06.2010	12:48:06		11
1747	33	26	7	33	84	14.06.2010	12:48:07		11
1748	33	26	7	33	84	14.06.2010	12:48:08		11
1749	33	26	7	33	84	14.06.2010	12:48:09		11
1750	33	25	7	33	82	14.06.2010	12:48:10		11
1751	33	25	7	33	82	14.06.2010	12:48:11		11
1752	33	25	7	33	82	14.06.2010	12:48:12		11
1753	33	25	7	33	82	14.06.2010	12:48:13		11
1754	32	25	7	33	79	14.06.2010	12:48:14		11
1755	32	25	7	33	79	14.06.2010	12:48:15		11
1756	32	25	7	33	79	14.06.2010	12:48:16		11
1757	32	25	7	33	79	14.06.2010	12:48:17		11
1758	33	26	8	33	77	14.06.2010	12:48:18		11
1759	33	26	8	33	77	14.06.2010	12:48:19		11
1760	33	26	8	33	77	14.06.2010	12:48:20		11
1761	33	26	8	33	77	14.06.2010	12:48:21		11
1762	32	25	8	33	75	14.06.2010	12:48:22		11
1763	32	25	8	33	75	14.06.2010	12:48:23		11
1764	32	25	8	33	75	14.06.2010	12:48:24		11

Şekil 5.35. Form 5 (veritabanı ile ilgili form)



Form5

14 Haziran 2010 Pazartesi İLE 14 Haziran 2010 Pazartesi ARASI

HAVA HIZI VERİLERİ

BASINÇ ve BASINÇ FARKI VERİLERİ

GERİ

ÇIKIŞ

Sıra No	Kapı Önü Basınç	Kapı Arkası Basınç	Basınç Farkı	Kapı Direnci	Kapı Konumu (°)	tarih	zaman
1746	29,006844886663	28,61757965483...	0,389265231829...	0,165820373273...	84	14.06.2010	12:48:06
1747	29,006844886663	28,61757965483...	0,389265231829...	0,165820373273...	84	14.06.2010	12:48:07
1748	29,006844886663	28,61757965483...	0,389265231829...	0,165820373273...	84	14.06.2010	12:48:08
1749	29,006844886663	28,61757965483...	0,389265231829...	0,165820373273...	84	14.06.2010	12:48:09
1750	29,37989073480...	28,58514088556...	0,794749849239...	0,233434170726...	82	14.06.2010	12:48:10
1751	29,37989073480...	28,58514088556...	0,794749849239...	0,233434170726...	82	14.06.2010	12:48:11
1752	29,37989073480...	28,58514088556...	0,794749849239...	0,233434170726...	82	14.06.2010	12:48:12
1753	29,37989073480...	28,58514088556...	0,794749849239...	0,233434170726...	82	14.06.2010	12:48:13
1754	30,82341598223...	28,71489596269...	2,108520019542...	0,081671198683...	79	14.06.2010	12:48:14
1755	30,82341598223...	28,71489596269...	2,108520019542...	0,081671198683...	79	14.06.2010	12:48:15
1756	30,82341598223...	28,71489596269...	2,108520019542...	0,081671198683...	79	14.06.2010	12:48:16
1757	30,82341598223...	28,71489596269...	2,108520019542...	0,081671198683...	79	14.06.2010	12:48:17
1758	33,353640046371	31,05048737078...	2,303152675588...	0,023399841999...	77	14.06.2010	12:48:18
1759	33,353640046371	31,05048737078...	2,303152675588...	0,023399841999...	77	14.06.2010	12:48:19
1760	33,353640046371	31,05048737078...	2,303152675588...	0,023399841999...	77	14.06.2010	12:48:20
1761	33,353640046371	31,05048737078...	2,303152675588...	0,023399841999...	77	14.06.2010	12:48:21
1762	35,18643058262...	31,32621691449...	3,860213668123...	0,043622981402...	75	14.06.2010	12:48:22
1763	35,18643058262...	31,32621691449...	3,860213668123...	0,043622981402...	75	14.06.2010	12:48:23
1764	35,18643058262...	31,32621691449...	3,860213668123...	0,043622981402...	75	14.06.2010	12:48:24
1765	35,18643058262...	31,32621691449...	3,860213668123...	0,043622981402...	75	14.06.2010	12:48:25

Şekil 5.36. Form 5 (veritabanı ile ilgili form)

## 6. DENEYSEL SONUÇLAR

### 6.1. Birinci Senaryo Uygulamasına Ait Sonuçlar

Sisteme tüm yollardan geçecek hava miktarları girilmiştir. 1. yol için 27 m<sup>3</sup>/dak, 2. yol için 18 m<sup>3</sup>/dak, 3. yol için ise 9 m<sup>3</sup>/dak hava miktarı girildiğinde ayarlı hava kapısı 1 dakika 26 saniye süre içinde kapıyı 31 ° kapatarak istenen 1. yol için 27 m<sup>3</sup>/dak, 2. yol için 18 m<sup>3</sup>/dak, 3. yol için ise 9 m<sup>3</sup>/dak hava miktarlarına ulaşmıştır. Çizelge 6.1.'de hava debisi okumaları, istenen değer, kapı konumu, tarih ve zaman ile ilgili veriler verilmiştir. Şekil 6.1'de, bu uygulamaya ait grafik verilmiştir. Grafikte zamana bağlı olarak hava miktarı ve kapı konumunun değişimleri verilmiştir.

**Çizelge 6.1.** Tüm yollardan geçen hava miktarını ayarlama

Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu ( ° )	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
3299	27	22	6	27	18	9	90	17.06.2010	14:33:22
3300	27	22	6	27	18	9	90	17.06.2010	14:33:23
3301	27	21	6	27	18	9	90	17.06.2010	14:33:24
3302	27	21	6	27	18	9	90	17.06.2010	14:33:25
3303	27	21	6	27	18	9	90	17.06.2010	14:33:26
3304	27	21	6	27	18	9	90	17.06.2010	14:33:27
3305	28	22	6	27	18	9	89	17.06.2010	14:33:28
3306	28	22	6	27	18	9	89	17.06.2010	14:33:29
3307	28	22	6	27	18	9	89	17.06.2010	14:33:30
3308	28	22	6	27	18	9	89	17.06.2010	14:33:31
3309	28	22	6	27	18	9	87	17.06.2010	14:33:33
3310	28	22	6	27	18	9	87	17.06.2010	14:33:34
3311	28	22	6	27	18	9	87	17.06.2010	14:33:35
3312	28	22	6	27	18	9	87	17.06.2010	14:33:36
3313	28	22	6	27	18	9	84	17.06.2010	14:33:37
3314	28	22	6	27	18	9	84	17.06.2010	14:33:38
3315	28	22	6	27	18	9	84	17.06.2010	14:33:39
3316	28	22	6	27	18	9	84	17.06.2010	14:33:40
3317	28	22	6	27	18	9	82	17.06.2010	14:33:41
3318	28	22	6	27	18	9	82	17.06.2010	14:33:42

**Çizelge 6.1.** Tüm yollardan geçen hava miktarını ayarlama (devam)

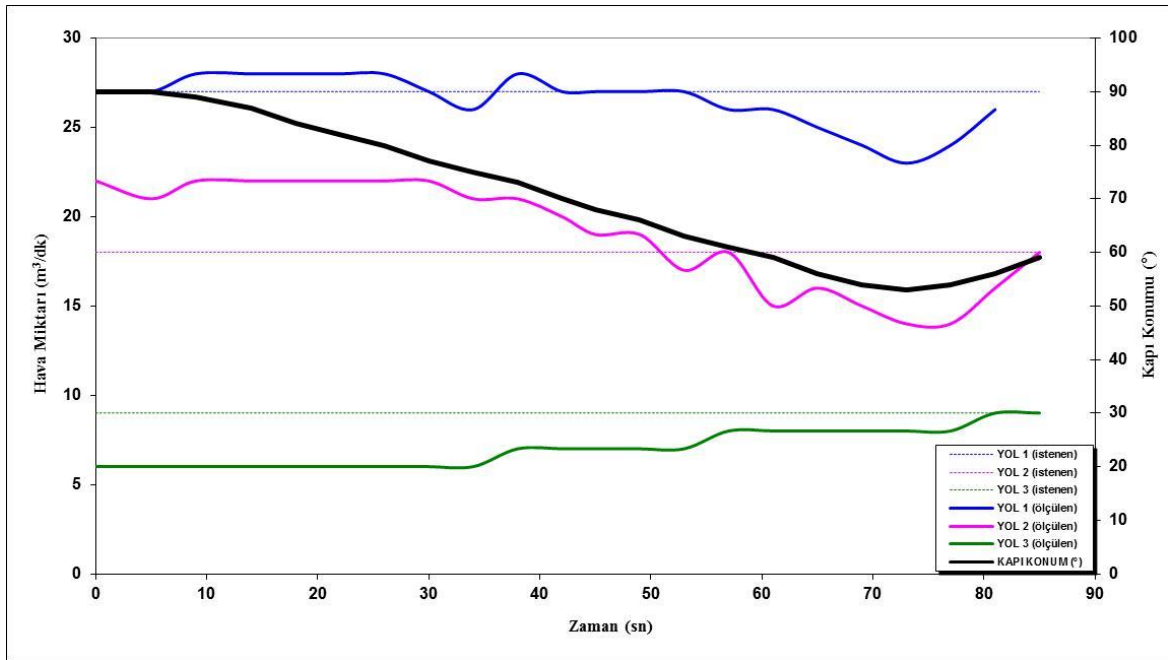
Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapu Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
3319	28	22	6	27	18	9	82	17.06.2010	14:33:43
3320	28	22	6	27	18	9	82	17.06.2010	14:33:44
3321	28	22	6	27	18	9	80	17.06.2010	14:33:45
3322	28	22	6	27	18	9	80	17.06.2010	14:33:46
3323	28	22	6	27	18	9	80	17.06.2010	14:33:47
3324	28	22	6	27	18	9	80	17.06.2010	14:33:48
3325	27	22	6	27	18	9	77	17.06.2010	14:33:49
3326	27	22	6	27	18	9	77	17.06.2010	14:33:50
3327	27	22	6	27	18	9	77	17.06.2010	14:33:51
3328	27	22	6	27	18	9	77	17.06.2010	14:33:52
3329	26	21	6	27	18	9	75	17.06.2010	14:33:53
3330	26	21	6	27	18	9	75	17.06.2010	14:33:54
3331	26	21	6	27	18	9	75	17.06.2010	14:33:55
3332	26	21	6	27	18	9	75	17.06.2010	14:33:56
3333	28	21	7	27	18	9	73	17.06.2010	14:33:57
3334	28	21	7	27	18	9	73	17.06.2010	14:33:58
3335	28	21	7	27	18	9	73	17.06.2010	14:33:59
3336	28	21	7	27	18	9	73	17.06.2010	14:34:00
3337	27	20	7	27	18	9	70	17.06.2010	14:34:01
3338	27	20	7	27	18	9	70	17.06.2010	14:34:02
3339	27	20	7	27	18	9	70	17.06.2010	14:34:03
3340	27	20	7	27	18	9	70	17.06.2010	14:34:04
3341	27	19	7	27	18	9	68	17.06.2010	14:34:05
3342	27	19	7	27	18	9	68	17.06.2010	14:34:06
3343	27	19	7	27	18	9	68	17.06.2010	14:34:07
3344	27	19	7	27	18	9	66	17.06.2010	14:34:08
3345	27	19	7	27	18	9	66	17.06.2010	14:34:09
3346	27	19	7	27	18	9	66	17.06.2010	14:34:10
3347	27	19	7	27	18	9	66	17.06.2010	14:34:11
3348	27	17	7	27	18	9	63	17.06.2010	14:34:12
3349	27	17	7	27	18	9	63	17.06.2010	14:34:13
3350	27	17	7	27	18	9	63	17.06.2010	14:34:14

**Çizelge 6.1.** Tüm yollardan geçen hava miktarını ayarlama (devam)

Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
3351	27	17	7	27	18	9	63	17.06.2010	14:34:15
3352	26	18	8	27	18	9	61	17.06.2010	14:34:16
3353	26	18	8	27	18	9	61	17.06.2010	14:34:17
3354	26	18	8	27	18	9	61	17.06.2010	14:34:18
3355	26	18	8	27	18	9	61	17.06.2010	14:34:19
3356	26	15	8	27	18	9	59	17.06.2010	14:34:20
3357	26	15	8	27	18	9	59	17.06.2010	14:34:21
3358	26	15	8	27	18	9	59	17.06.2010	14:34:22
3359	26	15	8	27	18	9	59	17.06.2010	14:34:23
3360	25	16	8	27	18	9	56	17.06.2010	14:34:24
3361	25	16	8	27	18	9	56	17.06.2010	14:34:25
3362	25	16	8	27	18	9	56	17.06.2010	14:34:26
3363	25	16	8	27	18	9	56	17.06.2010	14:34:27
3364	24	15	8	27	18	9	54	17.06.2010	14:34:28
3365	24	15	8	27	18	9	54	17.06.2010	14:34:29
3366	24	15	8	27	18	9	54	17.06.2010	14:34:30
3367	24	15	8	27	18	9	54	17.06.2010	14:34:31
3368	23	14	8	27	18	9	53	17.06.2010	14:34:32
3369	23	14	8	27	18	9	53	17.06.2010	14:34:34
3370	23	14	8	27	18	9	53	17.06.2010	14:34:34
3371	23	14	8	27	18	9	53	17.06.2010	14:34:35
3372	24	14	8	27	18	9	54	17.06.2010	14:34:36
3373	24	14	8	27	18	9	54	17.06.2010	14:34:37
3374	24	14	8	27	18	9	54	17.06.2010	14:34:38
3375	24	14	8	27	18	9	54	17.06.2010	14:34:39
3376	26	16	9	27	18	9	56	17.06.2010	14:34:40
3377	26	16	9	27	18	9	56	17.06.2010	14:34:41
3378	26	16	9	27	18	9	56	17.06.2010	14:34:42
3379	26	16	9	27	18	9	56	17.06.2010	14:34:43
3380	27	18	9	27	18	9	59	17.06.2010	14:34:44
3381	27	18	9	27	18	9	59	17.06.2010	14:34:46
3382	27	18	9	27	18	9	59	17.06.2010	14:34:47

**Çizelge 6.1.** Tüm yollardan geçen hava miktarını ayarlama (devam)

Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
3383	27	18	9	27	18	9	59	17.06.2010	14:34:48



**Şekil 6.1.** Tüm yollardan geçen hava miktarını ayarlamanın zamana bağlı olarak hava miktarı ve kapı konumunun değişimi.

## 6.2. İkinci Senaryo Uygulamasına Ait Sonuçlar

Sisteme sadece 2. yol (regülatör yolu) için 19 m<sup>3</sup>/dak hava miktarı girildiğinde ayarlı hava kapısı 2 dakika 26 saniye süre içinde kapıyı 35° kapatarak, istenen 19 m<sup>3</sup>/dak hava miktarını ulaştırmıştır. Çizelge 6.2.'de hava debisi okumaları, istenen değer, kapı konumu, tarih ve zaman ile ilgili veriler verilmiştir. Şekil 6.2'de bu uygulamaya ait grafik verilmiştir. Grafikte zamana bağlı olarak hava miktarı ve kapı konumunun değişimleri verilmiştir.

**Çizelge 6.2.** Sadece 2. yoldan (regülatör yolu) geçen hava miktarını ayarlama

Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
3734	34	27	7		19		90	18.06.2010	14:59:05
3735	34	27	7		19		90	18.06.2010	14:59:06
3736	34	27	7		19		90	18.06.2010	14:59:07
3737	33	28	7		19		90	18.06.2010	14:59:08
3738	33	28	7		19		90	18.06.2010	14:59:09
3739	33	28	7		19		90	18.06.2010	14:59:10
3740	33	28	7		19		90	18.06.2010	14:59:11
3741	36	28	7		19		88	18.06.2010	14:59:12
3742	36	28	7		19		88	18.06.2010	14:59:13
3743	36	28	7		19		88	18.06.2010	14:59:14
3744	36	28	7		19		88	18.06.2010	14:59:15
3745	34	27	7		19		87	18.06.2010	14:59:16
3746	34	27	7		19		87	18.06.2010	14:59:17
3747	34	27	7		19		87	18.06.2010	14:59:18
3748	34	27	7		19		87	18.06.2010	14:59:19
3749	34	27	7		19		86	18.06.2010	14:59:20
3750	34	27	7		19		86	18.06.2010	14:59:21
3751	34	27	7		19		86	18.06.2010	14:59:22
3752	34	27	7		19		86	18.06.2010	14:59:23
3753	34	27	7		19		85	18.06.2010	14:59:24
3754	34	27	7		19		85	18.06.2010	14:59:25
3755	34	27	7		19		85	18.06.2010	14:59:26

**Çizelge 6.2.** Sadece 2. yoldan (regülatör yolu) geçen hava miktarını ayarlama (devam)

Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
3756	34	27	7		19		85	18.06.2010	14:59:27
3757	34	27	7		19		84	18.06.2010	14:59:28
3758	34	27	7		19		84	18.06.2010	14:59:29
3759	34	27	7		19		84	18.06.2010	14:59:30
3760	34	27	7		19		84	18.06.2010	14:59:31
3761	34	27	7		19		83	18.06.2010	14:59:32
3762	34	27	7		19		83	18.06.2010	14:59:33
3763	34	27	7		19		83	18.06.2010	14:59:34
3764	34	27	7		19		83	18.06.2010	14:59:35
3765	34	27	7		19		82	18.06.2010	14:59:36
3766	34	27	7		19		82	18.06.2010	14:59:37
3767	34	27	7		19		82	18.06.2010	14:59:39
3768	34	27	7		19		82	18.06.2010	14:59:40
3769	33	26	8		19		81	18.06.2010	14:59:41
3770	33	26	8		19		81	18.06.2010	14:59:42
3771	33	26	8		19		81	18.06.2010	14:59:43
3772	33	26	8		19		81	18.06.2010	14:59:44
3773	34	27	8		19		80	18.06.2010	14:59:45
3774	34	27	8		19		80	18.06.2010	14:59:46
3775	34	27	8		19		80	18.06.2010	14:59:47
3776	34	27	8		19		80	18.06.2010	14:59:48
3777	34	27	8		19		79	18.06.2010	14:59:49
3778	34	27	8		19		79	18.06.2010	14:59:50
3779	34	27	8		19		79	18.06.2010	14:59:51
3780	34	27	8		19		79	18.06.2010	14:59:52
3782	32	26	8		19		78	18.06.2010	14:59:54
3783	32	26	8		19		78	18.06.2010	14:59:55
3784	34	27	8		19		76	18.06.2010	14:59:56
3785	34	27	8		19		76	18.06.2010	14:59:57
3786	34	27	8		19		76	18.06.2010	14:59:58

**Çizelge 6.2.** Sadece 2. yoldan (regülatör yolu) geçen hava miktarını ayarlama (devam)

Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
3781	32	26	8		19		78	18.06.2010	14:59:53
3787	34	27	8		19		76	18.06.2010	14:59:59
3788	32	27	8		19		75	18.06.2010	15:00:00
3789	32	27	8		19		75	18.06.2010	15:00:01
3790	32	27	8		19		75	18.06.2010	15:00:02
3791	32	27	8		19		75	18.06.2010	15:00:03
3792	34	26	8		19		74	18.06.2010	15:00:04
3793	34	26	8		19		74	18.06.2010	15:00:05
3794	34	26	8		19		74	18.06.2010	15:00:06
3795	34	26	8		19		74	18.06.2010	15:00:07
3796	33	26	8		19		73	18.06.2010	15:00:08
3797	33	26	8		19		73	18.06.2010	15:00:09
3798	33	26	8		19		73	18.06.2010	15:00:10
3799	33	26	8		19		73	18.06.2010	15:00:11
3800	34	26	9		19		72	18.06.2010	15:00:12
3801	34	26	9		19		72	18.06.2010	15:00:13
3802	34	26	9		19		72	18.06.2010	15:00:14
3803	34	26	9		19		72	18.06.2010	15:00:15
3804	34	25	8		19		71	18.06.2010	15:00:16
3805	34	25	8		19		71	18.06.2010	15:00:17
3806	34	25	8		19		71	18.06.2010	15:00:18
3807	34	25	8		19		71	18.06.2010	15:00:19
3808	34	25	9		19		70	18.06.2010	15:00:20
3809	34	25	9		19		70	18.06.2010	15:00:21
3810	34	25	9		19		70	18.06.2010	15:00:22
3811	34	25	9		19		70	18.06.2010	15:00:23
3812	30	23	9		19		69	18.06.2010	15:00:24
3813	30	23	9		19		69	18.06.2010	15:00:25
3814	30	23	9		19		69	18.06.2010	15:00:26
3815	30	23	9		19		69	18.06.2010	15:00:27
3816	33	25	9		19		68	18.06.2010	15:00:28

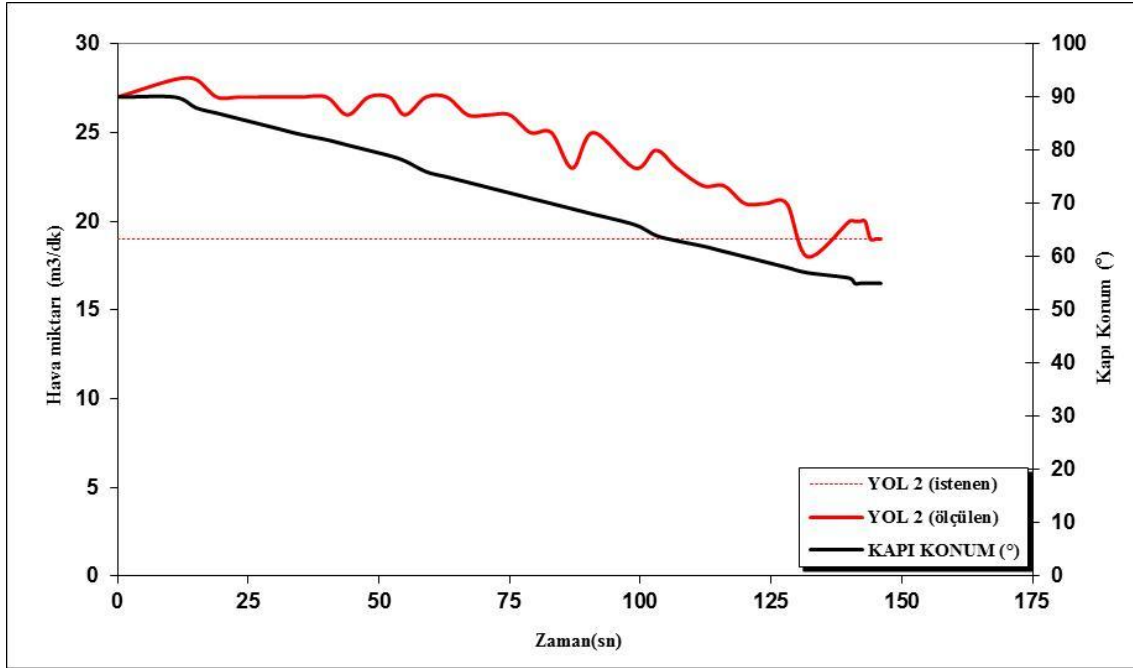


**Çizelge 6.2.** Sadece 2. yoldan (regülatör yolu) geçen hava miktarını ayarlama (devam)

Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
3817	33	25	9		19		68	18.06.2010	15:00:29
3818	33	25	9		19		68	18.06.2010	15:00:30
3819	33	25	9		19		68	18.06.2010	15:00:31
3820	32	24	9		19		66	18.06.2010	15:00:32
3821	32	24	9		19		66	18.06.2010	15:00:33
3822	32	24	9		19		66	18.06.2010	15:00:34
3823	32	24	9		19		66	18.06.2010	15:00:35
3824	32	23	9		19		66	18.06.2010	15:00:36
3825	32	23	9		19		66	18.06.2010	15:00:37
3826	32	23	9		19		66	18.06.2010	15:00:38
3827	32	23	9		19		66	18.06.2010	15:00:39
3828	34	24	9		19		64	18.06.2010	15:00:40
3829	34	24	9		19		64	18.06.2010	15:00:41
3830	34	24	9		19		64	18.06.2010	15:00:42
3831	34	24	9		19		64	18.06.2010	15:00:43
3832	33	23	9		19		63	18.06.2010	15:00:44
3833	33	23	9		19		63	18.06.2010	15:00:45
3834	33	23	9		19		63	18.06.2010	15:00:46
3835	33	23	9		19		63	18.06.2010	15:00:47
3836	32	22	9		19		62	18.06.2010	15:00:48
3837	32	22	9		19		62	18.06.2010	15:00:49
3838	32	22	9		19		62	18.06.2010	15:00:51
3839	32	22	9		19		62	18.06.2010	15:00:52
3840	32	22	10		19		61	18.06.2010	15:00:53
3841	32	22	10		19		61	18.06.2010	15:00:54
3842	32	22	10		19		61	18.06.2010	15:00:55
3843	32	22	10		19		61	18.06.2010	15:00:56
3844	32	21	10		19		60	18.06.2010	15:00:57
3845	32	21	10		19		60	18.06.2010	15:00:58
3846	32	21	10		19		60	18.06.2010	15:00:59
3847	32	21	10		19		60	18.06.2010	15:01:00

**Çizelge 6.2.** Sadece 2. yoldan (regülatör yolu) geçen hava miktarını ayarlama (devam)

Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
3848	31	21	10		19		59	18.06.2010	15:01:01
3849	31	21	10		19		59	18.06.2010	15:01:02
3850	31	21	10		19		59	18.06.2010	15:01:03
3851	31	21	10		19		59	18.06.2010	15:01:04
3852	32	21	10		19		58	18.06.2010	15:01:05
3853	32	21	10		19		58	18.06.2010	15:01:06
3854	32	21	10		19		58	18.06.2010	15:01:07
3855	32	21	10		19		58	18.06.2010	15:01:08
3856	32	18	10		19		57	18.06.2010	15:01:09
3857	32	18	10		19		57	18.06.2010	15:01:10
3858	32	18	10		19		57	18.06.2010	15:01:11
3859	32	18	10		19		57	18.06.2010	15:01:12
3860	31	20	11		19		56	18.06.2010	15:01:13
3861	31	20	11		19		56	18.06.2010	15:01:14
3862	31	20	11		19		56	18.06.2010	15:01:15
3863	31	20	11		19		56	18.06.2010	15:01:16
3864	32	20	11		19		56	18.06.2010	15:01:17
3865	32	20	11		19		56	18.06.2010	15:01:18
3866	32	20	11		19		56	18.06.2010	15:01:19
3867	32	20	11		19		56	18.06.2010	15:01:20
3868	30	20	11		19		55	18.06.2010	15:01:21
3869	30	20	11		19		55	18.06.2010	15:01:22
3870	30	20	11		19		55	18.06.2010	15:01:23
3871	31	19	11		19		55	18.06.2010	15:01:24
3872	31	19	11		19		55	18.06.2010	15:01:25
3873	31	19	11		19		55	18.06.2010	15:01:26



**Şekil 6.2.** Sadece 2. yoldan (regülatör yolu) geçen hava miktarını ayarlamanın zamana bağlı olarak hava miktarı ve kapı konumunun değişimi.

### 6.3. Üçüncü Senaryo Uygulamasına Ait Sonuçlar

Sisteme sadece 3. yol (regülatör olmayan yol) için 11 m<sup>3</sup>/dak hava miktarı girildiğinde ayarlı hava kapısı 1 dakika 40 saniye süre içinde kapıyı 56° kapatarak istenen 11 m<sup>3</sup>/dak hava miktarını ulaşmıştır. Çizelge 6.3.'de hava debisi okumaları, istenen değer, kapı konumu, tarih ve zaman ile ilgili veriler verilmiştir. Şekil 6.2.'de, sadece 2. yoldan (regülatör yolu) geçen hava miktarını ayarlamanın zamana bağlı olarak hava miktarı ve kapı konumunun değişimleri verilmiştir.

**Çizelge 6.3.** Sadece 3. yoldan (regülatör olmayan yol) geçen hava miktarını ayarlama

Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
2292	33	26	7			11	90	14.06.2010	13:34:20
2293	33	26	7			11	90	14.06.2010	13:34:21
2294	33	26	7			11	90	14.06.2010	13:34:23
2295	32	26	7			11	90	14.06.2010	13:34:24
2296	32	26	7			11	90	14.06.2010	13:34:25
2297	32	26	7			11	90	14.06.2010	13:34:26
2298	32	26	7			11	90	14.06.2010	13:34:27
2299	33	27	7			11	88	14.06.2010	13:34:28
2300	33	27	7			11	88	14.06.2010	13:34:29
2301	33	27	7			11	88	14.06.2010	13:34:30
2302	33	27	7			11	88	14.06.2010	13:34:31
2303	33	26	7			11	86	14.06.2010	13:34:32
2304	33	26	7			11	86	14.06.2010	13:34:33
2305	33	26	7			11	86	14.06.2010	13:34:34
2306	33	26	7			11	86	14.06.2010	13:34:35
2307	31	26	7			11	84	14.06.2010	13:34:36
2308	31	26	7			11	84	14.06.2010	13:34:37
2309	31	26	7			11	84	14.06.2010	13:34:38
2310	31	26	7			11	84	14.06.2010	13:34:39
2311	33	26	7			11	82	14.06.2010	13:34:40
2312	33	26	7			11	82	14.06.2010	13:34:41
2313	33	26	7			11	82	14.06.2010	13:34:42
2314	32	26	7			11	79	14.06.2010	13:34:43
2315	32	26	7			11	79	14.06.2010	13:34:44
2316	32	26	7			11	79	14.06.2010	13:34:45
2317	32	26	7			11	79	14.06.2010	13:34:46
2318	33	26	8			11	77	14.06.2010	13:34:47
2319	33	26	8			11	77	14.06.2010	13:34:48
2320	33	26	8			11	77	14.06.2010	13:34:49

**Çizelge 6.3.** Sadece 3. yoldan (regülatör olmayan yol) geçen hava miktarını ayarlama (devam)

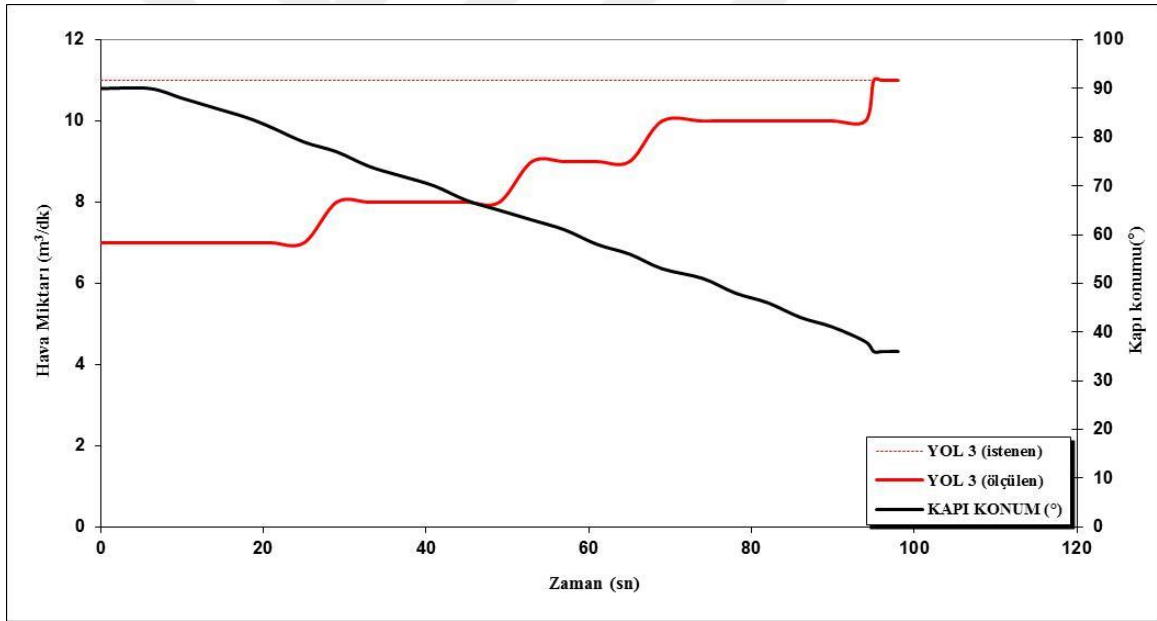
Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
2321	33	26	8			11	77	14.06.2010	13:34:50
2322	33	25	8			11	74	14.06.2010	13:34:51
2323	33	25	8			11	74	14.06.2010	13:34:52
2324	33	25	8			11	74	14.06.2010	13:34:53
2325	33	25	8			11	74	14.06.2010	13:34:54
2326	31	25	8			11	72	14.06.2010	13:34:55
2327	31	25	8			11	72	14.06.2010	13:34:56
2328	31	25	8			11	72	14.06.2010	13:34:57
2329	31	25	8			11	72	14.06.2010	13:34:58
2330	32	23	8			11	70	14.06.2010	13:34:59
2331	32	23	8			11	70	14.06.2010	13:35:00
2332	32	23	8			11	70	14.06.2010	13:35:01
2333	32	23	8			11	70	14.06.2010	13:35:02
2334	31	23	8			11	67	14.06.2010	13:35:03
2335	31	23	8			11	67	14.06.2010	13:35:04
2336	31	23	8			11	67	14.06.2010	13:35:05
2337	31	23	8			11	67	14.06.2010	13:35:06
2338	31	22	8			11	65	14.06.2010	13:35:07
2339	31	22	8			11	65	14.06.2010	13:35:08
2340	31	22	8			11	65	14.06.2010	13:35:09
2341	31	22	8			11	65	14.06.2010	13:35:10
2342	31	21	9			11	63	14.06.2010	13:35:11
2343	31	21	9			11	63	14.06.2010	13:35:12
2344	31	21	9			11	63	14.06.2010	13:35:13
2345	31	21	9			11	63	14.06.2010	13:35:14
2346	30	21	9			11	61	14.06.2010	13:35:15
2347	30	21	9			11	61	14.06.2010	13:35:16
2348	30	21	9			11	61	14.06.2010	13:35:17
2349	30	21	9			11	61	14.06.2010	13:35:18
2350	30	19	9			11	58	14.06.2010	13:35:19
2351	30	19	9			11	58	14.06.2010	13:35:20

Çizelge 6.3. Sadece 3. yoldan (regülatör olmayan yol) geçen hava miktarını ayarlama (devam)

Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1. Yol	2. Yol	3. Yol			
2352	30	19	9			11	58	14.06.2010	13:35:21
2353	30	19	9			11	58	14.06.2010	13:35:22
2354	28	17	9			11	56	14.06.2010	13:35:23
2355	28	17	9			11	56	14.06.2010	13:35:24
2356	28	17	9			11	56	14.06.2010	13:35:25
2357	28	17	9			11	56	14.06.2010	13:35:26
2358	28	17	10			11	53	14.06.2010	13:35:27
2359	28	17	10			11	53	14.06.2010	13:35:28
2360	28	17	10			11	53	14.06.2010	13:35:29
2361	28	17	10			11	53	14.06.2010	13:35:30
2362	26	15	10			11	51	14.06.2010	13:35:31
2363	26	15	10			11	51	14.06.2010	13:35:32
2364	26	15	10			11	51	14.06.2010	13:35:33
2365	26	15	10			11	51	14.06.2010	13:35:35
2366	24	14	10			11	48	14.06.2010	13:35:36
2367	24	14	10			11	48	14.06.2010	13:35:37
2368	24	14	10			11	48	14.06.2010	13:35:38
2369	24	14	10			11	48	14.06.2010	13:35:39
2370	24	13	10			11	46	14.06.2010	13:35:40
2371	24	13	10			11	46	14.06.2010	13:35:41
2372	24	13	10			11	46	14.06.2010	13:35:42
2373	24	13	10			11	46	14.06.2010	13:35:43
2374	22	12	10			11	43	14.06.2010	13:35:44
2375	22	12	10			11	43	14.06.2010	13:35:45
2376	22	12	10			11	43	14.06.2010	13:35:46
2377	22	12	10			11	43	14.06.2010	13:35:47
2378	21	11	10			11	41	14.06.2010	13:35:48
2379	21	11	10			11	41	14.06.2010	13:35:49
2380	21	11	10			11	41	14.06.2010	13:35:50
2381	21	11	10			11	41	14.06.2010	13:35:51
2382	21	10	10			11	38	14.06.2010	13:35:52
2383	21	10	10			11	38	14.06.2010	13:35:53

**Çizelge 6.3.** Sadece 3. Yoldan (regülatör olmayan yol) geçen hava miktarını ayarlama (devam)

Sıra No	Sensör Adı			İstenen Hava Miktarı (m <sup>3</sup> /dk)			Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
	1	2	3	1.Yol	2.Yol	3.Yol			
2384	21	10	10			11	38	14.06.2010	13:35:54
2385	21	10	10			11	38	14.06.2010	13:35:55
2386	19	10	11			11	36	14.06.2010	13:35:56
2387	19	10	11			11	36	14.06.2010	13:35:57
2388	19	10	11			11	36	14.06.2010	13:35:58
2389	19	10	11			11	36	14.06.2010	13:35:59
2390	19	8	11			11	34	14.06.2010	13:36:00



**Şekil 6.3.** Sadece 3. Yoldan (regülatör olmayan yol) geçen hava miktarını ayarlamının zamana bağlı olarak hava miktarı ve kapı konumunun değişimi.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeraltı madenciliğinde havanın kontrollü dağıtımı için en çok tercih edilen yöntem, havanın gereğinden fazla ulaştığı düşünülen hava yollarına tesis edilen “ayarlı hava kapısı/regülatör” kullanımınıdır. Böylelikle, havanın daha az ulaştığı bölgelere daha fazla hava gönderilebilmektedir. Ancak bu ayarlı hava kapılarının arzu edilen hava dağılımını gerçekleştirecek şekilde tasarlanması, tesis edilmesi ve değişen koşullara göre yeniden hızlı ve güvenilir olarak düzenlenmesi kolay değildir. Bu nedenle ayarlı hava kapılarının hızlı ve güvenli olarak inşa edilmesi ve değişen şartlara göre yeniden ayarlanmasında otomatik bir sistemin kullanılabilmesi önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında, yeraltı madenciliğinde paralel hava yollarında havanın arzu edildiği şekilde kontrollü olarak dağılımının gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, yeraltı şartlarına uyum sağlayacak ve havanın kontrollü olarak dağılımını gerçekleştirecek otomatik bir kapının tasarlanması/imalatı sağlanmış ve sensörlerden gelen verilere göre kapıyı hareket ettirecek bir bilgisayar yazılımı geliştirilmiştir.

Yapılan çalışmalar ve deneyler sonucunda tasarım ve imalatı gerçekleştirilen “bilgisayar kontrollü ayarlı hava kapısının” farklı madencilik şart ve gereksinimlerini yansıtan 3 farklı senaryoya göre, arzu edilen hava dağılımını kısa sürede ve hassas olarak gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu sistem zaman içerisinde ocak havalandırmasında olabilecek değişiklikler veya aniden ortaya çıkabilecek gereksinimlere göre yine ayarlandığı değerlerdeki hava dağılımını sürekli yapabileceği gibi, ani değişikliklere göre de istenen hava dağılımını gerçekleştirebilecektir. Bu ise madencilik açısından önemli bir kolaylık ve avantaj sağlamaktadır.

Sistemin sadece paralel hava yollarında havanın kontrollü dağılımını sağlama görevi yanı sıra, ocak havalandırmasında kullanılan ve “şebeke analizi” yapan ticari yazılımlarla da bütünleştirilerek, ocak havalandırma verimliliğini artırmak üzere kullanımı da mümkündür. Bu durumda ocağa daha fazla hava göndermek yerine, bilgisayar kontrollü ayarlı hava kapıları kullanılarak ocak içerisindeki havanın en iyi dağılımının gerçekleştirilmesi, böylece havalandırma veriminin artırılması veya havalandırma maliyetlerinin azaltılması söz konusu olabilecektir.

Laboratuvar ölçekli olarak imal edilen böyle bir sistemin madencilik şartlarında da kolaylıkla imal edilmesi ve uygulanması mümkün olacaktır. Ancak, sistemin öncelikle bir pilot ocakta denenerek, gerçek şartlardaki başarısı ve elektro-mekanik sistemin performansı belirlenmelidir. Yine, laboratuvar boyutta ve paralel 2 hava yolunda arzu edilen hava dağılımının



gerçekleştirilmesinde kullanılan sistem 2'den fazla havayolunda arzu edilen hava dağılımının gerçekleştirilmesi için de kullanılabilir. Bu amaçla yazılımın geliştirilmesi gerekecektir.



## KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Eevli, B., Demirhan, S., Erol, S., 1994, “ Kömür Madenleri İzleme Sistemleri ve Uzman Sistemlerle Birleştirilmesi”, Türkiye 9. Kömür Kongresi, Zonguldak, s.213-220.
- [2] Koçal, F., 1996, “Yeraltı Madencilğinde Uzaktan Gözlem ve Kontrol Sistemlerinin Gelişimi ve Zonguldak Bölgesindeki Uygulamaları”, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s. 1-111
- [3] Darron W.D., Ediz, I.G., 1995, “İngiliz Kömür Madenlerinde Yeraltı Gözlem Sistemlerindeki Son Gelişmeler”, Türkiye 14.Madencilik Kongresi, 6-9 Haziran, Ankara, s. 115-121.
- [4] McElroy, G.E., 1935, “Engineering Faktors in Ventilation Metal Miners, US Bureau of Mines Bull, pp 55-77.
- [5] Le Roux, W.L., 1979, Mine Ventilation Notes Beginners, 3rd edition, Mine Ventilation Soc. South Africa, Johannesburg, pp 131-133.
- [6] Firganek, B., Krzystanek, Z., Wasilewski, S., 1989, The experimental System for Mine Ventilation Control, in Proceedings of the 4th US Mine Ventilation Symposium, pp 405-412
- [7] Le Roux, W L, 1990. Le Roux’s Notes on Mine Environmental Engineering, 4<sup>th</sup> edition, pp 39-40.
- [8] Mark T. ,Strever, P.E., Keith G., Wallace, Jr, Kirk H., McDaniel, P.E., 1995, “Underground Ventilation Remote Monitoring and Control System”, Proceedings of the 7th Us Mine Ventilation Symposium, University of Kentucky, USA.June 5-7, pp 69-74.
- [9] Kirk H. McDaniel, P.E. and Keith G. Wallace Jr., 1995, “Realtime Ventilation Ventilation Simulation”, DOE/WIPP-95-2118, pp 1-12.
- [10] Kirk H. McDaniel, P.E. 1996, “Realtime Psychrometric Data Collection ”, DOE/WIPP-96-2218., pp 1-10.
- [11] McDaniel, K., Duckworth, I J and Prosser, B. S., 1999, “Evaluation of Different airflow sensors at the WIPP facility”, Proceedings of 8th US Mine Vent Symposium, Rolla, Missouri, pp 519-525.
- [12] A.D.S., Gillies, H.W., Wu, T.I., Mayes and A., Halim, “ The Challenge of Measuring Airflow through Mine Regulators to Allow Real Time Ventilation Monitoring”, Queensland Mining Industry, Health&Safety Conference, Townville, Australia, 4-7 August, 2002, pp 145-150.
- [13] A.D.S. Gillies, H.W. Wu, T.I. Mayes and A. Halim, 2002, Measurement of Airflow through Regulators and Real Time Integrated Monitoring, Mine Ventilation - Proceedings North American Ninth US Mine Ventilation Symposium, De Souza (Ed), Balkema, The Netherlands, June 2002, pp 301-308.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- [14] A.D.S. Gillies, H.W. Wu, N. Tuffs and T Sartor Real Time Integrated Mine Ventilation Monitoring, Proceedings, Queensland Mining Industry Health and Safety Conference, Townsville, pp 133-140 August 2003,
- [15] H.W. Wu, ADS Gillies and TI Mayes, The Measurement of Airflow Through Regulators, Proceedings Fourth Australasian Coal Operators Conference, Ed. N. Aziz and B. Kininmonth, Aus. Inst. Min. Metall., Melbourne, pp 212-224 February 2003.
- [16] Ball, L., 2003. Remote Regulator Operation at Cannington Mine, Bachelor of Engineering (Mining) Thesis, The University of Queensland, Brisbane, Australia.
- [17] A.D.S. Gillies, H.W. Wu, N. Tuffs and T Sartor, 2004, Development of a Real Time Airflow Monitoring and Control System Proceedings, Tenth US Mine Ventilation Symposium, Anchorage, Balkema, The Netherlands, pp. 145-315.
- [18] Yalçın, E., Gürgen, S., 1999. "Madenlerde Havalandırma", Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No: 251, s. 232-239.
- [19] Ayvazoğlu, E., 1986, "Madenlerde Havalandırma ve Emniyet", İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Kitap Yayınları, No:12, s.247-264.
- [20] N. Thorp, 1989. "Auxiliary Ventilation Practice", Environmental Engineering in South African Mines, J.Burrows (ed), pp 304-308.
- [21] Stanley C. S., Kalasky D. J., 1982, "Coal Mine Ventilation Systems", Mine Ventilation and Air Conditioning, H.L. Hartman, Mutmansky, J.M., Wang, Y.J., (ed), A Wiley-Interscience Publication, pp 421-424.
- [22] Güyagüler, T., 1991, "Ocak havalandırması", TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayınları, s.112-114 .
- [23] Önce, G., Saraç, S., 1986, "Madenlerde Havalandırma", Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:151, s.198-214.
- [24] V.S.Vutukuri, R.D.Lama, 1986, "Ventilation Planning and Computer Monitoring of Environments", Environmental engineering in mines, Cambridge University Pres., Cambridge, pp 314-319.
- [25] Saltoğlu, S., 1975, "Madenlerde Havalandırma ve Emniyet İşleri", İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, Sayı: 1019, s 205-209.
- [26] [www.sontay.com](http://www.sontay.com)
- [27] [www.beck-sensors.com](http://www.beck-sensors.com)
- [28] [www.soler-palau.lv](http://www.soler-palau.lv)
- [29] [www.siemens.com.tr](http://www.siemens.com.tr)

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- [30] [www.ni.com](http://www.ni.com)
- [31] [www.ontrol.com.tr](http://www.ontrol.com.tr)
- [32] [www.imeksan.com](http://www.imeksan.com)
- [33] Demirli, N., İnan, Y., 2008, “Visual C#.Net 2005”, Palme Zirvedeki Beyinler 31, s 485-552.
- [34] Foxall J., 2002, “Herkes İçin Visual C# 2005”, Alfa Yayınları, Yapıcıoğlu C., (çev), s. 229-244, 321-338.
- [35] Dizioğlu A., İçağasıoğlu, E., Çamlıbel L., 2002, “C#”, Elit Kitap Evi, s 33- 99.
- [36] Sharp, J., Jagers J., 2005, “Adım Adım Microsoft Visual C#. Net” Arkadaş Yayınevi, s 559-577.

**EK**

Test Sonuçları (Basınç Verileri)

### Birinci Senaryo Uygulamasına Ait Basınç Verileri

Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	$\Delta P$ (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
3299	18,497	18,821	0,324	0	90	17.06.2010	14:33:22
3300	18,497	18,821	0,324	0	90	17.06.2010	14:33:23
3301	18,318	18,902	0,583	0,823443016	90	17.06.2010	14:33:24
3302	18,318	18,902	0,583	0,823443016	90	17.06.2010	14:33:25
3303	18,318	18,902	0,583	0,823443016	90	17.06.2010	14:33:26
3304	18,318	18,902	0,583	0,823443016	90	17.06.2010	14:33:27
3305	18,983	19,129	0,145	0,532884073	89	17.06.2010	14:33:28
3306	18,983	19,129	0,145	0,532884073	89	17.06.2010	14:33:29
3307	18,983	19,129	0,145	0,532884073	89	17.06.2010	14:33:30
3308	18,983	19,129	0,145	0,532884073	89	17.06.2010	14:33:31
3309	19,340	18,772	0,567	0,16680966	87	17.06.2010	14:33:33
3310	19,340	18,772	0,567	0,16680966	87	17.06.2010	14:33:34
3311	19,340	18,772	0,567	0,16680966	87	17.06.2010	14:33:35
3312	19,340	18,772	0,567	0,16680966	87	17.06.2010	14:33:36
3313	21,076	19,664	1,411	0,025594795	84	17.06.2010	14:33:37
3314	21,076	19,664	1,411	0,025594795	84	17.06.2010	14:33:38
3315	21,076	19,664	1,411	0,025594795	84	17.06.2010	14:33:39
3316	21,076	19,664	1,411	0,025594795	84	17.06.2010	14:33:40
3317	20,427	19,843	0,583	0,122313984	82	17.06.2010	14:33:41
3318	20,427	19,843	0,583	0,122313984	82	17.06.2010	14:33:42
3319	20,427	19,843	0,583	0,122313984	82	17.06.2010	14:33:43
3320	20,427	19,843	0,583	0,122313984	82	17.06.2010	14:33:44
3321	20,913	19,810	1,102	0,012092722	80	17.06.2010	14:33:45
3322	20,913	19,810	1,102	0,012092722	80	17.06.2010	14:33:46
3323	20,913	19,810	1,102	0,012092722	80	17.06.2010	14:33:47
3324	20,913	19,810	1,102	0,012092722	80	17.06.2010	14:33:48
3325	22,000	20,070	1,930	0,070510486	77	17.06.2010	14:33:49
3326	22,000	20,070	1,930	0,070510486	77	17.06.2010	14:33:50
3327	22,000	20,070	1,930	0,070510486	77	17.06.2010	14:33:51
3328	22,000	20,070	1,930	0,070510486	77	17.06.2010	14:33:52
3329	23,265	21,335	1,930	0,330678704	75	17.06.2010	14:33:53
3330	23,265	21,335	1,930	0,330678704	75	17.06.2010	14:33:54
3331	23,265	21,335	1,930	0,330678704	75	17.06.2010	14:33:55
3332	23,265	21,335	1,930	0,330678704	75	17.06.2010	14:33:56

Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	ΔP (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
3333	25,471	21,984	3,487	0,184219982	73	17.06.2010	14:33:57
3334	25,471	21,984	3,487	0,184219982	73	17.06.2010	14:33:58
3335	25,471	21,984	3,487	0,184219982	73	17.06.2010	14:33:59
3336	27,223	21,157	6,066	0,100292828	73	17.06.2010	14:34:00
3337	27,223	21,157	6,066	0,185995201	70	17.06.2010	14:34:01
3338	27,223	21,157	6,066	0,185995201	70	17.06.2010	14:34:02
3339	27,223	21,157	6,066	0,185995201	70	17.06.2010	14:34:03
3340	29,104	15,318	13,786	0,078080132	70	17.06.2010	14:34:04
3341	29,104	15,318	13,786	0,157683378	68	17.06.2010	14:34:05
3342	29,104	15,318	13,786	0,157683378	68	17.06.2010	14:34:06
3343	29,104	15,318	13,786	0,157683378	68	17.06.2010	14:34:07
3344	31,894	15,626	16,268	0,14587209	66	17.06.2010	14:34:08
3345	31,894	15,626	16,268	0,14587209	66	17.06.2010	14:34:09
3346	31,894	15,626	16,268	0,14587209	66	17.06.2010	14:34:10
3347	31,894	15,626	16,268	0,14587209	66	17.06.2010	14:34:11
3348	34,327	10,874	23,453	0,313568309	63	17.06.2010	14:34:12
3349	34,327	10,874	23,453	0,313568309	63	17.06.2010	14:34:13
3350	34,327	10,874	23,453	0,313568309	63	17.06.2010	14:34:14
3351	34,327	10,874	23,453	0,313568309	63	17.06.2010	14:34:15
3352	37,360	9,560	27,800	0,193796044	61	17.06.2010	14:34:16
3353	37,360	9,560	27,800	0,193796044	61	17.06.2010	14:34:17
3354	37,360	9,560	27,800	0,193796044	61	17.06.2010	14:34:18
3355	37,360	9,560	27,800	0,193796044	61	17.06.2010	14:34:19
3356	40,344	7,208	33,136	0,366433523	59	17.06.2010	14:34:20
3357	40,344	7,208	33,136	0,366433523	59	17.06.2010	14:34:21
3358	40,344	7,208	33,136	0,366433523	59	17.06.2010	14:34:22
3359	40,344	7,208	33,136	0,366433523	59	17.06.2010	14:34:23
3360	42,728	7,224	35,504	0,301268366	56	17.06.2010	14:34:24
3361	42,728	7,224	35,504	0,301268366	56	17.06.2010	14:34:25
3362	42,728	7,224	35,504	0,301268366	56	17.06.2010	14:34:26
3363	42,728	7,224	35,504	0,301268366	56	17.06.2010	14:34:27
3364	43,750	4,921	38,829	0,376213538	54	17.06.2010	14:34:28
3365	43,750	4,921	38,829	0,376213538	54	17.06.2010	14:34:29
3366	43,750	4,921	38,829	0,376213538	54	17.06.2010	14:34:30
3367	43,750	4,921	38,829	0,376213538	54	17.06.2010	14:34:31
3368	44,691	7,208	37,482	0,45637492	53	17.06.2010	14:34:32

Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	ΔP (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
3369	44,691	7,208	37,482	0,45637492	53	17.06.2010	14:34:34
3370	44,691	7,208	37,482	0,45637492	53	17.06.2010	14:34:34
3371	44,691	7,208	37,482	0,45637492	53	17.06.2010	14:34:35
3372	47,286	7,192	40,094	0,456733605	54	17.06.2010	14:34:36
3373	47,286	7,192	40,094	0,456733605	54	17.06.2010	14:34:37
3374	47,286	7,192	40,094	0,456733605	54	17.06.2010	14:34:38
3375	47,286	7,192	40,094	0,456733605	54	17.06.2010	14:34:39
3376	49,346	7,273	42,073	0,219135028	56	17.06.2010	14:34:40
3377	49,346	7,273	42,073	0,219135028	56	17.06.2010	14:34:41
3378	49,346	7,273	42,073	0,219135028	56	17.06.2010	14:34:42
3379	49,346	7,273	42,073	0,219135028	56	17.06.2010	14:34:43
3380	51,163	7,338	43,824	0,117094091	59	17.06.2010	14:34:44
3381	51,163	7,338	43,824	0,117094091	59	17.06.2010	14:34:46
3382	51,163	7,338	43,824	0,117094091	59	17.06.2010	14:34:47
3383	51,163	7,338	43,824	0,117094091	59	17.06.2010	14:34:48

### İkinci Senaryo Uygulamasına Ait Basınç Verileri

Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	ΔP (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
3729	29,9475692	30,92073229	0,973	0	90	18.06.2010	14:59:00
3730	29,9475692	30,92073229	0,973	0	90	18.06.2010	14:59:01
3731	29,9475692	30,92073229	0,973	0	90	18.06.2010	14:59:02
3732	29,9475692	30,92073229	0,973	0,119005385	90	18.06.2010	14:59:03
3733	29,4123295	30,40171198	0,973	0,119005385	90	18.06.2010	14:59:04
3734	29,4123295	30,40171198	0,973	0,119005385	90	18.06.2010	14:59:05
3735	29,4123295	30,40171198	0,973	0,119005385	90	18.06.2010	14:59:06
3736	29,4123295	30,40171198	0,989	0,133795695	90	18.06.2010	14:59:07
3737	30,74231906	27,12539628	0,989	0,133795695	90	18.06.2010	14:59:08
3738	30,74231906	27,12539628	0,989	0,133795695	90	18.06.2010	14:59:09
3739	30,74231906	27,12539628	0,989	0,133795695	90	18.06.2010	14:59:10
3740	30,74231906	27,12539628	3,616	0,001751241	90	18.06.2010	14:59:11
3741	30,92073229	31,92633416	3,616	0,001751241	88	18.06.2010	14:59:12
3742	30,92073229	31,92633416	3,616	0,001751241	88	18.06.2010	14:59:13



Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	ΔP (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
3743	30,92073229	31,92633416	3,616	0,001751241	88	18.06.2010	14:59:14
3744	30,92073229	31,92633416	1,005	0,042038529	88	18.06.2010	14:59:15
3745	30,07732428	30,09354366	1,005	0,042038529	87	18.06.2010	14:59:16
3746	30,07732428	30,09354366	1,005	0,042038529	87	18.06.2010	14:59:17
3747	30,07732428	30,09354366	1,005	0,042038529	87	18.06.2010	14:59:18
3748	30,07732428	30,09354366	0,016	0,480085608	87	18.06.2010	14:59:19
3749	30,45037013	30,43415075	0,016	0,480085608	86	18.06.2010	14:59:20
3750	30,45037013	30,43415075	0,016	0,480085608	86	18.06.2010	14:59:21
3751	30,45037013	30,43415075	0,016	0,480085608	86	18.06.2010	14:59:22
3752	30,45037013	30,43415075	0,016	0,495955061	86	18.06.2010	14:59:23
3753	31,06670676	30,96939045	0,016	0,495955061	85	18.06.2010	14:59:24
3754	31,06670676	30,96939045	0,016	0,495955061	85	18.06.2010	14:59:25
3755	31,06670676	30,96939045	0,016	0,495955061	85	18.06.2010	14:59:26
3756	31,06670676	30,96939045	0,097	0,906853837	85	18.06.2010	14:59:27
3757	31,74792092	31,3424363	0,097	0,906853837	84	18.06.2010	14:59:28
3758	31,74792092	31,3424363	0,097	0,906853837	84	18.06.2010	14:59:29
3759	31,74792092	31,3424363	0,097	0,906853837	84	18.06.2010	14:59:30
3760	31,74792092	31,3424363	0,405	6,652260544	84	18.06.2010	14:59:31
3761	31,89389539	30,93695168	0,405	6,652260544	83	18.06.2010	14:59:32
3762	31,89389539	30,93695168	0,405	6,652260544	83	18.06.2010	14:59:33
3763	31,89389539	30,93695168	0,405	6,652260544	83	18.06.2010	14:59:34
3764	31,89389539	30,93695168	0,956	0,808223548	83	18.06.2010	14:59:35
3765	32,05608924	30,88829352	0,956	0,808223548	82	18.06.2010	14:59:36
3766	32,05608924	30,88829352	0,956	0,808223548	82	18.06.2010	14:59:37
3767	32,05608924	30,88829352	0,956	0,808223548	82	18.06.2010	14:59:39
3768	32,05608924	30,88829352	1,167	0,305126238	82	18.06.2010	14:59:40
3769	33,36985943	31,58572707	1,167	0,305126238	81	18.06.2010	14:59:41
3770	33,36985943	31,58572707	1,167	0,305126238	81	18.06.2010	14:59:42
3771	33,36985943	31,58572707	1,167	0,305126238	81	18.06.2010	14:59:43
3772	33,36985943	31,58572707	1,784	0,371216047	81	18.06.2010	14:59:44
3773	35,07289488	32,7535228	1,167	0,371216047	80	18.06.2010	14:59:45
3774	35,07289488	32,7535228	1,167	0,371216047	80	18.06.2010	14:59:46
3775	35,07289488	32,7535228	1,167	0,371216047	80	18.06.2010	14:59:47
3776	35,07289488	32,7535228	2,319	0,1621337	80	18.06.2010	14:59:48
3777	35,73788969	32,91571665	2,319	0,1621337	79	18.06.2010	14:59:49
3778	35,73788969	32,91571665	2,319	0,1621337	79	18.06.2010	14:59:50

Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	ΔP (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
3779	35,73788969	32,91571665	2,319	0,1621337	79	18.06.2010	14:59:51
3780	35,73788969	32,91571665	2,822	0,053149982	79	18.06.2010	14:59:52
3781	36,62995589	33,48339513	2,822	0,053149982	78	18.06.2010	14:59:53
3782	36,62995589	33,48339513	2,822	0,053149982	78	18.06.2010	14:59:54
3783	36,62995589	33,48339513	2,822	0,053149982	78	18.06.2010	14:59:55
3784	39,07908313	35,25130812	3,146	0,248567862	76	18.06.2010	14:59:56
3785	39,07908313	35,25130812	3,146	0,248567862	76	18.06.2010	14:59:57
3786	39,07908313	35,25130812	3,146	0,248567862	76	18.06.2010	14:59:58
3787	39,07908313	35,25130812	3,146	0,248567862	76	18.06.2010	14:59:59
3788	39,98736874	34,40790009	3,827	0,059075761	75	18.06.2010	15:00:00
3789	39,98736874	34,40790009	3,827	0,059075761	75	18.06.2010	15:00:01
3790	39,98736874	34,40790009	3,827	0,059075761	75	18.06.2010	15:00:02
3791	39,98736874	34,40790009	3,827	0,059075761	75	18.06.2010	15:00:03
3792	42,09588893	36,28934879	5,579	0,046787784	74	18.06.2010	15:00:04
3793	42,09588893	36,28934879	5,579	0,046787784	74	18.06.2010	15:00:05
3794	42,09588893	36,28934879	5,579	0,046787784	74	18.06.2010	15:00:06
3795	42,09588893	36,28934879	5,579	0,046787784	74	18.06.2010	15:00:07
3796	43,10149088	35,90008354	5,806	0,089098312	73	18.06.2010	15:00:08
3797	43,10149088	35,90008354	5,806	0,089098312	73	18.06.2010	15:00:09
3798	43,10149088	35,90008354	5,806	0,089098312	73	18.06.2010	15:00:10
3799	43,10149088	35,90008354	5,806	0,089098312	73	18.06.2010	15:00:11
3800	45,8425672	36,35422634	7,201	0,132774946	72	18.06.2010	15:00:12
3801	45,8425672	36,35422634	7,201	0,132774946	72	18.06.2010	15:00:13
3802	45,8425672	36,35422634	7,201	0,132774946	72	18.06.2010	15:00:14
3803	45,8425672	36,35422634	7,201	0,132774946	72	18.06.2010	15:00:15
3804	47,07524059	35,34862444	9,488	0,110243544	71	18.06.2010	15:00:16
3805	47,07524059	35,34862444	9,488	0,110243544	71	18.06.2010	15:00:17
3806	47,07524059	35,34862444	9,488	0,110243544	71	18.06.2010	15:00:18
3807	47,07524059	35,34862444	9,488	0,110243544	71	18.06.2010	15:00:19
3808	39,06286374	33,22388497	11,726	0,155561611	70	18.06.2010	15:00:20
3809	39,06286374	33,22388497	11,726	0,155561611	70	18.06.2010	15:00:21
3810	39,06286374	33,22388497	11,726	0,155561611	70	18.06.2010	15:00:22
3811	39,06286374	33,22388497	11,726	0,155561611	70	18.06.2010	15:00:23
3812	49,16754151	30,6936609	18,473	0,391144423	69	18.06.2010	15:00:24
3813	49,16754151	30,6936609	18,473	0,391144423	69	18.06.2010	15:00:25
3814	49,16754151	30,6936609	18,473	0,391144423	69	18.06.2010	15:00:26

Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	ΔP (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
3815	49,16754151	30,6936609	18,473	0,234099008	69	18.06.2010	15:00:27
3816	51,76264348	27,56331966	18,473	0,234099008	68	18.06.2010	15:00:28
3817	51,76264348	27,56331966	18,473	0,234099008	68	18.06.2010	15:00:29
3818	51,76264348	27,56331966	18,473	0,234099008	68	18.06.2010	15:00:30
3819	51,76264348	27,56331966	24,199	0,092961024	68	18.06.2010	15:00:31
3820	54,58481693	22,00007087	24,199	0,092961024	66	18.06.2010	15:00:32
3821	54,58481693	22,00007087	24,199	0,092961024	66	18.06.2010	15:00:33
3822	54,58481693	22,00007087	24,199	0,092961024	66	18.06.2010	15:00:34
3823	54,58481693	22,00007087	32,584	0,085759032	66	18.06.2010	15:00:35
3824	57,45564861	19,04814302	32,584	0,085759032	66	18.06.2010	15:00:36
3825	57,45564861	19,04814302	32,584	0,085759032	66	18.06.2010	15:00:37
3826	57,45564861	19,04814302	32,584	0,085759032	66	18.06.2010	15:00:38
3827	57,45564861	19,04814302	38,407	0,111081574	66	18.06.2010	15:00:39
3828	61,36452124	15,33390421	38,407	0,111081574	64	18.06.2010	15:00:40
3829	61,36452124	15,33390421	38,407	0,111081574	64	18.06.2010	15:00:41
3830	61,36452124	15,33390421	38,407	0,111081574	64	18.06.2010	15:00:42
3831	61,36452124	15,33390421	46,030	0,080191559	64	18.06.2010	15:00:43
3832	63,0351183	12,28466018	46,030	0,080191559	63	18.06.2010	15:00:44
3833	63,0351183	12,28466018	46,030	0,080191559	63	18.06.2010	15:00:45
3834	63,0351183	12,28466018	46,030	0,080191559	63	18.06.2010	15:00:46
3835	63,0351183	12,28466018	50,750	0,107835517	63	18.06.2010	15:00:47
3836	66,39253188	7,386406594	50,750	0,107835517	62	18.06.2010	15:00:48
3837	66,39253188	7,386406594	50,750	0,107835517	62	18.06.2010	15:00:49
3838	66,39253188	7,386406594	50,750	0,107835517	62	18.06.2010	15:00:51
3839	66,39253188	7,386406594	59,006	0,122183613	62	18.06.2010	15:00:52
3840	70,25274665	7,337748446	59,006	0,122183613	61	18.06.2010	15:00:53
3841	70,25274665	7,337748446	59,006	0,122183613	61	18.06.2010	15:00:54
3842	70,25274665	7,337748446	59,006	0,122183613	61	18.06.2010	15:00:55
3843	70,25274665	7,337748446	62,914	0,100776598	61	18.06.2010	15:00:56
3844	73,62637985	5,991539702	62,914	0,100776598	60	18.06.2010	15:00:57
3845	73,62637985	5,991539702	62,914	0,100776598	60	18.06.2010	15:00:58
3846	73,62637985	5,991539702	62,914	0,100776598	60	18.06.2010	15:00:59
3847	73,62637985	5,991539702	67,634	0,136487308	60	18.06.2010	15:01:00
3848	77,25952341	7,289090299	67,634	0,136487308	59	18.06.2010	15:01:01
3849	77,25952341	7,289090299	67,634	0,136487308	59	18.06.2010	15:01:02
3850	77,25952341	7,289090299	67,634	0,136487308	59	18.06.2010	15:01:03

Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	ΔP (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
3851	77,25952341	7,289090299	69,970	0,139642773	59	18.06.2010	15:01:04
3852	80,73047318	7,353967829	69,970	0,139642773	58	18.06.2010	15:01:05
3853	80,73047318	7,353967829	69,970	0,139642773	58	18.06.2010	15:01:06
3854	80,73047318	7,353967829	69,970	0,139642773	58	18.06.2010	15:01:07
3855	80,73047318	7,353967829	73,376	0,1389767	58	18.06.2010	15:01:08
3856	83,39045346	7,386406594	73,376	0,1389767	57	18.06.2010	15:01:09
3857	83,39045346	7,386406594	73,376	0,1389767	57	18.06.2010	15:01:10
3858	83,39045346	7,386406594	73,376	0,1389767	57	18.06.2010	15:01:11
3859	83,39045346	7,386406594	76,004	0,258254478	57	18.06.2010	15:01:12
3860	86,06665321	7,353967829	76,004	0,258254478	56	18.06.2010	15:01:13
3861	86,06665321	7,353967829	76,004	0,258254478	56	18.06.2010	15:01:14
3862	86,06665321	7,353967829	76,004	0,258254478	56	18.06.2010	15:01:15
3863	86,06665321	7,353967829	78,712	0,182536833	56	18.06.2010	15:01:16
3864	88,72663364	7,191774003	78,712	0,182536833	56	18.06.2010	15:01:17
3865	88,72663364	7,191774003	78,712	0,182536833	56	18.06.2010	15:01:18
3866	88,72663364	7,191774003	78,712	0,182536833	56	18.06.2010	15:01:19
3867	88,72663364	7,191774003	81,534	0,158494091	56	18.06.2010	15:01:20
3868	91,59746626	7,629697332	81,534	0,158494091	55	18.06.2010	15:01:21
3869	91,59746626	7,629697332	81,534	0,158494091	55	18.06.2010	15:01:22
3870	91,59746626	7,629697332	81,534	0,158494091	55	18.06.2010	15:01:23
3871	94,922442	7,353967829	83,967	0,162132035	55	18.06.2010	15:01:24
3872	94,922442	7,353967829	83,967	0,162132035	55	18.06.2010	15:01:25
3873	94,922442	7,353967829	83,967	0,162132035	55	18.06.2010	15:01:26

### Üçüncü Senaryo Uygulamasına Ait Basınç Verileri

Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	ΔP (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
2292	26,866	27,271	0,405	0	90	14.06.2010	13:34:20
2293	26,866	27,271	0,405	0	90	14.06.2010	13:34:21
2294	26,866	27,271	0,405	0	90	14.06.2010	13:34:23
2295	26,850	27,385	0,535	0,039030516	90	14.06.2010	13:34:24
2296	26,850	27,385	0,535	0,039030516	90	14.06.2010	13:34:25
2297	26,850	27,385	0,535	0,039030516	90	14.06.2010	13:34:26

Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	ΔP (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
2298	26,850	27,385	0,535	0,039030516	90	14.06.2010	13:34:27
2299	27,498	28,261	0,762	0,450784144	88	14.06.2010	13:34:28
2300	27,498	28,261	0,762	0,450784144	88	14.06.2010	13:34:29
2301	27,498	28,261	0,762	0,450784144	88	14.06.2010	13:34:30
2302	27,498	28,261	0,762	0,450784144	88	14.06.2010	13:34:31
2303	28,780	28,553	0,227	0,028298203	86	14.06.2010	13:34:32
2304	28,780	28,553	0,227	0,028298203	86	14.06.2010	13:34:33
2305	28,780	28,553	0,227	0,028298203	86	14.06.2010	13:34:34
2306	29,056	28,715	0,340	0,078745178	86	14.06.2010	13:34:35
2307	29,056	28,715	0,340	0,078745178	84	14.06.2010	13:34:36
2308	29,056	28,715	0,340	0,078745178	84	14.06.2010	13:34:37
2309	29,056	28,715	0,340	0,078745178	84	14.06.2010	13:34:38
2310	30,759	29,445	1,313	0,00550359	84	14.06.2010	13:34:39
2311	30,759	29,445	1,313	0,00550359	82	14.06.2010	13:34:40
2312	30,759	29,445	1,313	0,00550359	82	14.06.2010	13:34:41
2313	30,759	29,445	1,313	0,00550359	82	14.06.2010	13:34:42
2314	32,186	30,045	2,141	0,002874106	79	14.06.2010	13:34:43
2315	32,186	30,045	2,141	0,002874106	79	14.06.2010	13:34:44
2316	32,186	30,045	2,141	0,002874106	79	14.06.2010	13:34:45
2317	32,186	30,045	2,141	0,002874106	79	14.06.2010	13:34:46
2318	34,505	31,570	2,936	0,001969411	77	14.06.2010	13:34:47
2319	34,505	31,570	2,936	0,001969411	77	14.06.2010	13:34:48
2320	34,505	31,570	2,936	0,001969411	77	14.06.2010	13:34:49
2321	34,505	31,570	2,936	0,001969411	77	14.06.2010	13:34:50
2322	36,581	32,316	4,266	0,074353075	74	14.06.2010	13:34:51
2323	36,581	32,316	4,266	0,074353075	74	14.06.2010	13:34:52
2324	36,581	32,316	4,266	0,074353075	74	14.06.2010	13:34:53
2325	36,581	32,316	4,266	0,074353075	74	14.06.2010	13:34:54
2326	38,755	31,294	7,461	0,040375019	72	14.06.2010	13:34:55
2327	38,755	31,294	7,461	0,040375019	72	14.06.2010	13:34:56
2328	38,755	31,294	7,461	0,040375019	72	14.06.2010	13:34:57
2329	38,755	31,294	7,461	0,040375019	72	14.06.2010	13:34:58
2330	42,177	29,461	12,716	0,176894314	70	14.06.2010	13:34:59
2331	42,177	29,461	12,716	0,176894314	70	14.06.2010	13:35:00
2332	42,177	29,461	12,716	0,176894314	70	14.06.2010	13:35:01
2333	42,177	29,461	12,716	0,176894314	70	14.06.2010	13:35:02
2334	46,199	23,168	23,032	0,095125523	67	14.06.2010	13:35:03

Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	ΔP (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
2335	46,199	23,168	23,032	0,095125523	67	14.06.2010	13:35:04
2336	46,199	23,168	23,032	0,095125523	67	14.06.2010	13:35:05
2337	46,199	23,168	23,032	0,095125523	67	14.06.2010	13:35:06
2338	50,919	13,744	37,175	0,10165063	65	14.06.2010	13:35:07
2339	50,919	13,744	37,175	0,10165063	65	14.06.2010	13:35:08
2340	50,919	13,744	37,175	0,10165063	65	14.06.2010	13:35:09
2341	50,919	13,744	37,175	0,10165063	65	14.06.2010	13:35:10
2342	54,763	12,512	42,251	0,138263635	63	14.06.2010	13:35:11
2343	54,763	12,512	42,251	0,138263635	63	14.06.2010	13:35:12
2344	54,763	12,512	42,251	0,138263635	63	14.06.2010	13:35:13
2345	54,763	12,512	42,251	0,138263635	63	14.06.2010	13:35:14
2346	58,104	7,451	50,653	0,114748079	61	14.06.2010	13:35:15
2347	58,104	7,451	50,653	0,114748079	61	14.06.2010	13:35:16
2348	58,104	7,451	50,653	0,114748079	61	14.06.2010	13:35:17
2349	58,104	7,451	50,653	0,114748079	61	14.06.2010	13:35:18
2350	62,046	7,468	54,578	0,207579012	58	14.06.2010	13:35:19
2351	62,046	7,468	54,578	0,207579012	58	14.06.2010	13:35:20
2352	62,046	7,468	54,578	0,207579012	58	14.06.2010	13:35:21
2353	62,046	7,468	54,578	0,207579012	58	14.06.2010	13:35:22
2354	64,673	7,419	57,254	0,327815107	56	14.06.2010	13:35:23
2355	64,673	7,419	57,254	0,327815107	56	14.06.2010	13:35:24
2356	64,673	7,419	57,254	0,327815107	56	14.06.2010	13:35:25
2357	64,673	7,419	57,254	0,327815107	56	14.06.2010	13:35:26
2358	67,058	7,435	59,622	0,314319207	53	14.06.2010	13:35:27
2359	67,058	7,435	59,622	0,314319207	53	14.06.2010	13:35:28
2360	67,058	7,435	59,622	0,314319207	53	14.06.2010	13:35:29
2361	67,058	7,435	59,622	0,314319207	53	14.06.2010	13:35:30
2362	66,036	7,403	58,633	0,481146612	51	14.06.2010	13:35:31
2363	66,036	7,403	58,633	0,481146612	51	14.06.2010	13:35:32
2364	66,036	7,403	58,633	0,481146612	51	14.06.2010	13:35:33
2365	66,036	7,403	58,633	0,481146612	51	14.06.2010	13:35:35
2366	68,566	7,305	61,260	0,549289021	48	14.06.2010	13:35:36
2367	68,566	7,305	61,260	0,549289021	48	14.06.2010	13:35:37
2368	68,566	7,305	61,260	0,549289021	48	14.06.2010	13:35:38
2369	68,566	7,305	61,260	0,549289021	48	14.06.2010	13:35:39
2370	70,723	7,370	63,353	0,62516887	46	14.06.2010	13:35:40
2371	70,723	7,370	63,353	0,62516887	46	14.06.2010	13:35:41

Sıra No	P <sub>1</sub> (Kapı Önü Basınç) (Pa)	P <sub>2</sub> (Kapı Arkası Basınç) (Pa)	ΔP (Basınç Farkı) (Pa)	R (Direnç) (gaul)	Kapı Konumu (°)	Tarih	Zaman
2372	70,723	7,370	63,353	0,62516887	46	14.06.2010	13:35:42
2373	70,723	7,370	63,353	0,62516887	46	14.06.2010	13:35:43
2374	73,999	7,370	66,629	0,690875024	43	14.06.2010	13:35:44
2375	73,999	7,370	66,629	0,690875024	43	14.06.2010	13:35:45
2376	73,999	7,370	66,629	0,690875024	43	14.06.2010	13:35:46
2377	73,999	7,370	66,629	0,690875024	43	14.06.2010	13:35:47
2378	76,562	7,370	69,192	0,765860694	41	14.06.2010	13:35:48
2379	76,562	7,370	69,192	0,765860694	41	14.06.2010	13:35:49
2380	76,562	7,370	69,192	0,765860694	41	14.06.2010	13:35:50
2381	76,562	7,370	69,192	0,765860694	41	14.06.2010	13:35:51
2382	78,038	7,338	70,700	0,855936415	38	14.06.2010	13:35:52
2383	78,038	7,338	70,700	0,855936415	38	14.06.2010	13:35:53
2384	78,038	7,338	70,700	0,855936415	38	14.06.2010	13:35:54
2385	78,038	7,338	70,700	0,855936415	38	14.06.2010	13:35:55
2386	82,385	7,305	75,079	0,803384633	36	14.06.2010	13:35:56
2387	82,385	7,305	75,079	0,803384633	36	14.06.2010	13:35:57
2388	82,385	7,305	75,079	0,803384633	36	14.06.2010	13:35:58
2389	82,385	7,305	75,079	0,803384633	36	14.06.2010	13:35:59
2390	84,802	7,273	77,570	0,992401733	34	14.06.2010	13:36:00