

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İSTANBUL İGDAŞ DOĞALGAZ BORU HATLARINDA  
ÖLÇÜLEN BASINÇ, DEBİ PARAMETRELERİNİ  
KULLANARAK SİSTEMİN İSTATİSTİKSEL KALİTE  
KONTROLÜ**

**106328**

Kimya Mühendisi Kuddusi ATALAY

FBE Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

106328

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Selahattin GÖKMEN**

Prof. Dr. Abdülrezzek  
Bozdoğan

prof. Dr. Selahattin GÖKMEN  
Maamur

A. Bozdoğan

*Abdülrezzek Bozdoğan*  
T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANLAMA MERKEZİ

**İSTANBUL, 2001**

Prof. Dr. Nezet KADIRKAN

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	iv
SİMGE LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Doğalgaz ve İGDAŞ.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	2
2. DOĞALGAZ HAKKINDA GENEL BİLGİLER VE SCADA SİSTEMİ .....	3
2.1 Doğalgaz Kullanım Alanları ve Özellikleri .....	3
2.2 Doğalgazın Avantajları .....	6
2.3. Boru Hatlarında Gaz Kontrolünü Gerektiren Problemler .....	9
2.4 Doğalgaz Boru Hatlarında Scada Otomasyon Sistemi.....	17
2.4.1 Scada Sistemi Nedir .....	17
2.4.2 Scada Sisteminin Yapısı.....	18
2.4.3 Scada Sisteminin Bileşenleri.....	19
3. MÜHENDİSLİKTE İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL .....	20
3.1 Mühendislikte Kalite Üzerine Genel Bilgiler.....	20
3.2 Kalite Kontrolünün Kontrol Grafikleri İle İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	24
3.2.1 Kontrol Grafikleri ve İstatistiksel Denklemler.....	24
3.3.2 Kontrol Grafiklerinin Faydaları .....	29
4. İGDAŞ' TA SCADA OTOMASYON SİSTEMİ İLE YÖNETİLEN DOĞALGAZ BORU HATLARININ İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROLÜ .....	31
4.1 İGDAŞ Doğalgaz Sisteminin Genel Tanıtımı.....	31
4.2 Sistem Giriş Basınçlarına Göre İstatistiksel Kalite Kontrol Analizi.....	31
4.3 Sistem Çıkış Basınçlarına Göre İstatistiksel Kalite Kontrolü .....	45
4.5 Sistem Akım Değerlerine Göre İstatistiksel Kalite Kontrolü.....	58

5.	DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR.....	71
	KAYNAKLAR.....	73
	EKLER.....	74
EK 1	Kontrol Şemaları İçin Çarpan Katsayıları Tablosu.....	75
EK 2	Çalışmada Uygulama Olarak Kullanılan 28 Adet Regülatörünün Yerleşim Haritası .....	77
	ÖZGEÇMİŞ .....	78



## ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında sonsuz yardımlarını esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Selahattin GÖKMEN'e çalışmanın ortaya konmasında getirdiği vizyon ve yönlendirmesinden dolayı şükranlarımı bir borç bilirim. Ayrıca verilerin değerlendirilmesindeki istatistiksel metod önerilerinden genişçe yararlandığım sayın Prof. Dr. Abdürrezzak BOZDOĞAN' a ve yüksek lisans çalışmalarında desteklerini gördüğüm bölüm başkanımız sayın Prof. Dr. Salih DİNÇER'e teşekkürlerimi sunarım.



## SİMGE LİSTESİ

$\bar{X}$	Veri grubu ortalaması
$\sigma$	Standart sapma
$\bar{X}$	Merkez hattı
$R$	Değişim aralığı
$\bar{R}$	Değişim aralığı ortalaması
$W$	Bağıl değişim katsayısı
$d_2$	Bağıl değişim aralığı aralığı katsayısı
$d_3$	Bağıl standart sapma katsayısı
$D_3$	Değişimlerin alt kontrol limiti katsayısı(R diyagramı)
$D_4$	Değişimlerin üst kontrol limiti katsayısı(R diyagramı)
$A_2$	X kontrol diyagramı kontrol limiti katsayısı



## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	Scada sisteminin genel yapısı .....	19
Şekil 3.1	Kontrol grafiği bileşenleri .....	25
Şekil 3.2	Kontrol grafiklerinde değişik durumlar .....	26
Şekil 4.1	15/01/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	33
Şekil 4.2	15/01/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	33
Şekil 4.3	15/02/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	34
Şekil 4.4	15/02/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	34
Şekil 4.5	15/03/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	35
Şekil 4.6	15/03/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	35
Şekil 4.7	15/04/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	36
Şekil 4.8	15/04/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	36
Şekil 4.9	15/05/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	37
Şekil 4.11	5/05/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	37
Şekil 4.11	5/06/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	38
Şekil 4.11	5/06/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	38
Şekil 4.13	15/07/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	39
Şekil 4.14	15/07/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	39
Şekil 4.15	15/08/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	40
Şekil 4.16	15/08/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	40
Şekil 4.17	15/09/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	41
Şekil 4.18	15/09/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği. ....	41
Şekil 4.19	15/10/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	42
Şekil 4.20	15/10/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	42
Şekil 4.21	15/11/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	43
Şekil 4.22	15/11/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	43
Şekil 4.23	15/12/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	44
Şekil 4.24	15/12/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği. ....	44
Şekil 4.25	15/01/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği.....	46
Şekil 4.26	15/01/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği .....	46
Şekil 4.27	15/02/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği.....	47
Şekil 4.28	15/02/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği .....	47
Şekil 4.29	15/03/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	48
Şekil 4.30	15/03/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği .....	48
Şekil 4.31	15/04/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği .....	49
Şekil 4.32	15/04/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği .....	49
Şekil 4.33	15/05/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği.....	50
Şekil 4.34	15/05/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği .....	50
Şekil 4.35	15/06/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği.....	51
Şekil 4.36	15/06/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği .....	51
Şekil 4.37	15/07/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği.....	52
Şekil 4.38	15/07/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği .....	52
Şekil 4.39	15/08/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği.....	53
Şekil 4.40	15/08/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği .....	53
Şekil 4.41	15/09/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği.....	54
Şekil 4.42	15/09/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	54

Şekil 4.43	15/10/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği.....	55
Şekil 4.44	15/10/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	55
Şekil 4.45	15/11/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği.....	56
Şekil 4.46	15/11/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	56
Şekil 4.47	15/12/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği.....	57
Şekil 4.48	15/12/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği.....	57
Şekil 4.49	15/01/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	59
Şekil 4.50	15/01/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	59
Şekil 4.51	15/02/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	60
Şekil 4.52	15/02/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	60
Şekil 4.53	15/03/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	61
Şekil 4.54	15/03/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	61
Şekil 4.55	15/04/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	62
Şekil 4.56	15/04/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	62
Şekil 4.57	15/05/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	63
Şekil 4.58	15/05/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	63
Şekil 4.59	15/06/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	64
Şekil 4.60	15/06/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	64
Şekil 4.61	15/07/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	65
Şekil 4.62	15/07/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	65
Şekil 4.63	15/08/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	66
Şekil 4.64	15/08/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	66
Şekil 4.65	15/09/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	67
Şekil 4.66	15/09/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	67
Şekil 4.67	15/10/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	68
Şekil 4.68	15/10/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	68
Şekil 4.69	15/11/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	69
Şekil 4.70	15/11/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	69
Şekil 4.71	15/12/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği.....	70
Şekil 4.72	15/12/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği.....	70

## ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Çeşitli rezervlerden oluşan doğalgazın bileşimi ve fiziksel özellikleri.....4
Çizelge 2.2	BDT'den ithal edilen doğalgazın fiziksel özellikleri .....5
Çizelge 2.3	Birim enerji için üretimi için emisyon değerleri.....8
Çizelge 2.4	Emisyon limitleri(Almanya) .....9
Çizelge 2.5	Hava kalitesi kontrol yönetmeliği sınır değerleri.....9
Çizelge 3.1	Kalitede kimlik değişimi .....23
Çizelge 4.1	Giriş basınçlarının kontrol değerleri .....32
Çizelge 4.2	Çıkış basınçlarının kontrol değerleri.....45
Çizelge 4.3	Akış kontrol değerleri .....58





## ÖZET

İstanbul İGDAŞ doğalgaz hatlarında ölçülen basınç ve debi verilerini kullanarak sistemin istatistiksel kalite kontrolü analiz edilerek değerlendirilmiştir. Bu analizde 1997 yılının örnek olarak her ayın 15 ine ait veriler kullanılmıştır. İstatistiksel kalite kontrol analizi X ve R kontrol diyagramları ile yapılmıştır.

Basınç ve debi verilerinin X kontrol diyagramları ile analizi sonucu bütün örnekleme günlerinde alt ve üst kontrol limitleri içerisinde merkez hattı civarında seyrettiği tesbit edilerek sistemin hatasız bir şekilde çalıştığı görülmüştür. R kontrol diyagramlarının analizi sonucunda ise verilerin bazı günlerde kontrol limitleri içerisinde beklenen kalite düzeyinde seyretmelerine rağmen bazı günlerde ise alt ve üst kontrol limitlerini aştığı ve sistemin kalite kontrolünü etkilediği tesbit edilmiştir.

Alt ve üst kontrol limitlerinin aşıldığı bazı R kontrol diyagramlarında sıcaklık ve mevsim değişiklikleri gibi çevre şartları, operatör hataları, malzeme temini, basınç ve akım değişimleri sonucu hatlarda meydana gelen malzeme yorgunluğu ve yeni yatırım yapılan bölgelere mevcut ana kontrol vanalarından gaz verilişi sırasında oluşan basınç değişimleri gibi faktörler etkili olmaktadır. Sistem hatasız olarak çalışmakla beraber, R kontrol grafiklerinden sistemin kalite düzeyinin etkilendiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Doğalgaz, basınç, akım, istatistiksel kalite kontrol, X kontrol diyagramı, R kontrol diyagramı

## **ABSTRACT**

A statistical quality control analysis was conducted for Istanbul IGDAŞ natural gas pipelines system by using the measured pressure and flow data. The measured pressure and flow data in the year of 1997 were used as an application case in this study. Quality control analysis were performed by using statistical X and R control charts.

The pressure and flow values went nearly center line between upper and lower limits by the X control analysis so it indicated that the system were properly run. By the R control analysis, pressure values went over upper and lower limits at some sampled days so it denoted that some internal and external factors affected the quality of system.

Environmental factors such as temperature changes, system operator faults, gas supply, material fatigue in pipe lines due to cyclic pressure and flow change, investment purposes were predicted mainly affecting the quality of system. By the X and R control analyses it was concluded that natural gas pipelines system of IGDAŞ were regularly processed, however, external and internal factors mentioned could sometimes cause lack of quality in operation.

**Key words:** Natural gas, pressure, flow, statistical quality control analysis, X control chart  
R control chart

## 1 GİRİŞ

### 1.1 Doğalgaz ve İGDAŞ

Doğalgaz dünyadaki mevcut 142 trilyon m<sup>3</sup> rezerv kapasitesi ile 21. yüzyılın en gözde enerji kaynaklarından birisi olma eğilimindedir. Buna paralel olarak artan hızlı kentleşme sanayileşme ve bunlara bağlı olarak oluşan çevre kirliliği ve 1970 lerde yaşanan petrol krizi tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de alternatif kaynak arayışlarına itmiştir. Bu amaçla 16 Eylül 1984 tarihinde Rusya’dan ülkemize doğalgaz sevkiyatı konusunda iki ülke arasında antlaşma imzalanmıştır. Bakanlar Kurulunun 84/8806 Sayılı Kararı ile satın alınan doğalgazın sanayide ve şehir şebekelerinde kullanılması öngörülmüştür. Türkiye’de doğalgazın yaygın olarak kullanımı 1986 da yapımına başlanan 850 km lik SSCB-Türkiye doğalgaz boru hattının Nisan 1988 de bitirilmesi ile başlanmış olup doğalgazın ithali ve Türkiye’deki genel dağıtımını BOTAS tarafından yapılmaktadır. İthal edilen doğalgazın 84/8806 Bakanlar Kurulu Kararı ile sanayi ve şehir şebekelerinde kullanımı iznini takiben İstanbul’da İETT bünyesinde başlatılan fizibilite çalışmaları, konunun ülkemizde yeni olması sebebi ile Mayıs 1987 de Fransız SAE-Alarko konsorsiyumuna ihale edilmiş, yatırıma 1989 yılında başlanmıştır. Doğalgaz projesi ile ilgili daha ciddi çalışmalar yapmak ve yatırım programını genişletmek amacı ile İstanbul Büyükşehir Belediyesi bazı iştiraklerinin katılımı ile Kaynak Geliştirme ve İştirakler Dairesine bağlı olarak 25 Aralık 1986 tarihinde İGDAŞ kurulmuştur.

İGDAŞ; 6 adet BOTAS giriş istasyonu ve 4 inç ile 30 inç arasında değişen boru çaplarında 602.664 metre çelik boru taşıma hattı, 2 inç ile 8 inç arasında değişen çaplarda 3.533.866 metre polietilen boru dağıtım hattı ve İstanbul’un değişik noktalarına kurulan 352 adet gaz regülatörü bulunmaktadır. Yaklaşık 1.800.000.000 m<sup>3</sup>/yıl dağıtım kapasitesi ile 1.500.000 ‘i aşkın aboneye hizmet vermektedir.

Doğalgazın yaygın bir şekilde kullanılmaya başlaması ile birlikte İstanbul’da kömür tüketimi 8.5 milyon tondan, 2 milyon tona düşmüştür. Özellikle hava kirliliğinin yoğun olarak

yaşandığı bölgelerde yapılan yatırımlar sayesinde hava kirliliği oranlarının dünya standartlarının üstüne çıkması önlenmiştir. 1994-1995 kışında İstanbul'da ortalama kükürtdioksit oranı 250 mikrogram/metreküp iken, 2000 yılı itibari ile yıllık ortalama 31 mikrogram/metreküp olarak ölçülmüştür. 1996 yılından günümüze kadar hiçbir zaman Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO)'nın belirlemiş olduğu 150 mikrogram/metreküpün üzerine çıkmamıştır.

Bu kadar büyük bir sistemde basınç ve akım değerlerinin müsaade edilebilir sınırlar içerisinde tutularak işlerliğin sağlıklı ve risksiz olarak devam edebilmesi, sistemin zamana göre ilgili parametreler için kalite kontrolünün sağlanması ile mümkün olup bu işlemler istatistiksel kalite kontrol analizleri ile ortaya konur. İstatistiksel kalite kontrol analizleri bir sistemin en ekonomik ve yararlı bir şekilde çalışmasını sağlamak, önceden belirlenmiş kalite standartlarına uygunluğunu sağlamak ve sistemdeki hataları en aza indirmek amacı ile istatistiksel prensip ve tekniklerin sistemin tüm safhalarında kullanılmasıdır.

## **1.2 Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı İGDAŞ doğalgaz boru hatlarındaki gaz akışının basınç ve debi parametreleri için kalite kontrol denetiminin bir uygulamasını yapmaktır. Bu kapsamda İGDAŞ'ın İstanbul Bölge Müdürlüğüne bağlı SCADA bağlantısı olanlarından 28 adet gaz kontrol regülatörlerinin 1997 yılının her ayının 15. günündeki veriler kullanılarak istatistiksel kalite kontrol analizi yapılmış ve örnekleme olarak seçilen bu günler için sistemin kalite kontrol düzeyi değerlendirilmiştir.

## 2. DOĞALGAZ HAKKINDA GENEL BİLGİLER VE SCADA SİSTEMİ

### 2.1 Doğalgaz Kullanım Alanları Ve Özellikleri

Doğalgaz ilk olarak yakacak amacıyla Çin'de Shu Hanedanlığı'nda (M.S. 221-263) tuz üretimi için kullanılmıştır. Bu yıllarda doğal gazın yataklardan kullanım yerlerine bambu kamışlarla taşındığı bilinmektedir.

Doğal gazın ilk modern üretim ve tüketim tekniklerine A.B.D.'de rastlanılmaktadır. Erie Gölü yakınında yaklaşık 10 m. derinlikten 4 cm. çapında borular ile çıkarılan doğalgaz Freodania şehrinin aydınlatılması için kullanılmıştır. İlk endüstriyel kullanım ise 1841 yılında yine ABD'nin Batı Virginia eyaletindeki tuz üretim tesislerinde görülmüştür. Evlerdeki geniş kapsamlı kullanım 1880 yıllarında ABD'nin Pennsylvania eyaletinde gerçekleştirilmiştir.

Günümüzde doğalgaz yakacak ve hammadde olarak çeşitli alanlarda kullanılabilir. Yakacak olarak termik santrallerde elektrik enerjisi üretimi için; endüstri kuruluşlarında ısıtma, kurutma, pişirme, ısıl işlem fırınlarında, kaynak işlemleri ve buhar üretimi için; konut ve işyerlerinde ise pişirme, ısıtma, kurutma, soğutma işlemleri için doğrudan doğruya kullanılabilir. Doğal gazın bileşiminde bulunan hidrokarbonlar nedeniyle sanayide amonyak, metanol, hidrojen ve petrokimya ürünlerinin sentezinde, mürekkep, zambak, sentetik lastik, fotoğraf filmi, deterjan, boya, dinamit, plastik, antifriz ve gübre gibi maddelerin üretiminde doğalgaz doğrudan hammadde olarak kullanılır. Bugün dünyadaki metanol üretiminin %70'i doğalgazdan sağlanmaktadır.

Doğalgaz esas olarak metan ve metana göre daha az oranda olmak üzere, etan, bütan ve propan gibi hidrokarbonlardan meydana gelen renksiz, kokusuz bir gazdır. Mavi bir alevle yanar ve hava ile belli bir oranda karıştığında patlayıcı özelliği vardır. Çizelge 2.1.'de dünyanın çeşitli rezervlerinden çıkan doğalgazın ortalama bileşimleri ve fiziksel özellikleri verilmiştir. Dünyanın en büyük doğalgaz rezervelerine sahip BDT den ithal ettiğimiz doğal gazın fiziksel özellikleri ise Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Çeşitli rezervlerden oluşan doğalgazın bileşimleri ve fiziksel özellikleri

REZERV ADI	Bileşimi (Ağırlıkça %)								YOĞUNL UK Kg/m <sup>3</sup>	Teorik Özgül (Kuru)		Max. CO <sub>2</sub>	
	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Hava Kg/Kg		Duman Gazı Kg/Kg	Ağırlıkça (%)	Hacimce (%)	
Emsland (B.Almanya)	78.97	5.00	1.72	1.0	0.94	7.77	4.30	0.8128	14.96	14.04	17.82	12.12	
Diephoiz (B.Almanya)	67.20	-	-	-	-	20.04	10.16	0.88	11.93	11.39	18.66	12.72	
Rheden 5 (B.Almanya)	54.00	0.82	-	-	-	35.66	9.52	0.99	9.41	9.19	20.27	13.91	
Ampfring (B.Almanya)	92.30	6.00	-	-	-	0.53	1.17	0.74	16.83	15.64	17.34	11.76	
Schlohteren (Hollanda)	70.01	4.64	0.96	0.42	0.39	2.13	21.45	0.83	13.05	12.37	17.23	11.69	
Kuzey Denizi (İngiltere)	83.77	6.04	2.04	1.03	1.67	1.00	4.45	0.78	16.09	15.03	17.49	11.88	
Bakü (B.D.T.)	87.70	5.83	-	-	-	5.66	0.81	0.77	16.01	14.94	17.63	11.98	
Hassi R'mel (Cezayir)	63.32	11.30	6.37	4.14	7.18	0.43	7.26	0.90	15.39	14.50	18.02	12.26	
Cap Bon (Tunus)	65.93	17.50	9.65	5.45	1.47	-	-	0.89	16.71	15.65	18.02	12.66	

Çizelge 2.2 BDT'den ithal edilen doğal gazın fiziksel özellikleri

	Garanti Edilen	Fiili
Metan CH <sub>4</sub>	min. %85	%98,68
Etan C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	max. %7	%0,211
Propan C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	max. %3	%0,043
Bütan C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	max. %2	%0,017
Diğer Hidrokarbonlar C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>	max. %1	%0,033
Karbondioksit CO <sub>2</sub>	max. %3	%0,035
Oksijen O <sub>2</sub>	max. %0.02	--
Azot N <sub>2</sub>	max. %5	%0,829
Hidrojen Sülfür H <sub>2</sub> S	max. 5.1 mg/m <sup>3</sup>	
Toplam Kükürt S	max. 102 mg/m <sup>3</sup>	
Yoğunluk (Havaya göre)	0,6-0,7 kg/m <sup>3</sup>	

Eğer doğalgaz rezervinde kükürt var ise, üretilen doğalgazda hidrojen sülfür görülür. Bu bileşenin dağıtım şebekelerinde ve kullanma yerlerinde yaratabileceği korozyon problemlerini önlemek gayesi ile doğalgaz şebekeye verilmeden önce genellikle filtre ile temizlenir. Kükürtün kullanıma sunulan doğalgaz içindeki ihmal edilebilir seviyede olması sebebi ile, yakılma sonunda oluşan baca gazında kükürt dioksit çok az düzeydedir. Duman gazında kükürt dioksit bulunmasının insan sağlığı üzerinde yaptığı etki ve asit çığ noktası oluşmaması için duman gazını en fazla 140<sup>0</sup>C-160<sup>0</sup>C değerine kadar indirebilmesi, kömür, fuel-oil gibi diğer fosil yakacakların en önemli sakıncalarıdır. Doğal gazın yakılması ile oluşan duman gazı 60<sup>0</sup>C sıcaklığına kadar düşürülebilmesi sebebi ile ısı transferi ile baca yüksekliği ve baca aspiratörü gücü azaltılarak daha az bir yatırım ve işletme masrafları ile karşılanır. Doğalgaz içinde yanmayan madde bulunmadığı için tümü yanar, hava ile çok iyi karışabildiğinden hava fazlalık katsayısı 1 civarındadır. Yanmamış yakacak kaybı yoktur, baca kaybı ise diğer yakacaklara göre çok küçüktür. Sıvı ve katı yakacaklarda, duman gazı ile sürüklenen kurum, kül gibi yanmamış maddelerin ısı transferi yüzeylerine yapışarak meydana getirdiği ısı direnç problemi doğalgazda yoktur. Isı transferi yüzeyleri temiz kaldığından, kurum üfleme cihazları daha az çalıştırılır, bu nedenle bu cihazların harcadığı buhar ve enerji sarfiyatı azalır. Doğalgaz yakan kazanların periyodik bakımları daha uzun zaman dilimlerinde yapıldığından

bakım masrafları azalır. Doğalgaz yük değişimlerine kolayca cevap verecek şekilde, otomatik kontrolü basitçe yapılabilen bir yakacaktır. Yakacak olarak kullanıldığında doğalgazın diğer yakacaklarda olduğu gibi, depolama ve yakıt hazırlanması (kıırma, ısıtma, öğütme vb.) problemleri yoktur. Dağıtım şebekesinden geldiği gibi yakıcılarda yakılabilir. Doğalgaz ile çalışan sistemlerin devreye girmesi çok kısa zamanda olduğundan, özellikle pik enerji taleplerini karşılamak üzere ve ayrıca yatırım masraflarının diğer santrallere göre çok az olan, doğalgazlı, gaz türbinli enerji santralleri tesis edilebilir. Temiz bir yakacak olması nedeniyle doğalgaz, gaz türbinleri için ideal bir yakacaktır. Bu nedenle doğalgaz, özellikle kombine çevrim santrallerinde kullanıldığında önemli bir verim artışı sağlanır. Yalnız başlarına gaz türbinlerinin ısı verimi en fazla %35 olmasına rağmen, gaz türbininden yüksek sıcaklıkta çıkan duman gazları ile bir buhar kazanında buhar elde edip buhar türbini çalıştırılır ise %50'yi aşan bir verim ile elektrik üretimi sağlanabilir (Katz ve Lee, 1990)

### 2.3 Doğalgazın Avantajları

Bilindiği gibi doğal gazın ısınma amacı ile yakıt olarak kullanımında alternatif yakıtlara olan kömür ve fueloile göre birçok üstün yanı vardır. Fakat doğal gazın en büyük özelliği çevre dostu bir yakıt olmasındandır. Çevre dostu, temiz yakıt doğal gazın yanma ürünlerinde is, kül, kükürt oksitler yanmamış hidrokarbonlar ve CO hemen hiç bulunmaz. Azot oksitler (NOx) emisyonu diğer yakıtlara göre düşük olsa da yüksek ocak sıcaklığına bağlı olarak, özellikle atmosferik brülörlü kazanlarda önemli mertebededir. Geleneksel olarak konut ısıtmasında diğer zararlılar yanında ikinci planda kalan NOx, doğal gazda ön plana çıkmaktadır. Azot oksitler bitki örtüsünü harap ederek çöl etkisi yapmakta, uzun vadede insan sağlığına da zarar vermektedir. Doğal gaz kazanlarında NOx emisyonu ocakta alınacak önlemlerle, ancak yanma sırasında düşürülebilir. Dolayısıyla doğalgaz kazanlarında NOx seviyesinin düşüklüğü; kazan dizaynına gösterilen özenin, mühendislik seviyesinin ve kalitenin göstergesidir. Doğal gaz ile çevre arasındaki ilişkide göz önüne alınması gerekli bir diğer önemli husus ise kazan ve ısıtma sisteminin yıllık verimi, diğer bir anlatımla yıllık yakıt tasarrufudur. Bu yolla aynı ısı konfor sağlanırken, daha az yakıt yakılarak hem ekonomi yapmak, hem de çevreyi daha az kirletmek söz konusudur. Bu ise ancak mükemmel bir kazan konstrüksiyonu ve kazana uygun mükemmel bir otomatik kontrol sistemi ile gerçekleştirilebilir.



Doğal gazın bu özellikleri diğer yakıtlar ile karşılaştırmak gerekirse, diğer yakıtların yanması sonucu oluşan ve duman gazları ile atmosfere yayılan en önemli zararlı maddeler ve özellikleri şöyle sıralanabilir.

### **İs ve katı partiküller**

İnsanlarda özellikle solunum yolları hastalıklarına neden olur. Aynı şekilde, bitkilerde yapraklarda kaplayarak solunuma engel olurlar. Çevreyi kirletir. Özellikle kalitesiz kömür yakılması sonucu oluşur. Doğalgazda is ve partikül sorunu yoktur.

### **Kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>)**

İnsanlar için zehirleyici etkisi vardır. Bitkilerde klorofil üretimini engelleyerek ölmelerine neden olur. Su ile birleşerek asit teşkil eder ve yapılarda ve metal yüzeylerde korozyona neden olur. Asit yağmurları olarak bitki örtüsüne zarar verir. Doğalgazın yakılmasında; SO<sub>2</sub> hemen hemen hiç oluşmaz.

### **Azot oksitleri (NO<sub>x</sub>)**

Ciğerleri tahrip eder, belirli miktarlarda önce bronşite, daha yüksek dozda alındığında ölüme neden olur. Güneş ışığı yardımı ile atmosferde reaksiyonlara neden olur ve mevcut ozon dengesini bozar. Bitki örtüsüne, ağaçlara zarar verir ve çöl etkisi yapar. Doğalgaz kazanlarında alınan önlemlerle (NO<sub>x</sub>) kontrol altına alınabilmektedir.

### **Karbonmonoksit (CO)**

Kandaki alyuvarları tahrip ederek ölüme neden olur. Çok zehirleyici bir maddedir. Doğrudan yanma ile ilgilidir.

### **Karbondioksit (CO<sub>2</sub>)**

Atmosferde sera etkisi yaparak dünyanın ısınmasına neden olur.

Almanya'da yapılan bir araştırmada konutlarda ve küçük birimlerde ısıtma amacı ile yakıt kullanımından doğan zararlı madde miktarları, kazan ısıl gücüne bağlı olarak ve yakıt cinslerine göre doğal gazla karşılaştırılmış ve Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Birim enerji üretimi için emisyon değerleri

Yakıt Cinsi	Emisyon Miktarları mg/Nm <sup>3</sup>				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	İs	Organik Bileşim
Taş kömürü	2,10	0,42	26,7	1,04	1,04
Fuel oil	2,04	0,75	0,04	0,12	0,03
Mazot	0,54	0,21	0,21	-	0,04
Doğal gaz	0,01	0,21	0,25	-	0,01

Çizelge 2.3.'de verilen değerlerin yüksek bir teknoloji ile üretilen kazanlardaki veriler olduğu ve özellikle kömür olarak kaliteli yakıt kullanıldığı dikkate alınarak Türkiye'deki durum incelendiğinde; Türkiye'de hem genel ortalama olarak kazan kalitesi ve yakma teknolojisi düşüktür ve hem de düşük kaliteli yakıt kullanılır. Dolayısıyla Türkiye şartlarında doğal gaz hariç, birim enerji başına zararlı emisyon miktarları daha fazladır. Doğalgazın bu avantajlarından bahsedildikten sonra, insan ve çevre sağlığı bakımından birçok ileri ülkede baca gazı emisyon ölçüm sınırlarından bahsetmek gerekirse; bu sınırlamalarda iki önemli ölçü bulunmaktadır. Birinci ölçü yer seviyesindeki zararlı maddelerin konsantrasyonudur. İkinci ölçü ise baca gazları içindeki zararlı madde derişimidir. Her iki değer arasında baca yüksekliği, rüzgar hızı v.s. gibi parametrelere bağlı karmaşık bir ilişki vardır. Almanya'da yer seviyesinde havadaki ve baca gazındaki madde derişiklikleri ile ilgili bazı sınırlama örnekleri Çizelge 2.4'de verilmiştir. Baca gazı emisyon değerleri 50 MW kapasitesinin üzerindeki büyük kazanlar için geçerlidir. Ayrıca, tabloda görülen uzun süreli değer, yıllık ortalamayı; kısa süreli değer ½ saatlik ortalamayı ifade etmektedir. Türkiye'de bu konudaki yasal düzenlemelerin başında Başbakanlığın yayınladığı 2 Kasım 1986 tarihli Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği gelmektedir. Bu yönetmelik göreceli olarak eski olmasına karşın hayata fazla geçmemiştir. Ancak son yıllarda endüstriyel tesislerde uygulanmaya başlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre yer seviyesindeki hava kalitesi için uzun (UVS) ve kısa (KVS) vadeli sınır değerler Çizelge 2.5'de verilmiştir. Bu tablonun ikinci bölümünde yine

örnek olarak 50-100 MW gücündeki büyük kazanların baca gazlarındaki sınır değerler verilmiştir

Çizelge 2.4 Emisyon limitleri (Almanya)

		Yer seviyesinde hava kalitesi		Yeni yapılmış büyük kazanların baca gazı emisyon limitleri		
Madde	Büyükük	Kısa Süreli - Uzun Süreli		Kömür -Fuel oil-Doğalgaz		
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	0,30	0,10	250	175	100
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	0,40	0,14	2000	1700	200
NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	0,30	0,08	800	450	350
İs	mg/Nm <sup>3</sup>	0,30	0,15	50	50	5

Çizelge 2.5 Hava kalitesi kontrol yönetmeliği sınır değerleri

Madde Birimi	Yer Seviyesinde Hava Kalitesi		Yeni Kazanlarda Baca Gazı Emisyon Limitleri		
	UVS	KVS	Kömür	Fuel Oil	Doğal Gaz
	Uzun Süreli	Kısa Süreli			
CO (mg/m <sup>3</sup> )	0,200	0,600	250	175	100
SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0,150	0,400	2000	1700	100
NO <sub>x</sub> mg;/m <sup>3</sup> )	0,300	0,900	800	800	
Partikül (mg/m <sup>3</sup> )	0,150	0,300	150	170	10

#### 2.4 Boru Hatlarında Gaz Kontrolünü Gerektiren Problemler

Doğalgaz işletmeciliğinin en riskli şebeke aktivitelerinden biriside kontrol mekanizmasıdır. Özellikle kapalı mekanlarda kontrolsüz gaz çıkışı olduğunda maksimum dikkat ve emniyet gerektirir. Bu durumda vana kapatma en çok tercih edilen yoldur. Ancak uygun ortamlarda

boru boğucular veya geçici tamir kelepçeleri kullanılabilir. Önlem ve kontrol gerektiren problemleri şöyle sıralayabiliriz (Kennedy, 1993):

**a) Servis kutusunda kontrolsüz gaz;**

Servis kutularında, servis regülatöründen sonraki bölümlerde (çıkış borusu ve dahili tesisat) oluşan gaz çıkışlarında, kutu giriş vanasına ulaşabiliyor ise öncelikle vana kapatılır. Ardından gaz birikimi kontrol edilerek tesisat gazdan arındırılır (gaz basıncı 21-300 mbar arasında değişen farklı servis kutuları). Giriş vanası ile servis regülatörü arasında kalan bölümlerdeki olaylarda ise 3,8-4 bar basınç değişikliklerinin kontrolü ve gerekli müdahalesi yapılmalıdır. İlk akla gelecek müdahale şekli vanaya ulaşarak kapatmak ve sorunu çözümlenip tekrar gazı sisteme vermektir. Vana görev dışı ise yada vananın PE boru bağlantısında problem varsa, kılıf borusunun uygun bir yerinden PE boruya ulaşarak boğma yapmaya çalışılır. Hasar nedeni veya şekline bağlı olarak, boğmak mümkün olamıyor ise ilgili dağıtım hatlarına kumanda eden vana veya vanalar ilk amirin vereceği talimat doğrultusunda kapatılır. Ortam normale döndüğünde hasarın giderilmesi için gerekiyorsa inşaat grubu ve/veya onarım ekibi beklenir.

**b) Servis hattı problemleri;**

Servis hattı borularında oluşan hasarların çoğunluğu PE borunun kopması ile sonuçlanır. Ancak bazı durumlarda sadece delinme söz konusudur. Bu durumda açığa çıkacak gaz düşük miktarlarda olacağından PE boru boğucu kullanılarak gaz çıkışı durdurulur. Müdahaleden önce çevre emniyeti sağlanmalı ve koruyucu giysiler kullanılarak boğucu tatbik edilmelidir.

Borunun kopması durumunda ise gaz çıkışı daha fazla olacağından, tam-yüz maske kullanımı ile birlikte maksimum emniyet önlemleri alınarak boğucu tatbiki yapılmalıdır. Boru boğmak için tranşeye giren personeli kollayan en az bir başka personel daha olmadan bu işlem yapılmamalıdır. PE borular yeteri kadar açıkta ise daha çabuk bir yöntem olarak boru bükülerek gaz çıkışının durdurulması da düşünülebilir. Hasarlı boruların üzerinin toprakla (hafriyat) kaplı olması durumunda boruya ulaşılan kadar dikkatli bir şekilde ve uygun malzemeler kullanılarak toprak kaldırılır. Toprak miktarı fazla veya tranşe su-çamur dolu ise boruya kısa sürede ulaşamayacağı için boğma işlemi açısından uygun koşullar yok demektir. Bu durumlarda ilk amirin bilgisi dahilinde vana kapatma işlemi yapmak zorunda kalınır.

### c) Dağıtım hattı problemleri;

Bu tip olaylarda genellikle işlemin sonucunu vana kapatma belirler. Ancak işlemin türüne ve müdahale şekline karar verecek olan olay yerine ilk ulaşan gaz teknisyenleridir. Çevre koşulları emniyet önlemi almaya uygunsa ve hasarlı boru çapı boğma yapılabilecek türden ise, boruya rahatça ulaşılabilir ve boğma yapılmadığında çok sayıda abone gazsız kalıyorsa acil ekip inisiyatif kullanarak boğma tatbik eder. Hasar şekli bir kazma darbesinin açacağı yaradan ibaret ise gaz çıkışı az olacağından önlem alınarak geçici tamir kelepçesi tatbik edilir. Gaz çıkışının büyük olduğu durumlarda vanalarda kısma yaptıktan sonra müdahale de bir yöntem olarak düşünülmelidir. Fakat sızan gaz miktarının az olması halinde vana kısmının hiçbir yararı yoktur. Tüm boğma ve kelepçe vurma durumlarında emniyet önlemleri alınmalı, maske ve özel elbiseler giyilmelidir.

Aynı hasar noktasına müdahale için birden fazla vana kapatmak gerekebilir. Bu gibi durumlarda eldeki haritalar çok iyi incelenmeli, yanlış yada eksik vana kapatılarak yöntem hatası yapılmamalıdır.

### d) Çelik Hat Hasarları;

Ana taşıyıcı, yani çok yüksek basınç hatları hasarlarında gaz çıkışı büyük miktarda ise müdahale zordur ve ilk işlem ilgili kısmı gazsızlaştırmaya çalışmaktır. Bunun için de vana odalarından ve/veya çelik hat vanalarından kapatma yapılmalıdır.

Böyle bir olayda büyük bölgelerin gazsız kalma olasılığı olduğundan ilk amirden alınacak talimatla işlem yapılmalıdır. Talimatlara bağlı olarak vana kapatma yapıldıktan sonra hat çapı büyük ve/veya hat uzunluğu fazla ise boşaltılması gereken gaz miktarı fazla olacaktır. Uygun bir blöf vanasına ve/veya purge noktasına flare bağlanarak hattın kısa sürede güvenli olarak boşaltılması sağlanabilir. Acil ekiplerin elinde 20 bar basınçlı şebekede kullanabilecekleri kelepçeler mevcut değildir. Ancak çelik olmasına karşın 4 bar basınçlı dağıtım şebekesinde kullanılan hatlar vardır. Bu hatlarda güvenli bir ortam sağlandıktan sonra boruda deformasyon yoksa talimatla müdahale yapılabilir.

Çelik şebekeye kumanda eden vanaların büyük çoğunluğu yeraltında oda şeklinde inşa edilmiştir. Bu odaların en büyük problemlerinden biri su almalarıdır. Bazı vana odaları her yağmurdan sonra tamamen dolmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında, acil durumlarda kullanılabilir olması için su seviyesi en fazla çizme ile çalışılabilecek seviyede olmalıdır. Çelik hattın diğer vanaları ise gömülü tip yapılmıştır. Bu tip vanalarda acil durumlarda vana anahtarı takılmasına engel bir durum olmaması, ayrıca hangi yönde ve kaç tur açılıp kapatılacağına bilinmesi gerekmektedir. ( $4^{1/2}$  tur veya  $8^{1/2}$  tur gibi)

### e) Regülatör İstasyonu Hasarları;

Bölge regülatör istasyonlarına doğalgaz yaklaşık 18-20 bar basınçta girer ve yaklaşık 3,8-4 bar basınçta çıkarak dağıtım hatlarına verilir. İstasyonda oluşacak herhangi bir hasar anında açığa çıkacak olan kontrolsüz gaz her iki basınç değerinde de olabilir. İstasyonlar için en büyük tehlike fiziksel darbelerdir. (araç çarpmaları, bombalama, kundaklama, depreme bağlı kırılma ya da parça düşmeleri gibi) Ayrıca istasyonlarda işlem yaparken ya da devreye alma çalışmaları sırasında kaçığa neden olabilecek problemler çıkabilir. Fiziksel darbeler sonucu kontrolsüz gaz çıkışı oluşmuş ise en az iki ekiple müdahale etmeye çalışılmalıdır. Birinci ekip regülatörün başındadır ve giriş vanasına ulaşılabilir ise vana kapatılır. problem çıkış tarafını ilgilendiriyor ise çıkış vanaları da kapalı konuma getirilir. İlk amirin bilgisi dahilinde yapılması gereken bu işlemlerde ikinci ekip hasarlı regülatörün beslediği şebekenin gazsız kalmaması için talimatla destek vanalarını açar. Ayrıca itfaiye ve polisin yanı sıra gerek olursa kurtarıcı araç istenir. SCADA sistemi kurulmuş istasyonlarda Elektrik kurumundan ekip istenir. Bölge Bakım-Onarım birimine ve SCADA birimine haber verilerek yardım istenir. Birçok bölge regülatör istasyonunun giriş vanası istasyona çok yakın olarak imal edilmiştir. Olayın boyutuna göre istasyona yaklaşamama durumunda çelik hat üzerindeki ana vanalardan talimat almak suretiyle kapatma yapılabilir. Böyle bir durumda ilgili ölçüde prosedüre göre hareket edilir. Müdahaleler sırasında emniyet önlemlerine maksimum dikkat edilmeli, ateşe yaklaşma elbiseleri başta olmak üzere gereken koruyucu malzemeler kullanılmalıdır. Hasar sonucu oluşan gaz çıkışı durdurulduktan sonra, hasarlı noktanın özelliğine göre işlemler kısa sürede tamamlanmış ise, PE hatlardaki basınç kontrol edilerek regülatör devreye alınır. Hasar sırasında PE şebekedeki gaz boşalmış ve sisteme hava karışmış ise devreye alma işlemi baştan sona ilgili prosedürlere göre son derece dikkatli bir şekilde uygulanır.

Sistemin bölge regülatörlerinin kontrolü oldukça önem arzeder. Bölge regülatörleri, yaz döneminde farklı, kış döneminde farklı aralıklarda kontrol edilirler. Ayrıca debi, basınç, kirlilik vb. nedenlerden ötürü hergün bir ya da birkaç kontrol gerektirenler de olabilir. Bu kontrollerde dikkat edilmesi gereken hususların bazıları şunlardır:

**1) Genel Gaz Kontrolü:**Regülatör kapağı açılmadan önce, kabin havalandırma kanallarından gaz dedektörleri ile yapılan kontrollerdir. Bu kontroller sırasında kaçak belirlenmesi

durumunda, kabin kapağı açılarak kaçak yeri nokta bazında olarak tespit edilmeye çalışılır. İlk amire bilgi verilir.

**2) Giriş Basınç Kontrolü:**Yaz dönemi giriş basınçları normal şartlarda 18-20 bar arasında seyreder ve gece ile gündüz saatlerinde fark oluşmaz. İzlenen değerler olması gerekenin üstünde ya da altında ise ilk amire haber verilmelidir. Kış döneminde ise gece (23<sup>00</sup> - 06<sup>00</sup>) ile gündüz (06<sup>00</sup> - 23<sup>00</sup>) arasında tüketim nedeni ile büyük farklar oluşabilir. Ancak her bölgede çekiş miktarlarına bağlı olarak oluşan değerler farklılık göstereceğinden standart değerlerinden sapma görülebilir. Buna göre her teknisyen kendi bölgesinin özelliklerine göre kontrol sonuçlarını değerlendirmelidir. Örneğin, Ocak ayı ve saat 07<sup>30</sup>'da yapılan kontrolde giriş basıncı 15 bar okunmuştur. Hava koşullarının aynı olduğu durumda bir gün sonra ve aynı saatlerde basınç 12 bar okunursa problem var demektir, ilk amire bilgi verilmelidir. Basınç 17 bar izleniyorsa, tatil günü olması, büyük kapasiteli sanayi kuruluşlarının çalışmaması, geniş alanları etkileyen elektrik kesintisi gibi faktörler düşünülebilir. Ancak aynı koşullarda 20 bar okunuyorsa ilk amire bilgi verilmelidir.

**3) Diferansiyel Manometre Kontrolü:**Filtrede herhangi bir nedenle oluşan (genellikle kirlilik) direnci gösteren manometre, direnç sonunda oluşan basınç farkının pistonu hareket ettirmesi ve kırmızı ile siyah renkten oluşan iki ibrenin ulaşılan direnç değerini göstermesi prensibi ile çalışır. 0-600 mbar ve 0-1000 mbar aralıklı olabilir. İki farklı şekilde yorumlanır. Birincisi; manometrenin siyah ve kırmızı ibreleri aynı değeri gösteriyor ise, okunan değer var olan basınç kaybının değeridir. İlk amire bildirilmelidir. İkincisi, manometre değerlerinden kırmızı bir değer gösteriyor fakat siyah ibre "0" ise, basınç kaybı kırmızı ibrenin gösterdiği değere kadar bir süre önce ulaşmış, fakat çekiş azaldığı için şu anda basınç kaybı yoktur. Yani kontrol anındaki durumu ifade eden ibre siyah olandır.

**4) Slam-shut Mekanizma Kontrolü:**Bu mekanizma, ayarlandığı değerlerin üstünde ya da altında gaz basınçlarına maruz kalırsa, otomatik olarak kapanarak regülatörden gaz çekişini durdurur. Mekanizma kapağı sökülerek gözle hassas inceleme yapıldığında, mekanizmanın ne durumda olduğu anlaşılabilir. Ancak, kontrollerin çoğunluğu mekanizma kapağı kapalı konumda iken yapılır. Bu durumda mekanizmanın kırmızı renkli "lama" sı kapak gözetleme deliğinin alt kısmına yakın ise sistem devrede, üst kısmına yakın ise sistem devre dışı demektir. Devre dışı kalmış sistemi anlamak için çıkış basıncına ve ilgili regülatörün pilot basıncına bakılır. Normal koşullarda 4 bar olması gereken regülatör 1.hat çalışma basıncı 3.8

bar veya altında ise, 1.hat pilot manometre değeri de 4 bar altına düşmüş ise sistem devre dışı olacaktır. fakat 2.hat (yedek) devreye otomatik olarak girecektir.

**5) Çıkış Basınç Kontrolü:**Sistem, mevsim ve/veya saatlere bağlı kalmaksızın, normal koşullarda 4 bar basınç altında çalışması gerekir. Basınç 3.8 bar değerinde ise 1.hat çalışmıyor, fakat 2. hat devreye girmiş demektir. Basınç 3.5 bar altında ve giderek düşüyor ise sistem devre dışıdır, acil müdahale gerektirir. Her iki durumda da ilk amire bilgi verilmelidir.

**6) Genel Vana Kontrolleri:**Vanaların kırmızı renkli olanları sürekli kapalı, sarı renkli olanları ise sürekli açık konumda olmalıdır. Bu kural çerçevesinde kontrol yapılarak, önceki çalışmalarda açık yada kapalı unutulmuş vana varlığı kontrol edilir.

**7) Sayaç Kontrolü:**Yaz döneminde tüketimler azaldığı için birçok regülatörün sayacından değer almak mümkün değildir. Ancak kış koşullarında alınacak değerler regülatörün genel durumu hakkında bilgi vereceği için önemlidir. Sayaç kontrollerinde ilk okuma değeri not edilirken zaman tutulur. Tutulan zaman 36 sn. ya da 1 dk. olması hesaplama kolaylığı açısından tercih edilir. 36 sn. zaman tutulduğunda ilk okuma ile son okuma arasındaki fark 500 (100x5 bar) ile çarpılır. 1 dk. süre tutulan okumalarda ise fark değeri 300 ile (60x5 bar) çarpılarak sonuca Nm<sup>3</sup>/h olarak ulaşılır. Alınan değer regülatörün o andaki çekiş miktarını göstermektedir. Gaz geçişi olmasına rağmen çalışmayan sayaçlar bildirilmelidir.

-Pilotlu tip olmayan regülatörlerde de kontroller aynı esaslar çerçevesinde yapılır.

Diğer bir kontrol gerektiren birim ise müşteri istasyonlarıdır. Sanayi skidleri olarak da isimlendirilen bu istasyonlar, fabrika, site, atölye, kapalı alanları büyük binaların ısı merkezleri ve ticarethaneler gibi yerlerde kullanılır. Tüketim miktarları 200-250 Nm<sup>3</sup>/h ve üzeri olan merkezlerin servis kutuları ile beslenmeleri mümkün olmayacağı için müşteri istasyonları kurularak abonelere gaz verilmektedir. Müşteri istasyonlarına gaz girişi, bir bölge regülatörünün dağıtım hattından olabileceği gibi, çelik şebekeden de alınabilir. Dolayısı ile istasyon giriş basınçları 4 bar ya da 20 bar olabilir. İstasyonların çıkış basınçlarını ise tüketim miktarları, tüketim noktalarının uzaklıkları ve proses özellikleri, seçilen taşıyıcı boru çapları gibi proje değerleri belirler. Bu durumda 300-500-800 mbar, 1 bar, 4 bar ve 7 bar gibi değişik çıkış basınçlarına rastlamak mümkündür. Kontroller sırasında istasyonların proje değerleri bilinmeli ve çıkış basınçlarının projeye uygunluğu kontrol edilmelidir. Diğer kontroller standart bölge regülatörü kontrollerinden farklı değildir. Bu sistemin amacı, çeşitli bölge



regülatörlerine takılan algılayıcılar aracılığı ile bir merkezden sistemi kontrol ederek ilgili birimlere manuel ya da otomatik olarak uyarılar gönderebilmek, sistemden gelen bilgileri, bilgisayar ortamında istatistik çalışmaya hazır hale getirebilmek, bazı durumlarda uzaktan kumanda fonksiyonları ile müdahalede bulunabilmektir. Bu sistem telefon hatları aracılığı ile bazı bölge regülatörlerine bağlanmış durumdadır. Bölge regülatörünün kabin kapılarını açmadan, SCADA ünitesi yardımı ile birçok noktasını incelemek mümkündür. Bu noktalar; “Giriş basıncı”, “Çıkış basıncı”, “gaz sıcaklığı”, “fark basıncı”, “slam-shut mekanizması durumu” ve “sayaç debisi”, “kabin içi gaz kaçağı” gibi algılama noktalarıdır. Ünitenin ekranında ilgili bölümler seçilerek izlenir. Kontrol anındaki değerlerin yanısıra ortalama da alınabilir. Maksimum ve minimum değerleri yüklenmiş olan sistemde bu değerlerin altında yada üstünde gaz basıncı oluştuğunda, mekanizma kapandığında, kabinde kaçak oluştuğunda, sistem SCADA merkezine telefon hatları aracılığı ile alarm verir. Bazı vana odalarının SCADA sistemi kapsamında otomatik olarak kapatılabilmesinin sağlanması amacı ile çalışmalar yapılmaktadır. Çelik ve polietilen şebekeyi kontrol altında tutabilmek, arıza ve hasar anlarında gaz akışını durdurabilmek gibi konularda kullanılmak üzere çok sayıda gömülü tip vana imal edilmiştir. Vanaların sayıca yeterli ve uygun yerlere konmuş olması, problem anında gazsız kalabilecek müşteri sayısını ve doğabilecek riskleri en aza indirecek önemli bir faktördür. Çelik gömülü vanalar 4 inç ve 6 inç çapında, regülatör girişlerinde ve/veya çelik hatların üzerinde imal edilirler. PE vanalar ise 63-110 ve 125 mm. çaplarında dağıtım hatlarında kullanılırlar. PE ve 4 inçlik çelik vanaların tamamı 90° hareketli, 6 inçlik çelik vanaların ise büyük bölümü redüktörlüdür. Redüktörlü vanaların tur sayıları bilinmelidir. Vana kontrollerinde aşağıda sıralanan başlıklar dikkate alınmalıdır.

**8) Gaz Kaçak Kontrolü:** Vana döküm kapakları açılmadan ve kılıf boru kapağı açıldıktan sonra olmak üzere iki aşamada kontrol edilir. Kaçakların çoğuna kılıf içinde rastlanır. Araştırılmalı, gerekiyorsa müdahale edilmelidir.

**9) Seviye Kontrolü:** Vana döküm kapaklarının, kaplama (yol, bahçe, park) ile olan seviyesine bakılır. Kapakların kaplamadan 2 cm. yukarıda olması istenir. Düşük seviyeli vanalarda su-çamur problemi yaşanır.

**10) Kılıf boru kontrolü:** Vanaların açma-kapatma işlemlerinin yapıldığı göbek millerini korumak ve eksende tutmak amacı ile yapılan kılıf boruların kayması halinde, vana anahtarlarını göbek millerine takmak ve manevra yapmak zorlaşır. Acil durumlarda problem

çıkması için düşey ekseninden kaçmış kılıf boruların düzeltilmesi gerektiğinden, kontrollerde dikkat edilmelidir.

**11) Temizlik Kontrolü:** Vanaların özellikle kılıf borularının içine su-çamur girmemesi için kılıf kapakları sıkıca kapalı olmalıdır. Buna rağmen kılıfların içlerinde birikintilere rastlanıyorsa temizlenmeli, kılıfta ve/veya kapakta çatlak-kırık varsa değiştirilmelidir.

**12) Diğer Kontroller:** İşaret plakası kontrolü, döküm çerçevesinin durumu, çevre beton durumu, kapak pim ve kopilya gibi kontrollerdir.

Vanalarda, talimat almak koşuluyla, özellikle yaz aylarında manevra yapılmalıdır.

Son olarak sistemde kontrol gerektiren bir diğer istasyonda vana odalarıdır. Yer altında, betonarme olarak oda şeklinde inşa edilmiş, içlerine çelik vana grupları yerleştirilmiş, merdivenle inilerek çalışma yapılabilecek boyutlarda, doğalgaz işletim tesisleridir. Vana odaları, çelik hattın gazla doldurulması, çalışan hatlardan gaz boşalması, yeni hatların devreye alınabilmesi, şebekenin kontrol altında tutulması ve gerekli durumlarda gaz akışının kesilebilmesi için tesis edilmiş önemli ünitelerdir. Oda boyutları, içlerinden geçen çelik boru çaplarına göre değişiklik gösterirler. Acil durumlarda kullanılmaları gerekli olduğundan temiz ve girilebilir halde tutulmaları şarttır. Bu nedenle yapılan kontrollerde;

- Izgaralar temizlenir. Izgara veya bacalardan gaz kontrolü yapılır. Man-hole ve blow down kapakları rahatça açılabilir halde tutulur.
- Oda içinde su-çamur olmaması sağlanır. En azından, su ve çamurun çizme ile girilebilecek seviyenin üstüne çıkmaması sağlanmalıdır. Merdiven kullanılabilir durumda olmalıdır.
- Paslanmalar, boya kabarmaları ilgili birimlere bildirilerek giderilmesi sağlanmalıdır.
- Seviye kontrolü yapılarak, su-çamur dolmasını önlemek için yükseltilmesi sağlanır.
- Odaların beton duvarları su sızdırmazlığı açısından incelenmeli ve terleme, akma gibi problemler çözülmeye çalışılmalıdır.
- Kontroller için oda içine girmeden mutlaka gaz kontrolü yapılmalıdır.

Şebekenin sağlıklı olarak işletilebilmesi için üçüncü şahıslar tarafından zarar verilmesinin önüne geçilmelidir. Teknik şartnamelere göre yapılmış tesis ve boru hatlarının uzun ömürlü olması, şartname hükümlerinin devamlılığının sağlanmasına bağlanmalıdır. Boru hatları, özel kum dolgu ile çevrelenmiş, yakın geçilen altyapı tesislerine karşı özel olarak korunmuş, fark

edilmesi için ikaz ağı ile örtülmüş durumdadır. Ancak, izinsiz yapılan kazılar, kontrolsüz yapılan dolgular ve uygun olmayan çalışma şekilleri nedeni ile şebekeler zarar görmekte ve bu zararın bir bölümü gaz kaçağı gibi tehlikeli şekillerde karşımıza çıkmaktadır. Şebeke şeflikleri periyodik olarak hatları kontrol etmeli, kontrol sırasında ya da farklı görevlerde seyir sırasında rastlanan kazalara müdahale etmelidir. İzinsiz kazılar için tutanak düzenlenmeli ve çalışmalar tehlike oluşturuyor ise durdurulmalıdır. İzinli ve bilgimiz dahilinde programlı olarak yapılan kazılarda ise hatlarımızın yerleri haritalar yardımıyla tarif edilmeli fakat nokta bazında belirtilmemelidir. İkaz bantlarına ulaşıldığında makinalı kazılara izin verilmemeli, elle çalışılması sağlanmalıdır. Problem anında ilk amire bilgi verilmelidir. Öncelikle çelik hat yakınında yapılan çalışmalarda, olası hasar ve beraberinde oluşabilecek kontrolsüz gaz çıkışına karşı, yapılması gereken müdahale biçimi planlanmalıdır. Kazı noktasının değişimine bağlı olarak, yapılan plan güncelleştirilmelidir. Açığa çıkmış çelik boruların kapatılması sırasında dedektör uygulaması, PE borularda ise gözle kontrol gereklidir (Rojey ve diğ., 1997)

## 2.5 Doğalgaz Boru Hatlarında Scada Otamasyon Sistemi

### 2.5.1 Scada Sistemi Nedir

İşletmesinden ve bakımından yönetimin sorumlu olduğu üretim ve dağıtım istasyonlarının bilgisayar tabanlı bir merkezi yönetim sistemi aracılığıyla izlenmesi ve yönetilmesidir. Coğrafi olarak geniş bir alana yayılmış üretim ve dağıtım istasyonlarının bir merkezden sürekli olarak izlenebileceği, gereksinim duyulduğunda istasyonlara merkezden kumandanın sağlanabileceği ve istasyonlarda yapılan ölçümlerle ilgili istatistiksel bilgilerin sürekli olarak elde edilebileceği türden sistemler İngilizce *SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)*, Türkçe karşılığı ile *Merkezi Denetim ve İzleme Sistemi* olarak adlandırılmaktadır. Üretim ve dağıtım istasyonlarının bir merkezden izlenmesi ve yönetilmesi amacıyla kurulması düşünülen SCADA sistemi, yönetimin şu anki gereksinimlerinin tümünü karşılamalı ve ileride yapılması planlanan ilave ve değişikliklerin mevcut SCADA sistemine kolayca adapte edilebilmesine izin verecek şekilde genişleyebilir yapıda, açık bir sistem olmalıdır. SCADA sisteminde istasyonlara konulacak cihazlar ile SCADA merkezindeki bilgisayarlar arasındaki ve istasyonların kendi aralarındaki her türlü veri alışverişinin telsiz iletişim bağlantıları ile sağlanması gerekir. Önerilen SCADA sisteminde kullanılan cihazlar hem telli ve hem de telsiz iletişim bağlantıları ile çalışabilme özellikleri olan cihazlardır. Telli

iletişim ile kurulacak bir SCADA sisteminde; her bir istasyona ayrı bir hat çekme masrafının oldukça yüksek olması, telli hatlarda zaman içerisinde oluşabilecek kopmalarda hata yerinin bulunması ve onarımının uzun zamanlar alması ve bu süre içerisinde SCADA sisteminin çalışmasını etkilemesi, telefon hatları kullanıldığında periyodik olarak Türk Telekom'a ödenmesi gereken ücretler, vb. gibi sorunlar ve maliyetler düşünüldüğünde telsiz iletişim bağlantıları ile sağlanacak iletişim yönetim açısından en ekonomik çözüm olarak görülmektedir (Bulletin of Real Time Solutions, January 2000)

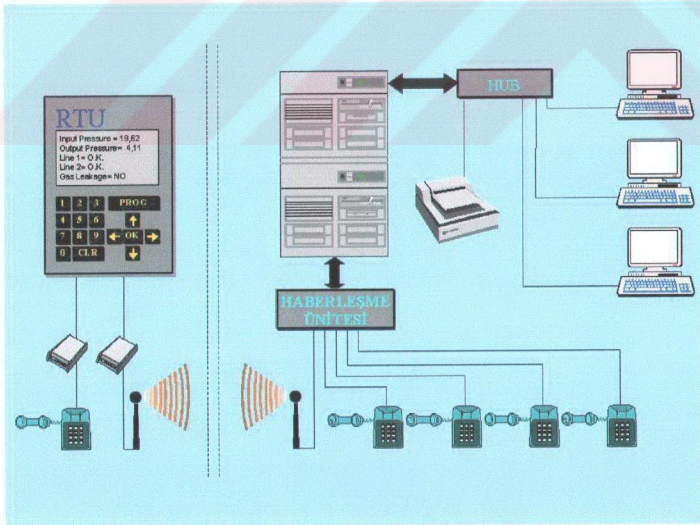
### 2.5.2 Scada Sisteminin Yapısı

SCADA sistemi, veri toplama ve kontrol işlevlerinin tamamen merkezden sağlandığı türden merkezi bir sistem olarak düşünülmemiş, veri toplama işlevlerinin yanı sıra kimi kontrol işlevlerinin ve yerel olarak yürütülmesi gereken kontrol mantıklarının istasyonlara konulacak RTU(Remote Control Unit) cihazları tarafından sağlanacağı dağıtılmış yapıda bir sistem olarak tasarlanmıştır. Bu yapının sisteme sağlayacağı pek çok avantajlar vardır. Bunlar arasında en önemli olanı, dağıtılmış yapıdaki bir SCADA sisteminde SCADA merkezinde herhangi bir sorun olduğunda veya istasyonlar ile SCADA merkezi arasındaki haberleşme koptuğunda RTU'ların kendi başlarına karar vererek istasyonda yapılması gereken işleri yapabilmeleridir. Merkezi türden SCADA sistemlerinde, tüm kararlar (örneğin, depo seviyesine göre bir vananın açılıp kapatılması) SCADA merkezinde verilir ve verilen karar doğrultusunda RTU'lara komutlar gönderilerek gerekli işlemin yapılması sağlanır. Bu yapıdaki bir sistemde SCADA merkezi arızalandığında veya merkezin RTU'lar ile iletişimde sorun çıktığında yapılması gereken işlemler sağlanamaz ve sistem bazen tamamen devre dışı kalabilir. Dağıtılmış yapıda bir SCADA sisteminin kurulabilmesinin temel şartı istasyonlarda kullanılacak RTU'larının akıllı olması, başka bir deyişle RTU'ların programlanabilir cihazlar olmalarıdır. Önerilen SCADA sisteminde RTU'ların programlanabilir olması ve bu özellikleri sayesinde buldukları istasyonlarda oluşabilecek aykırı durumlarda SCADA merkezine gereksinim duymadan kendi başlarına karar vererek anında müdahaleyi sağlamaları göz önünde bulundurulmuştur. Dağıtılmış yapıda bir SCADA sistemi kurulabilmenin bir diğer şartı da RTU'ların başka istasyonlarda bulunan RTU'lar ile SCADA merkezine gereksinim duymadan iletişim kurabilmeleridir. Önerilen sistemde veri iletişimini sağlayan veri iletişim protokolü, RTU'ların hem SCADA merkezi ile ve hem de sistem içerisindeki diğer RTU'lar ile iki yönlü iletişim kurabilmelerine olanak tanımaktadır.

### 2.5.3 Scada Sisteminin Bileşenleri

SCADA sistemi aşağıdaki ana bileşenlerden oluşmakta olup sistemin yapısı Şekil 2.1 de genel olarak görülmektedir (SYS Sistem Yazılım, 1998)

- a) SCADA sistemindeki tüm bilgilerin toplanacağı, saklanacağı ve merkezi denetim olanakları ile tüm sisteme kumandanın sağlanacağı bir *SCADA merkezi*.
- b) İstasyonlarda ölçüm ve kumandayı sağlayacak, ölçüm sonucu elde edilen bilgileri SCADA merkezine iletecek ve SCADA merkezinden gelen komutları uygulayacak mikrobilgisayar tabanlı, programlanabilir, akıllı *RTU'lar (Remote Terminal Unit)*.
- c) SCADA merkezi ile RTU'lar arasında ve RTU'ların kendi aralarında iletişimlerini sağlayacak telsiz iletişim bağlantıları ve bu bağlantılar üzerinden veri alışverişini sağlayacak veri iletişim protokollerinden oluşan güvenilir bir *iletisim ortamı*.
- d) İstasyonlara tesis edilecek *enstrümantasyon* donanımları.



Şekil 2.1 Scada sisteminin genel yapısı

### 3. MÜHENDİSLİKTE İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL

#### 3.1 Mühendislikte Kalite Üzerine Genel Bilgiler

Günümüz küreselleşen pazar koşulları ve üretim faktörlerinin sınır tanımayan işleyişi, kalite olgusunu her zamankinden daha fazla ön plana çıkarmıştır. Yaklaşık 20 yıl önce kalite sadece ürün için telaffuz edilirken, bugün her boyutta ürün kalitesi, hizmet kalitesi, organizasyon kalitesi, toplum kalitesi, yaşam kalitesi gibi günlük yaşantımızın bir parçası haline gelmiştir. Kalite kavramını bu denli ön plana çıkararak, yaşanan hızlı değişim sürecinde üretilen mal ve hizmetlerdeki çeşitlilik, uluslararası ticarete liberalleşme, ticari sınırların yok olması, teknolojik ilerlemeler ve bu gelişimlerin beraberinde getirdiği yeni rekabet koşullarıdır. Değişim ve gelişme, hiçbir zaman önüne geçilemeyecek ve engellenemeyecek kavramlardır. 1980 ve 1990'ların en hızlı gelişen rekabet araçlarından birisi kalite olmuştur. Rekabet yoğunlaştıkça “yaptığımı satan” işletme anlayışı yerini “satabiliri yapan” işletme anlayışına bırakmıştır. Kalite, işletmelerin daha fazla kar etmeleri için değil, işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için zorunlu hale gelmiştir. Bugünün rekabet koşulları altında faaliyet gösteren işletmelerin, kendi kalite politikalarını planlamaları, uygulamaları ve zamanla bu politikalarını geliştirmeleri gerekmektedir.

Kullanıcı gereksinim ve beklentileri ile olan doğrudan ilgisi ve bu gereksinim ve beklentilerin değişkenliğinden dolayı kalitenin standart bir tanımı bulunmamaktadır. Kalite anlayışı tüketicinin karakteristikleri, sosyal konumu ve ekonomik durumuna bağlı olarak değişebilen, farklı gereksinim ve beklentiler doğrultusunda biçimlenebilen öznel bir kavramdır. Gereksinimler, beklentiler, sosyal ve ekonomik çevre, kültürel ve dini yapı, gelenekler, ekonomik düzey, teknoloji, iklim, coğrafya, eğitim, genel toplumsal yargılar, kalitenin müşteri tarafından algılanmasını doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir. Kalite kavramı ile ilgili diğer önemli noktalar ise, kalitenin nesnel ölçütlerinin olmadığı, kalitenin doğasının karşılaştırmaya dayandığı ve kalitenin tüm boyutları ile bir bütünselliği olduğudur. Kalıcı kalite hiçbir zaman tesadüfen veya kendiliğinden ortaya çıkmamaktadır. Kalite, insan tarafından gerçekleştirilen sistematik çabaların bir sonucudur. İnsan gereksinimlerinin en uygun biçimde karşılanması gündeme geldiğinde akla gelen ilk soru, bu uygunluğun

ölçütlerinin ne olacağıdır. Teknik standartlarda çerçevesi çizilen kalite, geliştirildiği ürün veya hizmetin belli sayısal gereksinimleri tam olarak karşılamayı hedefleyen ve ölçülebilen özellikler taşıırken, genel anlamda kalite, ölçülebilir özelliklerden çok, farklı boyutlarda algılanan bir kavram olarak incelenmektedir. Kalitenin her boyutu birbirinden bağımsız ve belirgindir. Bir hizmet ya da üründe kalitenin bir boyutu düşük düzeyde olabilmektedir. Bu değerlendirme üründen ürüne ve hizmetten hizmete değişmektedir.

Kalitenin çeşitli açılardan incelendiğinde tüketicinin algıladığı kaliteyi sekiz boyutta görmekteyiz. Bunlar;

**1) Performans:** Bir ürünün temel işlev özellikleri anlamına gelen performans, örneğin bir otomobil için hız, konfor; bir televizyon için renk, ses, görüntü vb. özellikler olabilmektedir. Hizmet işletmelerinde ise performans servis hızı ve bekleme zamanının azlığı ile ölçülebilir. Ürünün performans özellikleri genellikle ölçülebilen özellikleri içerdiği için benzer ürünler arasında performans açısından nesnel bir sınıflandırma yapılabilir.

**2) Özellikler:**“Özellik “ kelimesi bir ürünün temel fonksiyonunu tamamlayan kavram olarak nitelendirilebilir. Kalitenin bu boyutu için, havayolu şirketinin uçuşlarda verdiği ücretsiz ikramlar; çamaşır makinesinin pamuklu ya da yünü programı örnek olarak sayılabilir.

**3) Güvenilirlik:** Ürünün kullanım ömrü içerisinde kendisinden beklenen tüm fonksiyonları tam olarak yerine getirip getirmediğinin ölçütüdür. Ölçülebilen bir özellik olan güvenilirlik, ortalama ilk bozulma zamanı, bozulma süreleri arasındaki dönem vb. olabilir. Kalitenin güvenilirlik boyutu, bozulma sürecinde geçen zaman önem kazandıkça ve bakım/onarım maliyetleri arttıkça daha belirleyici bir faktör olmaktadır.

**4) Uygunluk:**Uygunluk ürünün tasarımının ve işleyiş özelliklerinin önceden belirlenmiş standartlara uyup uymama derecesidir. Uygunluk, kalitenin teknik boyutu hakkında tüketici veya kullanıcıya fikir vermektedir. Aynı zamanda uygunluk, istatistiksel kalite kontrolde ürünle ilgili özelliklerin nominal değerden sapma oranıdır. Bu oran hedeflenen nominal değere ne kadar yakın olursa ürün, tasarım spesifikasyonlarını o derece iyi karşılar ve uygunluk açısından kaliteli bir ürün olarak algılanır.

**5) Dayanıklılık:**Bir ürün veya hizmetin kullanım ömrünün uzunluğudur. Genellikle alıcılar ürün dayanıklılığının belli koşullarda test edilerek yazılı olarak onaylanmasını istemektedirler. Teknolojik açıdan dayanıklılık, bir ürünün deformasyona uğrayıncaya kadar olan kullanım süresini ifade etmektedir. Örneğin, bir elektrik ampulünün lityum teli yandığında değiştirilmesi gerekmektedir. Tamiri olanaksızdır.

**6) Hizmet Görme Yeteneđi:** Kalitenin altıncı boyutu hizmet görme yeteneği, yani hız, çabukluk, nezaket, yeterlilik, ehliyet ve tamir edebilme kolaylığı olarak ifade edilmektedir. Tüketiciler ürünün bozulma olasılığı ile birlikte, ürünün serviste kaldığı süreyi, servisin randevularına ne kadar sürede cevap verdiği, servis personelinin ilgisi ve servisin sorunlara doğru çözümler bulabilme özelliklerine de önem vermektedirler. Ürünle ilgili problemlere doğru cevaplar ve çözümler bulunamaması, şirketin şikayetleri ele alma süreci, tüketicilerin ürün ve hizmet kalitesini değerlendirmelerini etkilemektedir.

**7) Estetik:** Estetik, tüketicilerin beş duyusuna hitap eden ürün özellikleridir. Başka bir deyişle, ürünün kullanıcının beklentilerine uygun bir estetik yapıyı sağlayabilmesidir. Renk, ambalaj, biçim gibi özellikler ürünün performansını doğrudan etkilememekle beraber, tüketici beğenilerine yönelik estetik özellikler olarak nitelendirilebilir.

**8) Algılanan Kalite:** Tüketiciler her zaman ürünün tüm özellikleri ile ilgili ayrıntılı bilgi sahibi değildirlir ve böyle durumlarda dolaylı bir takım ölçütler karar vermelerinde önemli rol oynamaktadır. Reklam faaliyetlerinde yaratılan ürün imajı, marka imajı gibi faktörler ürün kalitesinin tüketici tarafından olumlu veya olumsuz algılanmasında oldukça önemlidir. Örneğın; televizyon üretimi konusunda uzun yıllar önderlik yapmış bir firmanın yeni çıkartacağı bir ürünün de, bu markaya güvenen tüketicilerin büyük bir bölümü tarafından kaliteli olarak algılanması kaçınılmaz bir gerçektir.

Kalitenin geçmişinin, İ.Ö. 2150 Hammurabi Yasasına kadar dayandığını kanıtlarla görmekte olup bunlardan günümüze ve insanoğlu varolduğu müddetçe kalite hep varolacağını anlamaktayız. Ancak tarihsel gelişim süreci içersinde üretim ve yönetim anlayışının değışmesi, sosyal refah ve teknoloji düzeyinin gelişmesi ile kalite uygulamalarında da farklılıklar oluşmuştur. Bu kapsamda kalitede kimlik değışimi dört aşamada incelenebilir: 1) Muayene 2) İstatistiksel Kalite Kontrol 3) Toplam Kalite Kontrol 4) Toplam Kalite Yönetimi. olup bu aşamalar Çizelge 3.1’de özetlenmiştir.



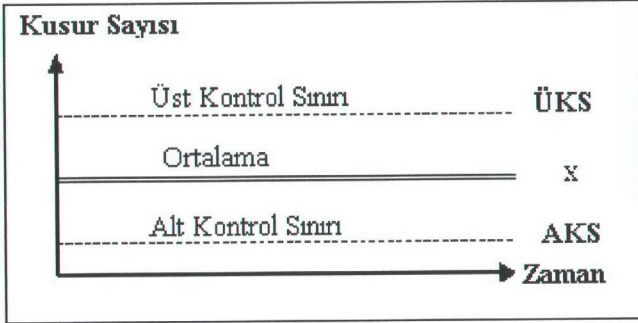
Çizelge 3.1 Kalitede kimlik değişimi

BELİRLEYİCİ ÖZELLİKLER	MUAYENE	İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL	TOPLAM KALİTE KONTROL	TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ
Temel İlke	Meydana çıkarma	Kontrol	Eşgüdüm, İşletme	Süreç ve insan odaklı sürekli gelişme
Kaliteye Bakış Açısı	Çözülmesi gereken bir problem	Çözülmesi ve izlenmesi gereken bir problem	Tasarım aşamasında yaratılan unsur, kalitesizlik durumunda ise ortaya çıkmadan önlenmesi gereken problem	Koşulsuz müşteri tatmini
Vurgu	Standart ürün	Muayenenin azaltıldığı standart ürün	Tüm üretim hattında, tasarımdan pazarlamaya tüm hatlarda ve fonksiyonel gruplarda kalitesizliğin önlenmesi	Başta yönetim süreçleri olmak üzere tüm süreçlerde “kalite” nin paylaşılan vizyon olması ve birey kalitesinin artırılması
Yöntem	Örnekleme ve ölçme	İstatistiksel araçlar ve teknikler	Programlar ve sistemler	Yönetim anlayışı ve sistemi
Kalite uzmanlarının rolü	Muayene	Sorunu saptama ve istatistiksel yöntemlerin uygulanması	Kalitenin ölçümü, planlanması ve programı	Kalitenin oluşturulmasında sinerjinin sağlanması
Kalite sorumlusu	Muayene bölümü	Üretim ve mühendislik bölümü	Üst yönetim, tüm bölümler	Üst yönetim, tüm bölümler ve işletmedeki tüm bireyler
Temel yaklaşım	Kalitede muayene	Kalitede kontrol	Kalitede yapılanma	Ulaşılan kalite

İstatistiksel süreç kontrol/geri bildirim uygulamalarının, mühendis ve operatörlere ürünler hakkında sağlıklı ve zamanında bilgi sağlaması açısından kalite performansı üzerine doğrudan bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Kalite problemlerinin ortaya çıkartılması, istatistiksel süreç kontrol yardımıyla başarılmaktadır. İstatistiksel süreç kontrolle birlikte, problem çözmede en çok kullanılan istatistiksel araçlar yedi istatistiksel araç, pareto diyagramı, neden-sonuç diyagramı, histogramlar, kontrol çizelgeleri, dağılım diyagramları, grafikler ve yedi yeni kalite kontrol aracı olarak bilinen, ilişki diyagramı, yakınlık diyagramı, ağaç diyagramı, matris diyagramı, matris veri analiz diyagramı, süreç karar program kartı ve ok diyagramı ve diğer istatistiksel yöntemler, operatörler ve mühendisler tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. İstatistiksel süreç kontrol/geri bildirim yöntemlerinin kullanımı, hatalı üretim, kontrol dışı süreç gibi durumları ortaya çıkarmaktan çok, hataların tekrarlanmasını önlemeye ilişkin faaliyetlerdir.

### 3.2.1. Kontrol Grafikleri ve İstatistiksel Denklemler

Bir sürecin ne kadar değişim gösterdiğini ve bu değişimin ne kadarının belirlenebilir, ne kadarının rastgele nedenlere bağlı olduğunu saptamak amacı ile kontrol grafikleri kullanılmakta olup örnek olarak Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Yani, sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığının anlaşılması amacıyla oluşturulurlar. Kontrol grafikleri genellikle, yakın zamanda süreçte ortaya çıkabilecek sorunları önceden haber verir. Veri cinsine göre uygun kontrol grafiklerinin seçilmesi, sonuca etkili ve çabuk bir biçimde ulaşılması bakımından önem taşımaktadır. Süreç kontrol grafiklerinin amaçları: 1) Üretim sürecinin gerçek olanaklarını saptamak, 2) Sürecin çıktı kalitesini değiştirecek ayarlamalar yapmak, 3) Çıktıyı kontrol etmek şeklinde sıralanabilir (Montgomery, 1991; Akın, 1996).



Şekil 3.1 Kontrol grafiği bileşenleri

Kontrol grafikleri iki ana grupta incelenebilir (Montgomery, 1991):

**a) Değişkenler için kontrol grafikleri:** Bu grafiklerle ölçülebilen kalite özelliklerine ait durumlar kontrol edilmektedir. Örneğin: uzunluk, yükseklik, ağırlık, sıcaklık, vb.)

Bu grafikler X ve R grafikleri olarak incelenmektedir. X grafikleri: bireysel ölçülerin ya da örnek ortalamalarının, istenilen ortalamaya ya da genel ortalamaya göre nasıl karşılaştırılacağını göstermektedir. R grafikleri ise, örnek içindeki bireysel gözlemlerin değişikliğini kayıt etmektedir. Bu iki çizim birbirlerinin tamamlayıcısıdır. Bir örnek ancak kabul edilebilir ortalamaya hem de ölçümlerin uygun aralığına sahip olduğunda süreç kontrol altında olacaktır.

**b) Özellikler için kontrol grafikleri:** Bir örneğe X grafikleri uygulanmadığı zaman tipik olarak ve hatasız olarak sınıflandırılan örnek özellikleri ile ilgilenilmektedir. İyi/kötü, hatalı/hatasız, geçer/geçmez gibi özellikler dikkate alınmaktadır. Bu grafikler: np, c, u, p grafikleri olarak incelenmektedir. Özellikler için kontrol grafiklerinden şu bilgiler izlenmektedir;

np grafiği

c grafiği

p grafiği

u grafiği

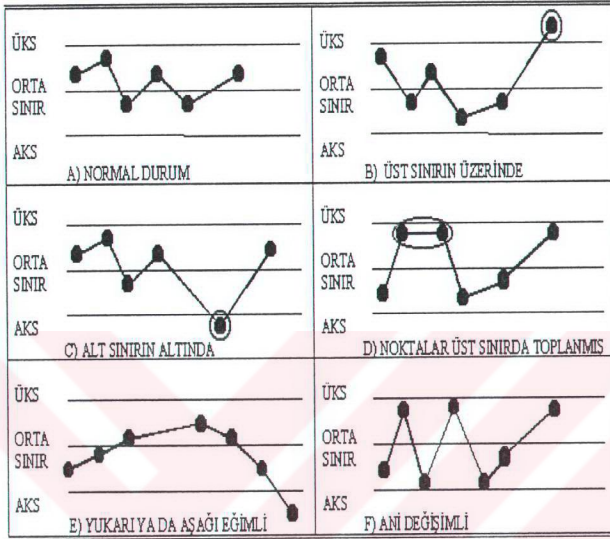
Toplam örnekteki kusurlu sayısı

Ünite başına kusur sayısı

Ünite başına kusurların oranı

Ünite başına kusur oranı

Hem değişkenler hem de özellikler için çizilen kontrol grafiklerinde Şekil 3.2'de gösterilen durumlar ile karşılaşmaktadır.



Şekil 3.2 Kontrol grafiklerinde değişik durumlar

Kontrol grafiklerinin izleme değerlendirme kriterleri olan ve Şekil 3.1'de de gösterilen bileşenleri olan Merkez Hattı, Alt Kontrol Limiti ve Üst Kontrol Limiti değerlerinin hesaplanması Denklem (3.1)-(3.16) arasında detaylı olarak anlatılmaktadır (Montgomery, 1991)

1 den n'e kadar olan X veri gruplarının ortalamaları Denklem (3.1) deki gibi bulunur.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (3.1)$$

Veri gruplarının m adet ölçüm değerleri için X kontrol grafiğinde sistemin merkez hattı Denklem (3.2) ile hesaplanır.

$$\bar{x} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m} \quad (3.2)$$

n adet veri gruplarında ölçülen değerlerin değişim aralıkları Denklem (3.3) ve m adet ölçümün ortalama değişim aralığı ve aynı zamanda R kontrol grafiğinin merkez hattı Denklem (3.4) ile hesaplanır.

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (3.3)$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m} \quad (3.4)$$

1 den n'e kadar olan veri grubunun standart sapması sigma ise, veri grubunun relatif değişim aralığı Denklem (3.5) ile hesaplanabilir.

$$W = \frac{R}{\sigma} \quad (3.5)$$

m adet ölçüm sayısı için veri gruplarının ortalama relatif değişim aralığını (*Wort*)  $d_2$  ile gösterirsek, X kontrol grafiğinin Üst Kontrol Limiti Denklem (3.6) Alt Kontrol Limiti de Denklem (3.7) deki gibi hesaplanır.

$$\bar{ÜKL} = \bar{x} + \frac{3}{d_2\sqrt{n}} \bar{R} \quad (3.6)$$

$$\bar{AKL} = \bar{x} - \frac{3}{d_2\sqrt{n}} \bar{R} \quad (3.7)$$

Bu formüllerin basit olarak hesaplanabilmesi için oluşturulan kontrol tablosu Ek 1'de verilmiştir. Alt ve Üst Kontrol Limitlerini Denklem (3.8) ve (3.9) ile gösterirsek, bu denklemlerdeki  $A_2$  değeri Denklem (3.10) ile hesaplanabileceği gibi, doğrudan Ek 1'de verilen X kontrol tablosundan da hesaplanabilir.

$$\bar{ÜKL} = \bar{x} + A_2 \bar{R} \quad (3.8)$$

$$\bar{AKL} = \bar{x} - A_2 \bar{R} \quad (3.9)$$

$$A_2 = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}} \quad (3.10)$$

R kontrol grafiklerine gelince, m adet ölçüm sayısı için veri gruplarının relatif değişim aralıklarının standart sapmalarını  $d_3$  ile gösterirsek, R kontrol grafiğinin Üst Kontrol Limiti Denklem (3.11) Alt Kontrol Limiti de Denklem (3.12) deki gibi hesaplanır.

$$\bar{ÜKL} = \bar{R} + 3\hat{\sigma}_R = \bar{R} + 3d_3 \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (3.11)$$

$$\bar{AKL} = \bar{R} - 3\hat{\sigma}_R = \bar{R} - 3d_3 \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (3.12)$$

Bu formüller de Ek 1'deki kontrol tablosundan basit olarak hesaplanabilir. Alt ve Üst Kontrol Limitlerini Denklem (3.13) ve (3.14) ile gösterirsek,  $D_3$  ve  $D_4$  değerleri sırası ile Denklem (3.15) ve Denklem (3.16) ile hesaplanabileceği gibi, doğrudan Ek 1'de verilen R kontrol tablosundan da hesaplanabilir.

$$\bar{ÜKL} = \bar{R}D_4 \quad (3.13)$$

$$\bar{AKL} = \bar{R}D_3 \quad (3.14)$$

$$D_3 = 1 - 3 \frac{d_3}{d_2} \quad (3.15)$$

$$D_4 = 1 + 3 \frac{d_3}{d_2} \quad (3.16)$$

### 3.2.2 Kontrol Grafiklerinin Faydaları

Kontrol çizelgesi esas olarak süreç değişkenliğini izlemek ve kontrol altına almak için geliştirilmiş bir grafikdir. İstatistik süreç kontrol (İSK) teknolojisinde başlıca iki tip kontrol çizelgesi kullanılmaktadır; ölçülebilen karakteristikler için kontrol çizelgeleri ve sayılabilen veya niteliksel karakteristikler için kontrol çizelgeleridir. Ölçülebilen karakteristik adı üstünde çap, uzunluk, ağırlık, sertlik oktan sayısı devir/dakika vs. gibi bir ölçü aleti ile veya laboratuvar analizi ile ölçülmesi mümkün olan özelliklerdir. Niteliksel karakteristik ise ürünlerin iyi/kötü, geçer/geçmez olarak ayrıldığı veya hatalarının sayılarak bunların istatistiklerinin yapıldığı durumlar için kullanılır. Kontrol çizelgesinin bir çok yararı şu şekilde sıralanabilir:

a) Süreç performansının tartışılmasında kullanılan ortak bir dil sağlayarak iletişimi kolaylaştırır: Örneğin sürecin kontrol dışına çıkışı veya stabilitenin bozulması çizelgeyi gören veya inceleyen her ilgili tarafından fark edilebilir. Fazla konuşma ve açıklama gereksizdir. Bazı üretim tezgahlarında bu durumu atölye içinde duyurmak için tezgaha renkli bir plaka ilâştirilebilir. Böylece atölye yöneticisinin, varsa tezgah ayarlayıcısının, bakım elemanın, kalite yöneticisinin ve diğer ilgililerin durumdan anında haberdar olmaları sağlanabilir.

b) Operatörlere süreçte her şeyin yolunda gittiğini kontrol etme olanağını vererek öz-kontrol durumu sağlamağa katkı yapar: Bir operatörün öz-kontrol durumunda olması için operatöre şunlar sağlamalıdır: 1) Kendisinden ne yapması beklendiğini bilmesi olanağı. Örneğin sınırları belirtilmiş kontrol - çizelgesi, teknik resim, şartname, numune parça vs. gibi vasıtalar bu şartı sağlar. 2) Ne yaptığını bilme olanağı. Ölçü aletleri, masterlar ve kontrol çizelgesi operatöre yaptığı işin kalitesini izleme olanağı sağlar. 3) Bir sorun halinde ne yapması gerektiği hakkında vasıta. Örneğin bozulan ayarı bizzat düzeltmek, ayaracıyı yardıma çağırarak, yöneticiye haber vermek bu vasıtalar içinde kabul edilir. Eğer bunlar sağlanmazsa operatörün öz-kontrol durumunda olduğu söylenemez ve herhangi bir yetersizlik halinde sorumlu tutulamaz.

c) Kontrol çizelgeleri özel ve genel bozulma nedenlerinin tespit edilebilmesi olanağını sağlayarak, hangi sorunların çalışanlar tarafından ve hangilerinin yönetim tarafından çözüleceğini gösterir. Yönetim tarafından çözümlenebilecek sorunlar genellikle bir yatırım gerektirir. Söz konusu yatırım kararına yönetimi ikna etme açısından güçlü bir vasıta

Bir süreç istatistik kontrol durumunda iken performansı ve kalite seviyesi tutarlı ve ön görülebilir bir durumdadır. Kontrol çizelgesinin devamlı ve sürekli kullanılması değişkenliği ve hata seviyesini daha da azaltarak sürecin verimliliğinin artışıında önemli rol oynar. Kontrol çizelgesinin limitleri sürecin doğal değişkenlik sınırlarıdır. Söz konusu sınırların toleranslar ile karşılaştırılması ilerdeki bölümlerde geniş olarak açıklandığı gibi sürecin yeterliliği hakkında karar verilmesini sağlar.

d) Kontrol çizelgeleri ayarlanan orta değerde ve değişkenlikte meydana gelen farklılıkları belirtebilme özelliğine sahiptir. Çizelge ile süreçte istatistik kontrol durumu sağlandıktan sonra, daha uyumlu çıktılar elde etmek gibi sürecin iyileştirilmesi ile ilgili hedefler için de kullanılırlar.

e) Kontrol çizelgesi süreç performansı hakkında bilgi veren kalıcı bir belgedir. Süreç performansındaki farklılıklar daha önceki kontrol çizelgeleri incelenerek değerlendirilir.



## **4 İGDAŞ'TA SCADA OTOMASYON SİSTEMİ İLE YÖNETİLEN DOĞALGAZ BORU HATLARININ İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROLÜ**

### **4.1 İGDAS Doğal Gaz Sisteminin Genel Tanıtımı**

İGDAŞ İstanbul doğalgaz dağıtım hattı farklı çap ve uzunluklarda ve farklı tip malzemeler kullanılarak oluşturulmuş bir dağıtım ağını içerir. 6 adet BOTAŞ giriş istasyonu ve şu ana kadar oluşturulmuş 659 km çelik hat ve 3764 km PE hattı mevcuttur. Bu amaçla BOTAŞ'tan alınan yüksek basınçtaki(50-70 bar) gazı şehir şebeke sistemine uygun bir basınçta vermek için kurulmuş 390 adet bölge regülatörü olarak isimlendirilen basınç düşürme istasyonu kurulmuştur. Bunun yanında özel amaçlar için projelendirilmiş ve farklı tüketim ve proses özellikleri içeren 305 adet müşteri istasyonu bulunmaktadır. Rensiz ve kokusuz olan doğalgazın kolay bir şekilde farkedilmesi için 4 adet kokulandırma ünitesi kurulmuştur. Bu çalışmada ise SCADA sistemi içeren İstanbul Avrupa yakasında ait kullanılan 28 adet regülatörün yerleşim yerleri Ek 2' de verilen doğalgaz dağıtım haritasında gösterilmiştir.

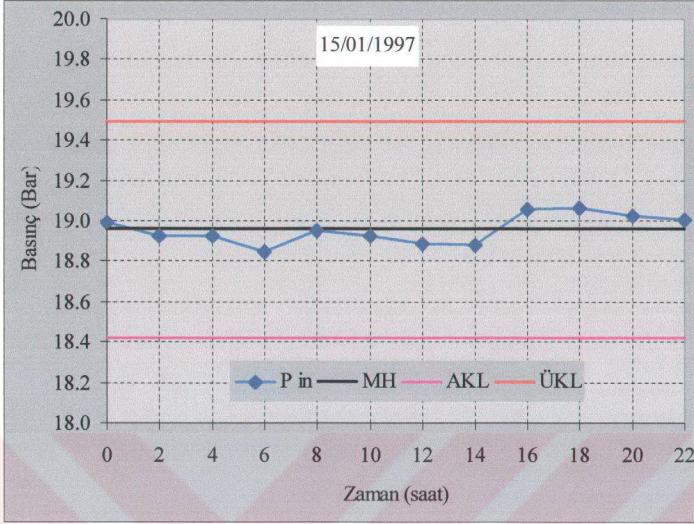
### **4.2 Sistem Giriş Basınçlarına Göre İstatistiksel Kalite Kontrol Analizi**

Giriş basınçlarının kontrol değerleri Çizelge 4.1 de verilmektedir. Kontrol grafikleri ise Şekil 4.1-4.24 arasında verilmektedir. X kontrol grafikleri değerlendirilerek basınç değerlerinin kalite kontrolü incelenirse; 15/1 ile 15/6 arasındaki örnekleme günlerinde sistemdeki veriler merkez hattı civarında tabakalanma (stratification) eğilim gösterdiğinden kalite kontrol düzeyi normal sınırlardadır. 15/7 deki veriler ise çevrimsel (cyclic) eğilim göstermekte; gaz çekişlerinin azalmasında kaynaklanan sebeplerden ötürü merkez hattından sapmalar görülmektedir. Fakat bu sapmalar kontrol limitleri arasında olup tehlike arz etmemektedir. 15/8 ve 15/12 arasındaki veriler de yılın ilk altı ayındaki günlere ait örnekler gibi tabakalanma (stratification) eğilimi göstermekte olup merkez hattı civarında dağılım görüldüğünden kalite düzeyinin iyi olduğu söylenebilir.

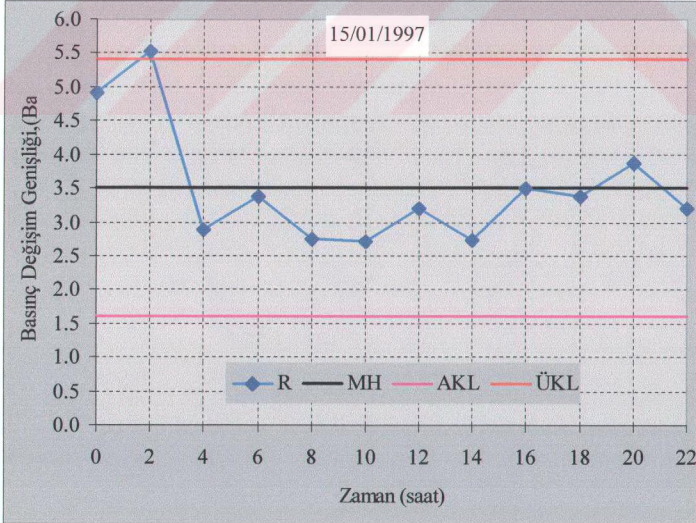
R kontrol grafikleri değerlendirilerek basınç değişimlerinin kalite kontrolü incelendiğinde ise örnekleme olarak alınan bazı günlerde kontrol limitlerinin aşıldığı bazı günlerde kontrol limitleri içinde merkez hattı civarında seyrettiği görülmektedir. Kontrol limitleri aşıl原因 değişim grafiklerinden 15/1, 15/2, 15/5 ve 15/9 tarihli olanlar ötelenme(Shift) eğilimi gösterip yeni alınan işçilerin, operatör değişikliğinin,operatörlerdeki motivasyon durumunun, değişik metodların etkileri ile beraber gaz temini ile hatlara gaz verilisinin de sistemdeki etkisini göstermektedir. 15/3,15/6,15/8 tarihli olanlar ise cyclic(çevrimsel) bir eğilim gösterip bu tür eğilimlere kontrol grafilinde nadiren rastlanmaktadır. Bu tür eğilimler sıcaklık veya hava durumu gibi çevre şartları ile beraber operatör hatalarından da kaynaklanabilir. Ayrıca hatların sürekli gaz basıncına maruz kalması ve basınç değişimleri de sistemde malzeme yorgunluğu yaratmış olacağından bu tür sapmalar meydana gelmiştir. 15/10 tarihli değişim kontrol grafiğinde ise karışık (mixture) bir eğilim görülmekte olup bu tür eğilimler operatörlerin sistemi düzenli olarak kontrol altında bulundurmamalarından kaynaklanmaktadır. Değişim değerlerinin diğer örnekleme günlerindeki (15/3, 15/8,15/9,15/11 ve 15/10) kontrol grafiklerinde, değerler kontrol limitleri içerisinde seyretmekte olup tabakalanma(stratification) eğilimi ile sistemde normal bir çalışmayı sürdürmektedir.

Çizelge 4.1 Giriş basınçlarının kontrol değerleri

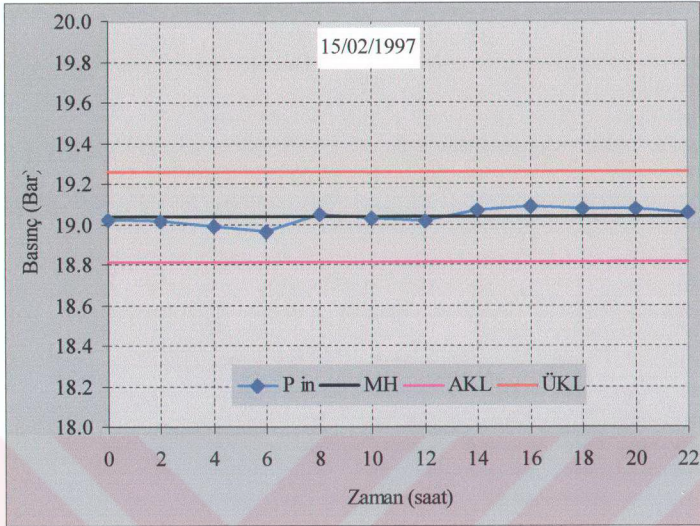
Örnek Veri Zamanları	X Kontrol Değerleri			R Kontrol Değerleri		
	MH	AKL	ÜKL	MH	AKL	ÜKL
15/01/1997	18.9589	18.4221	19.4957	3.5083	1.6103	5.4063
15/02/1997	19.0377	18.8141	19.2611	1.4600	0.6701	2.2498
15/03/1997	18.1017	17.5865	18.6170	3.3675	1.5456	5.1893
15/04/1997	19.6968	19.5804	19.8132	0.7608	0.3492	1.1724
15/05/1997	18.7811	18.6008	18.9614	1.1783	0.5408	1.8158
15/06/1997	19.0362	18.9497	19.1226	0.5650	0.2593	0.8706
15/07/1997	18.8323	18.0545	19.6051	5.0508	2.3183	7.7833
15/08/1997	18.5497	17.6961	19.4033	5.5791	2.5608	8.5974
15/09/1997	18.9456	18.5262	19.3651	2.7416	1.2584	4.2249
15/10/1997	18.6361	18.1749	19.0973	3.0141	1.3835	4.6448
15/11/1997	18.7131	18.5659	18.8604	0.9625	0.4417	1.4832
15/12/1997	19.1869	18.8755	19.4982	2.0350	0.9340	3.1359



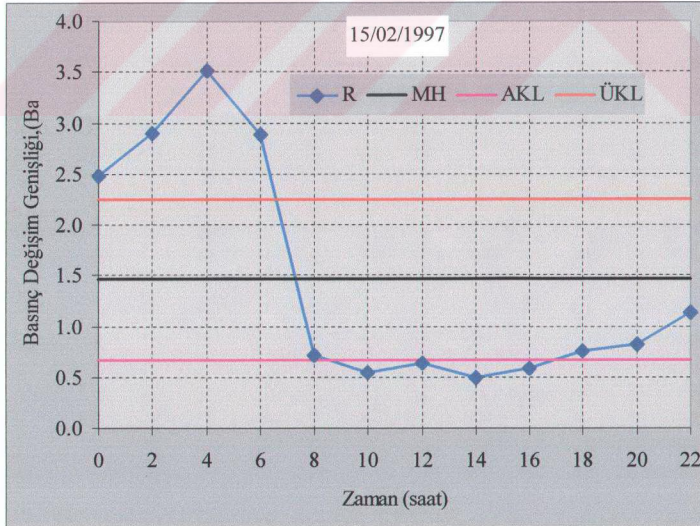
Şekil 4.1 15/01/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği



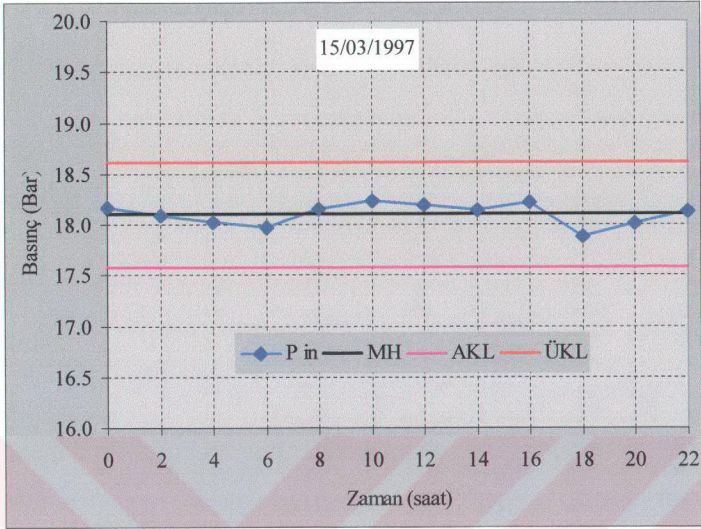
Şekil 4.2 15/01/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği



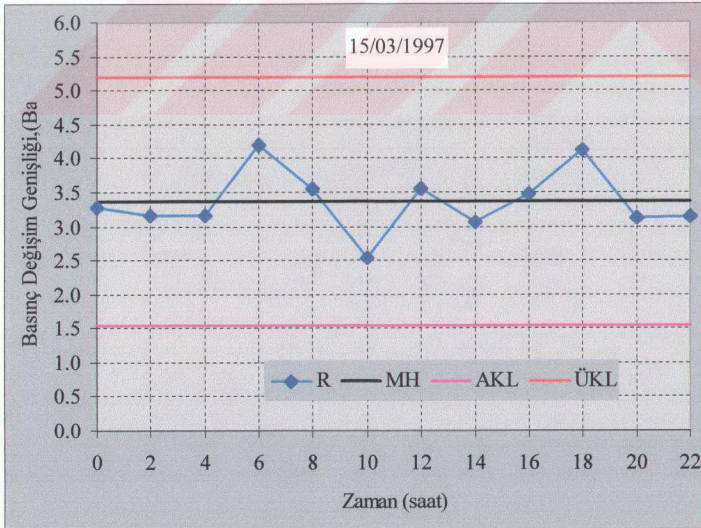
Şekil 4.3 15/02/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği



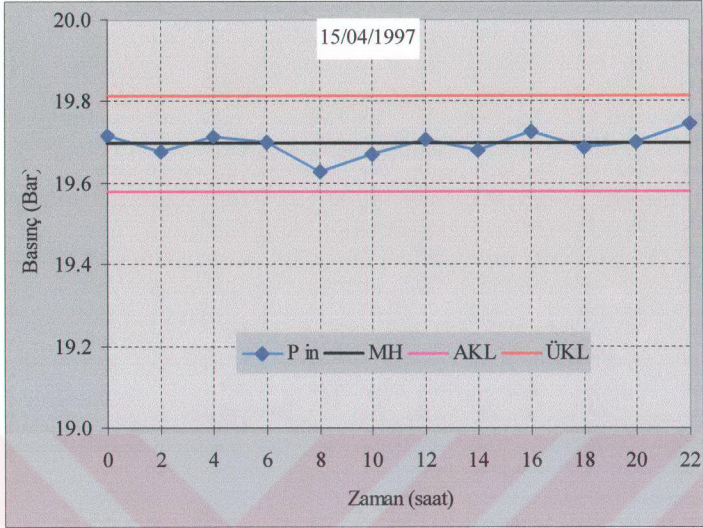
Şekil 4.4 15/02/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği



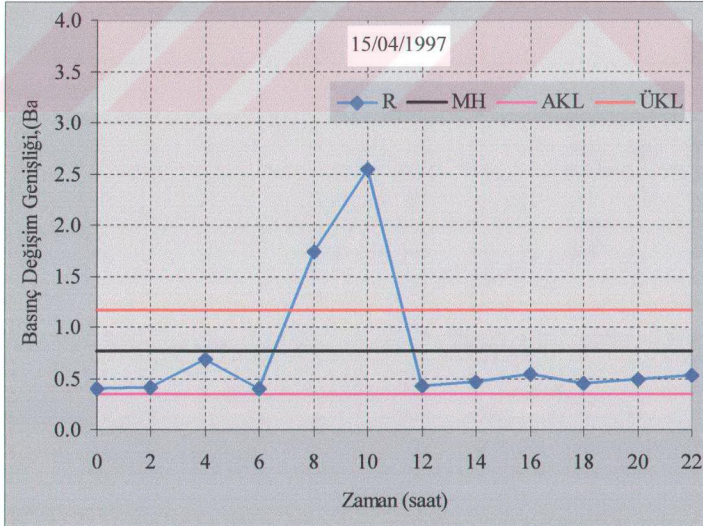
Şekil 4.5 15/03/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği



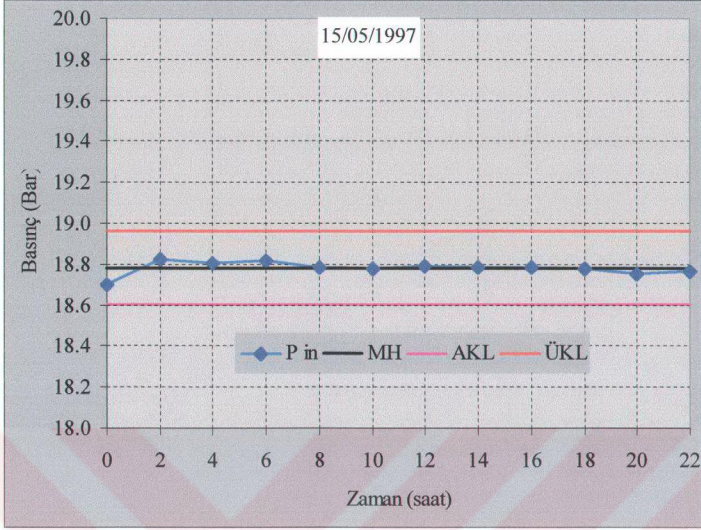
Şekil 4.6 15/03/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği



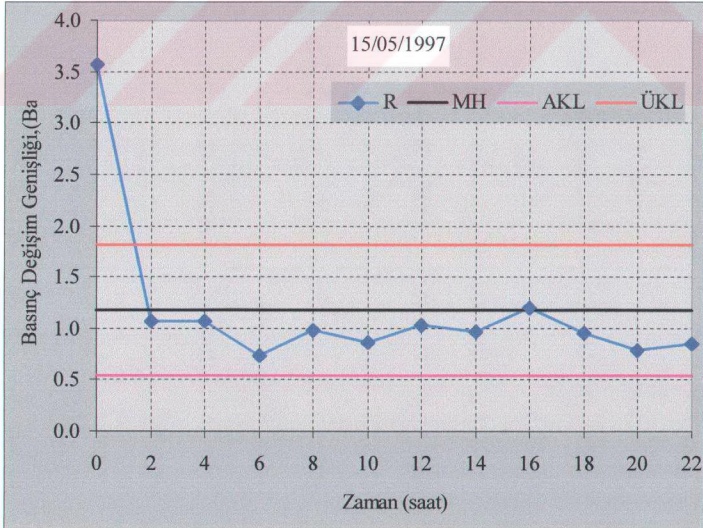
Şekil 4.7 15/04/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği



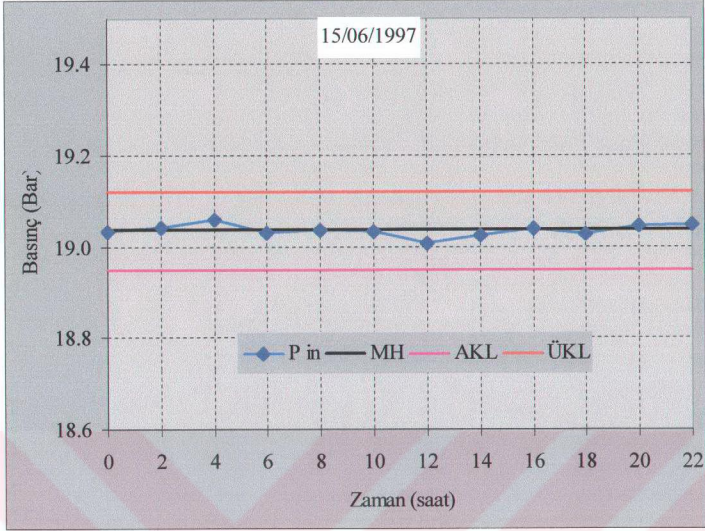
Şekil 4.8 15/04/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği



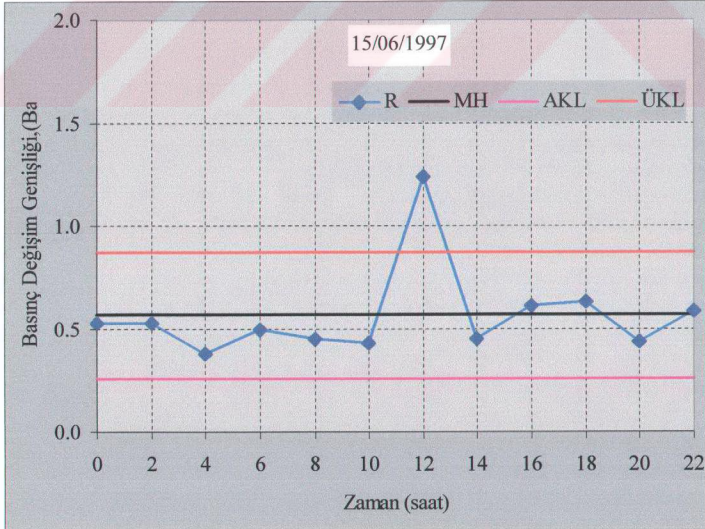
Şekil 4.9 15/05/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği



Şekil 4.10 15/05/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği

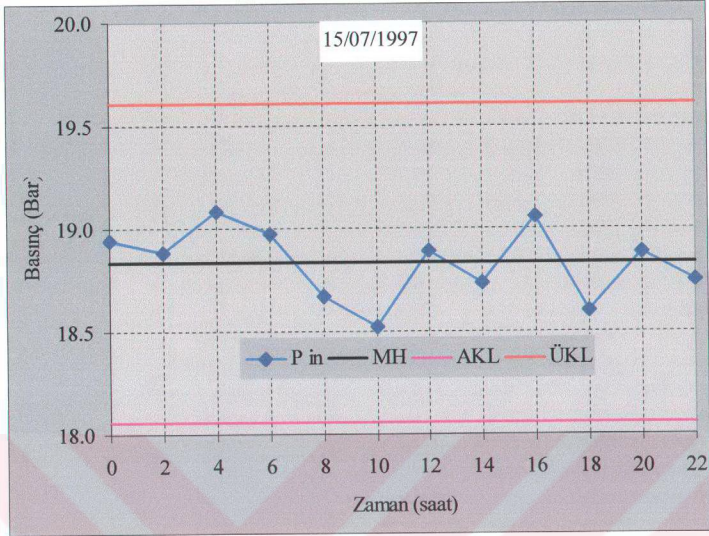


Şekil 4.11 15/06/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği

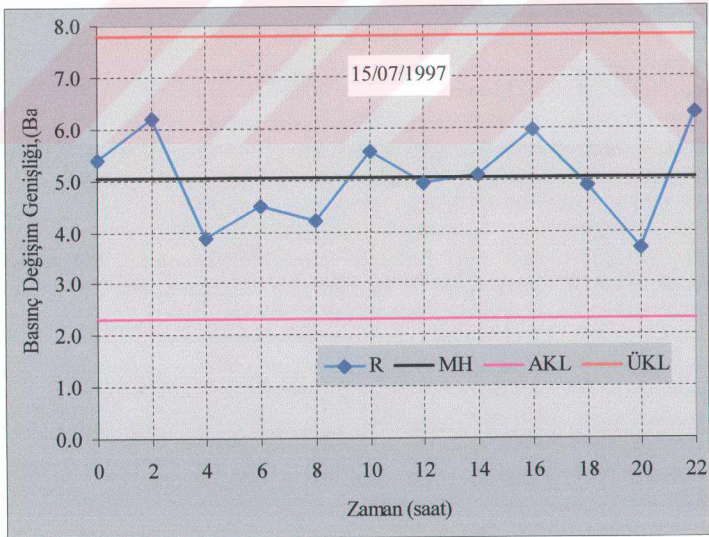


Şekil 4.12 15/06/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği

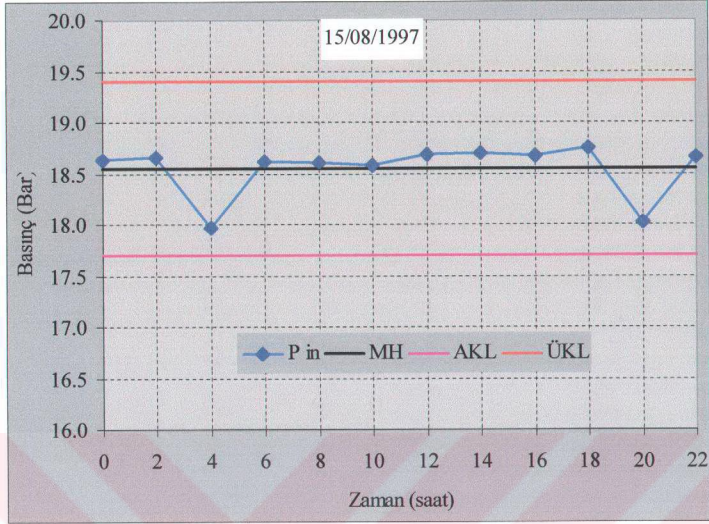




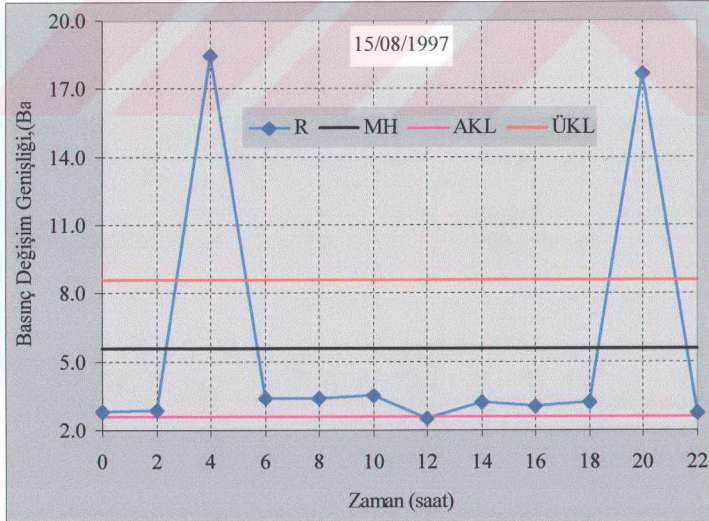
Şekil 4.13 15/07/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği



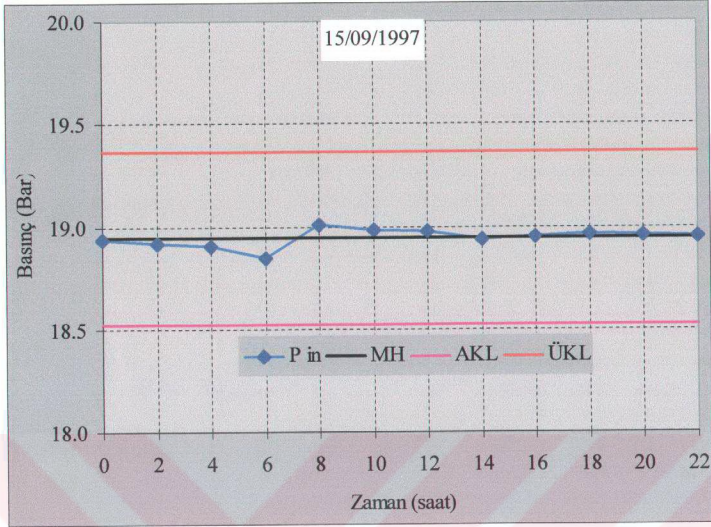
Şekil 4.14 15/07/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği



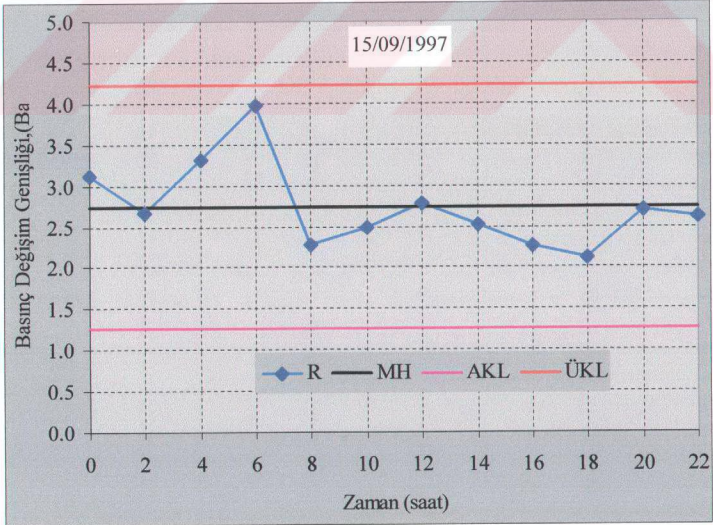
Şekil 4.15 15/08/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği



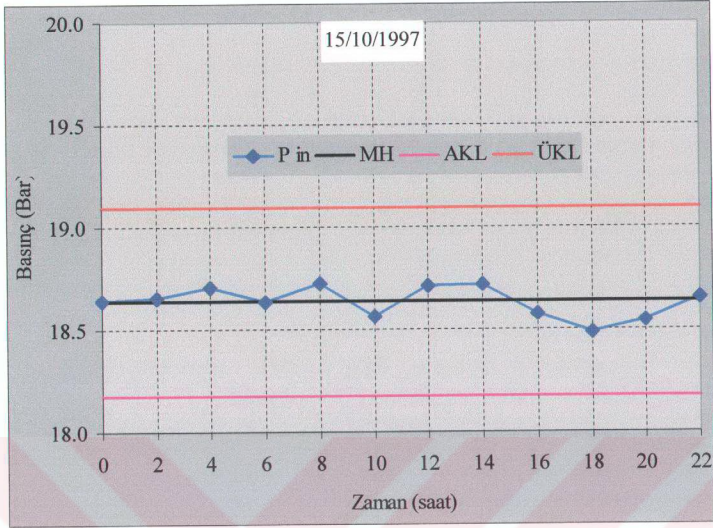
Şekil 4.16 15/08/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği



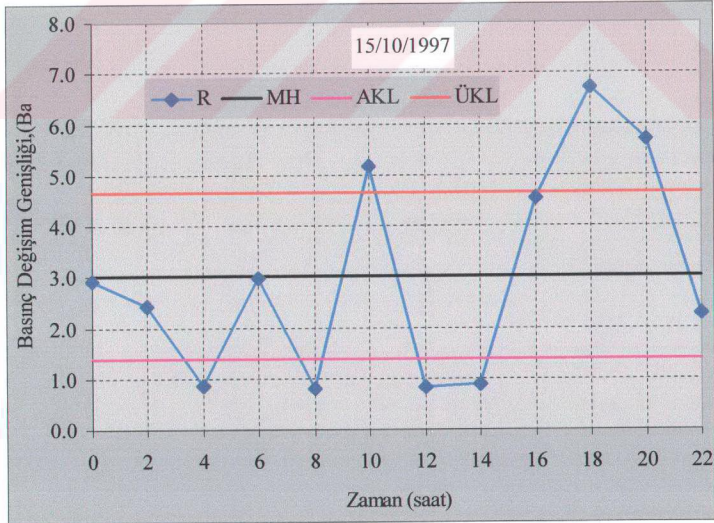
Şekil 4.17 15/09/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği



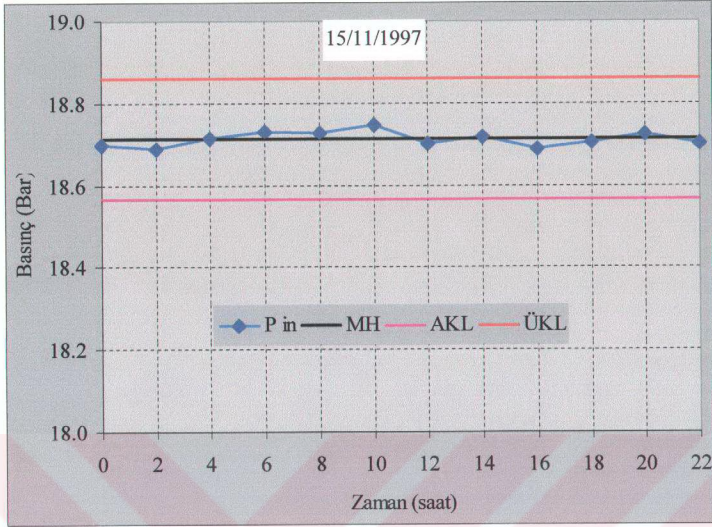
Şekil 4.18 15/09/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği



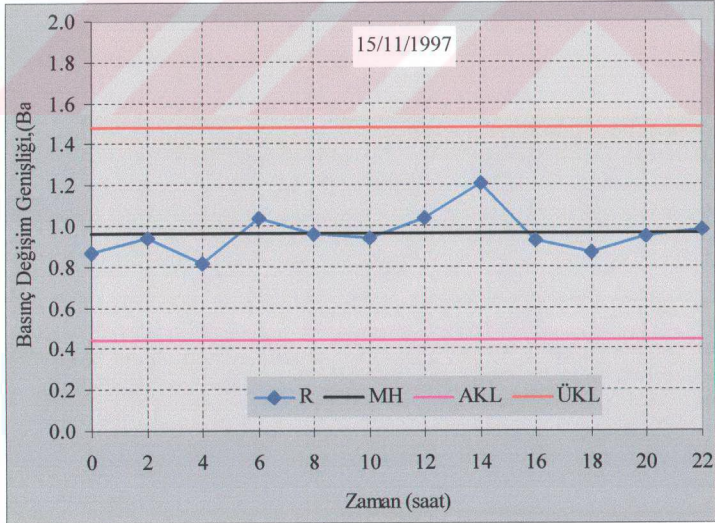
Şekil 4.19 15/10/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği



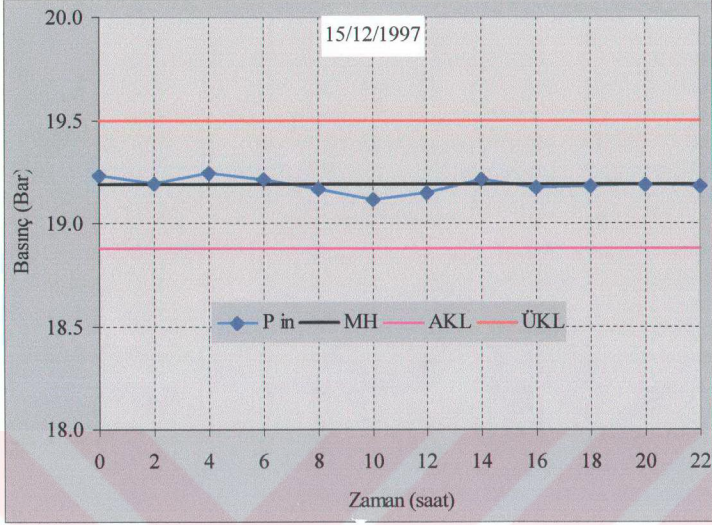
Şekil 4.20 15/10/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği



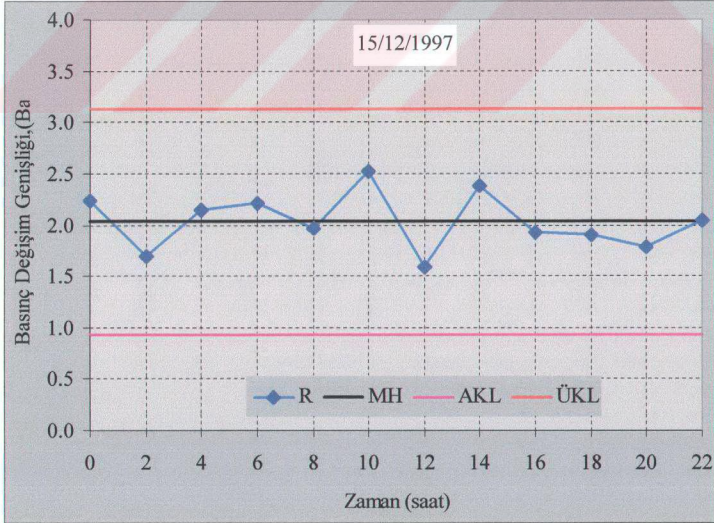
Şekil 4.21 15/11/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği



Şekil 4.22 15/11/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği



Şekil 4.23 15/12/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin X kontrol grafiği



Şekil 4.24 15/12/1997 Tarihli giriş basıncı verilerinin R kontrol grafiği

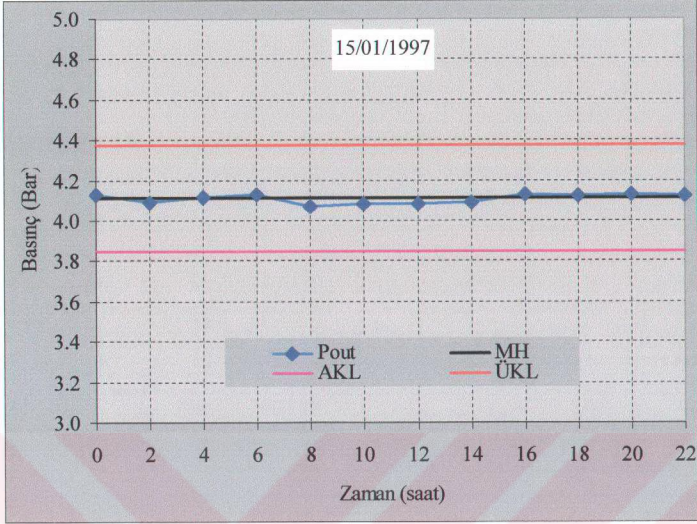
### 4.3 Sistem Çıkış Basınçlarına Göre İstatiksel Kalite Kontrol Analizi

Giriş basınçlarının kontrol değerleri Çizelge 4.2 de verilmektedir. Kontrol grafikleri ise Şekil 4.25-4.48 arasında verilmektedir. X kontrol grafikleri ile sistem çıkış basınçlarının kalite kontrolü incelendiğinde bütün örnekleme günlerinde sistemdeki veriler merkez hattı civarında tabakalanma (stratification) eğilimi göstermekte olup önceki kısımdaki analize paralel olarak iyi bir kalite düzeyine sahiptir.

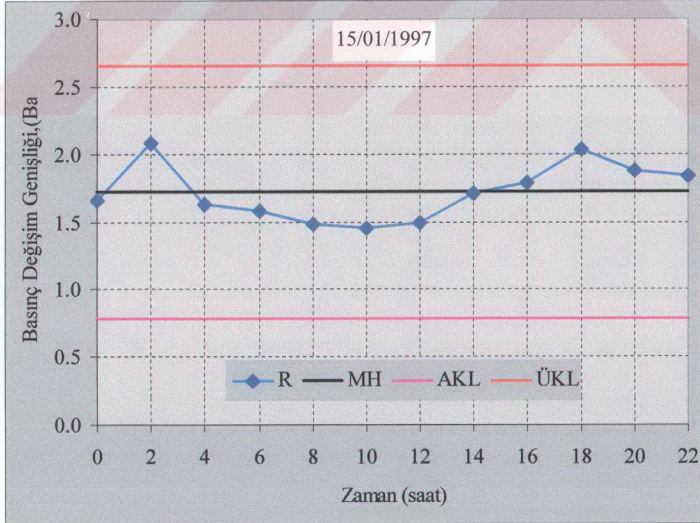
Çıkış basınçlarındaki R kontrol grafiklerine göre basınç değişimlerinin kalite kontrolü incelendiğinde ise yine bazı günlerde kontrol limitlerinin aşıldığı bazı günlerde kontrol limitleri içinde merkez hattı civarında seyrettiği görülmektedir. Kontrol limitleri aşılın değişim grafiklerinden 15/3,15/5 ve 15/8 deki örnekleme gününde başlangıç ve bitiş zamanlarında kontrol değerleri aşılmış diğer zamanlarda ise üst kontrol limitine yakın bir seviyede seyretmiştir. Değerlerin böyle bir eğilim göstermesi sistemdeki makinaların aşınmasından veya diğer kritik işlem bileşenlerinin arızalanmalarından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca bu tür eğilimlere operatör hatalarının ve mevsimsel değişikliklerin etkisini de gözardı etmemek gerekir. 15/10 daki örnekleme gününde de kontrol limitleri aşılmış olup basınç değişimleri çevrimsel (cyclic) bir eğilim göstermektedir. Bir önceki kısımda da belirtildiği gibi sıcaklık veya hava durumu gibi çevre şartları ile beraber operatör hataları bu tür eğilimlere sebep olmaktadır. Değişim grafiklerinin kontrol değerleri diğer örnekleme günlerinde kontrol limitleri arasında normal bir seyir göstermekte olup bu değerlerdeki değişimlerde de çevre şartları, operatör etkileri, gaz alışı veya çekişi gibi etkenler kontrol limitleri arasında sistemde olumlu etkiler ile kendini göstermiştir.

Çizelge 4.2 Çıkış basınçlarının kontrol değerleri

Örnek Veri Zamanları	X Kontrol Değerleri			R Kontrol Değerleri		
	MH	AKL	ÜKL	MH	AKL	ÜKL
15/01/1997	4.1092	3.8457	4.3727	1.7225	0.7906	2.6543
15/02/1997	4.1309	3.8401	4.4218	1.9008	0.8724	2.9291
15/03/1997	4.2296	3.7763	4.6828	2.9625	1.3597	4.5652
15/04/1997	4.0791	3.8352	4.3230	1.5941	0.7317	2.4566
15/05/1997	3.9908	3.8174	4.1642	1.1333	0.5202	1.7464
15/06/1997	4.0906	4.0657	4.1155	0.1625	0.0745	0.2504
15/07/1997	4.0064	3.6519	4.3608	2.3166	1.0633	3.5699
15/08/1997	4.1071	3.7671	4.4521	2.2550	1.0350	3.4749
15/09/1997	4.0441	3.9849	4.1032	0.3866	0.1774	0.5958
15/10/1997	4.0116	3.9292	4.0939	0.5383	0.2470	0.8295
15/11/1997	3.9882	3.8997	4.0766	0.5783	0.2654	0.8912
15/12/1997	4.0361	3.8370	4.2353	1.3016	0.5974	2.0058

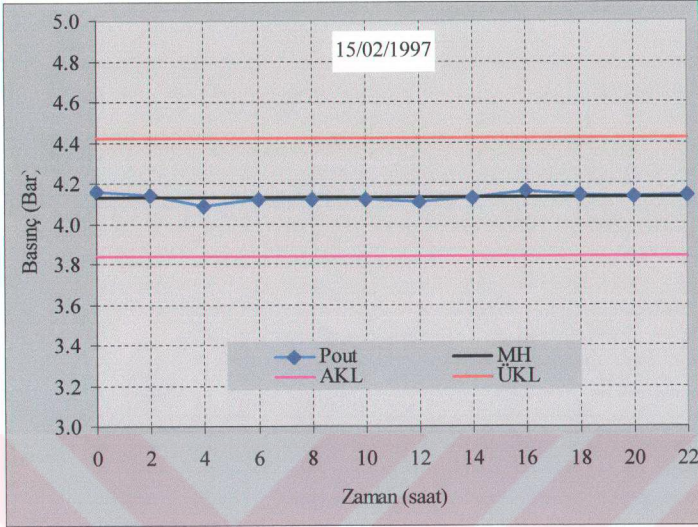


Şekil 4.25 15/01/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği

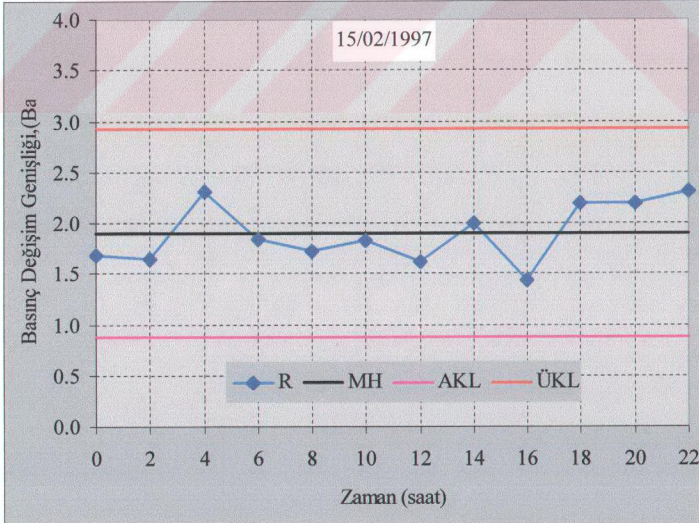


Şekil 4.26 15/01/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği

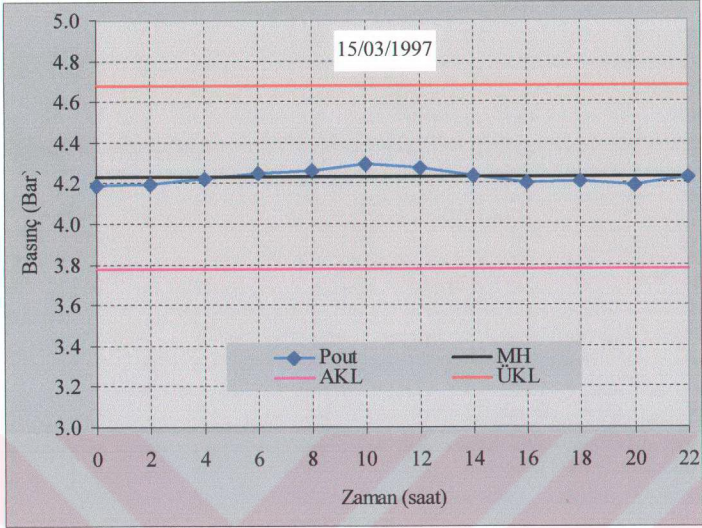




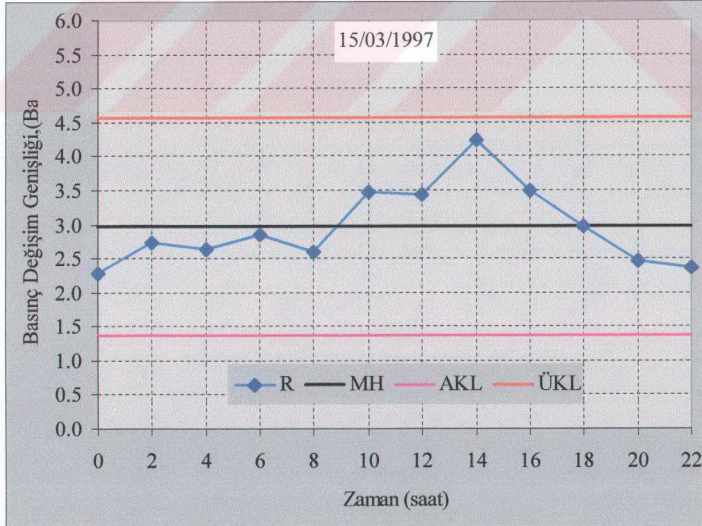
Şekil 4.27 15/02/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği



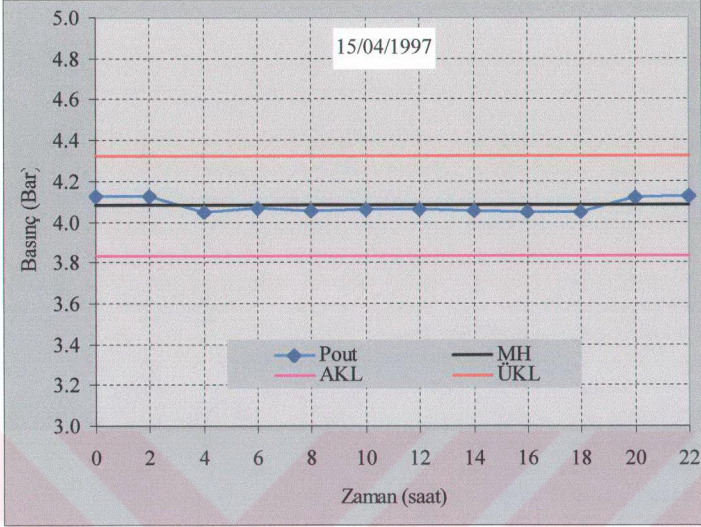
Şekil 4.28 15/02/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği



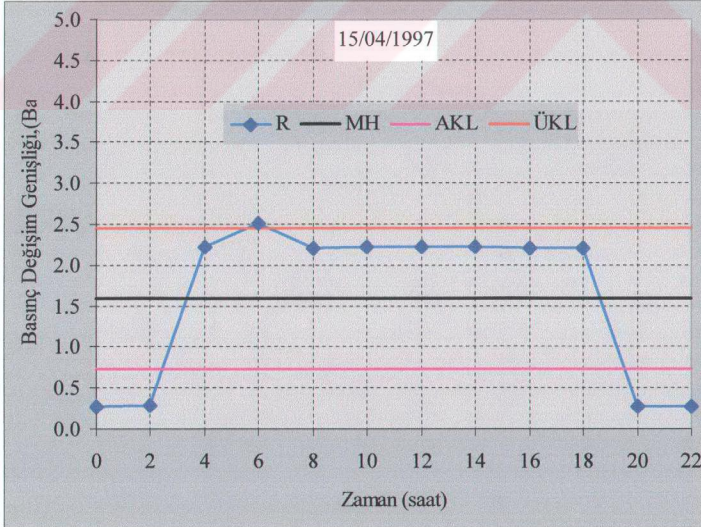
Şekil 4.29 15/03/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği



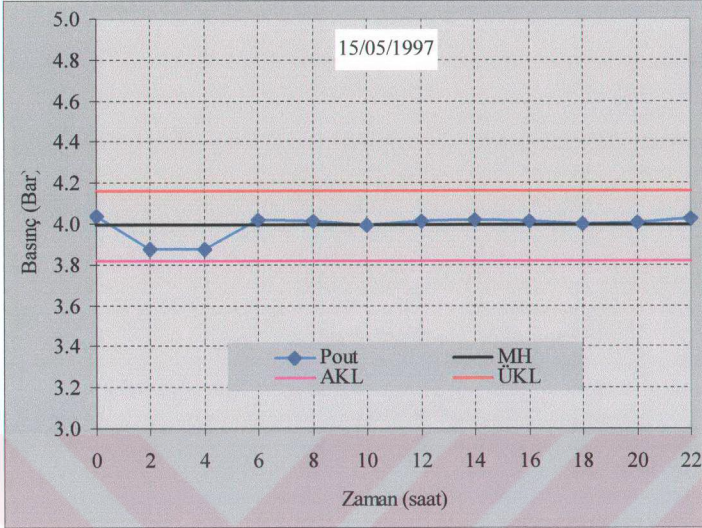
Şekil 4.30 15/03/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği



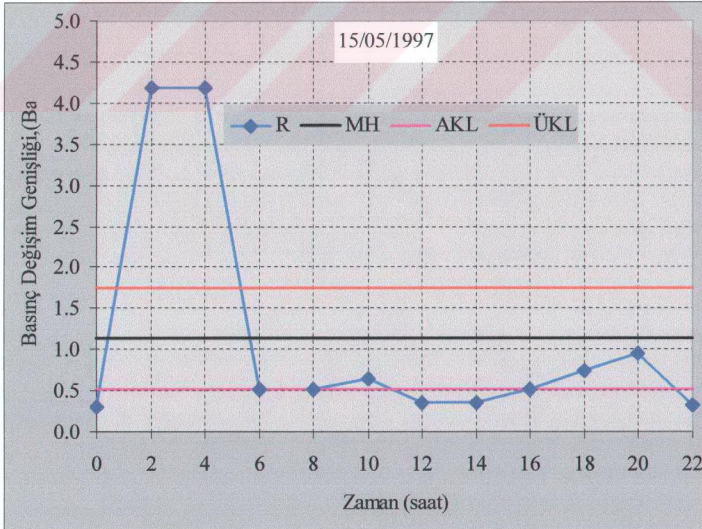
Şekil 4.31 15/04/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği



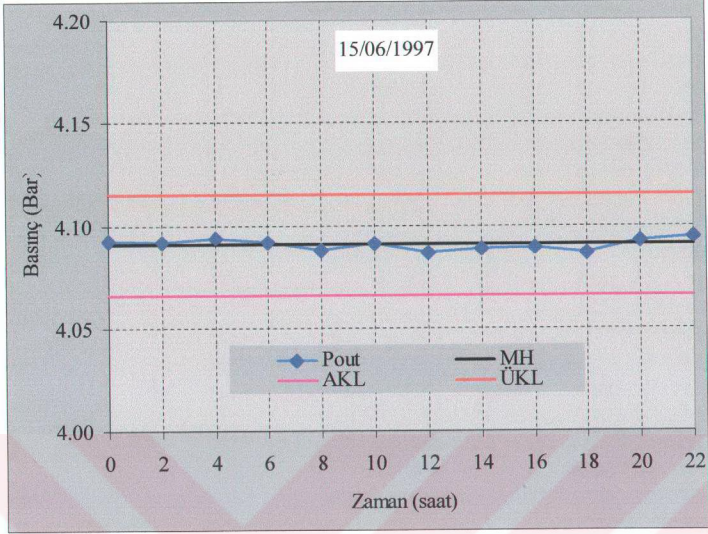
Şekil 4.32 15/04/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği



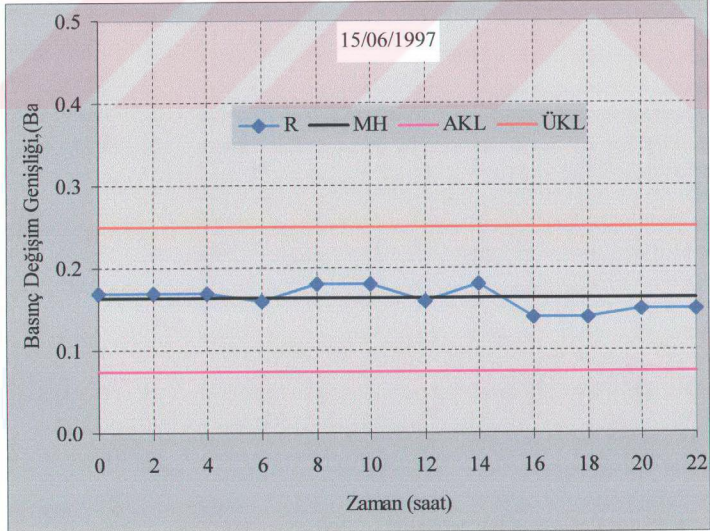
Şekil 4.33 15/05/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği



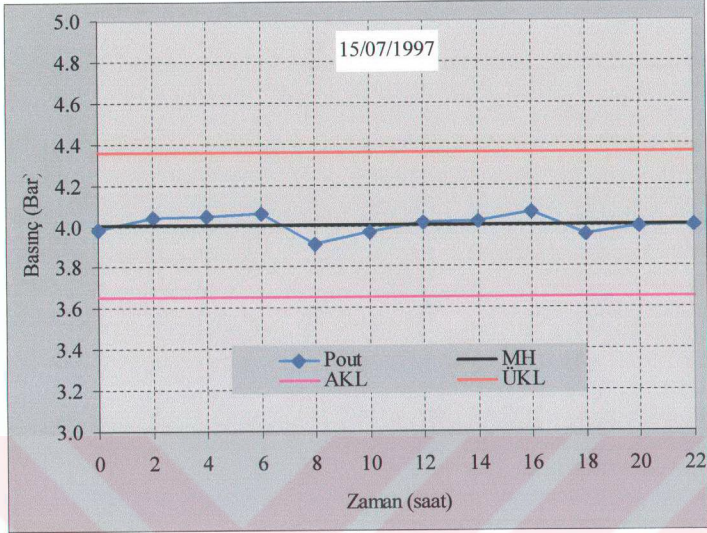
Şekil 4.34 15/05/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği



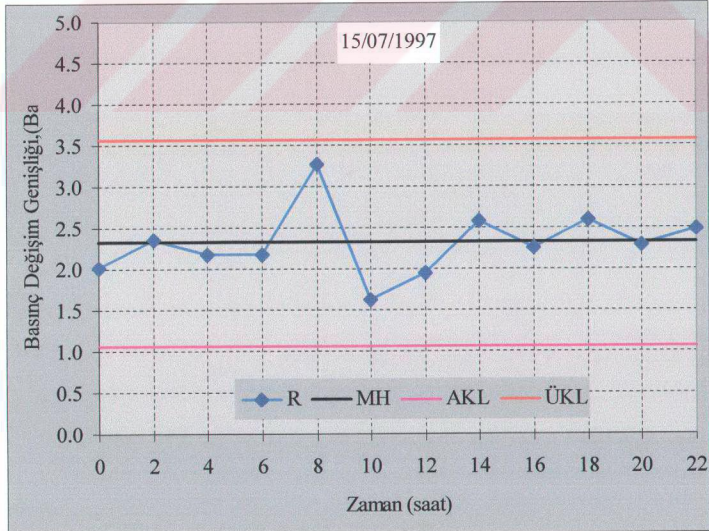
Şekil 4.35 15/06/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği



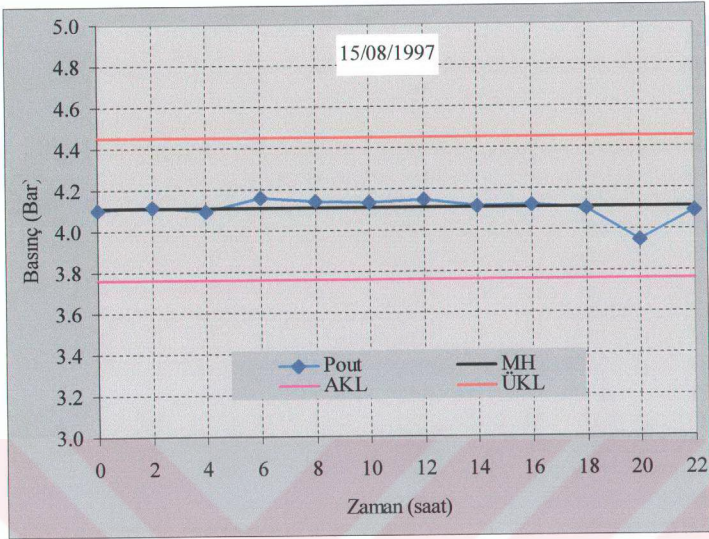
Şekil 4.36 15/06/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği



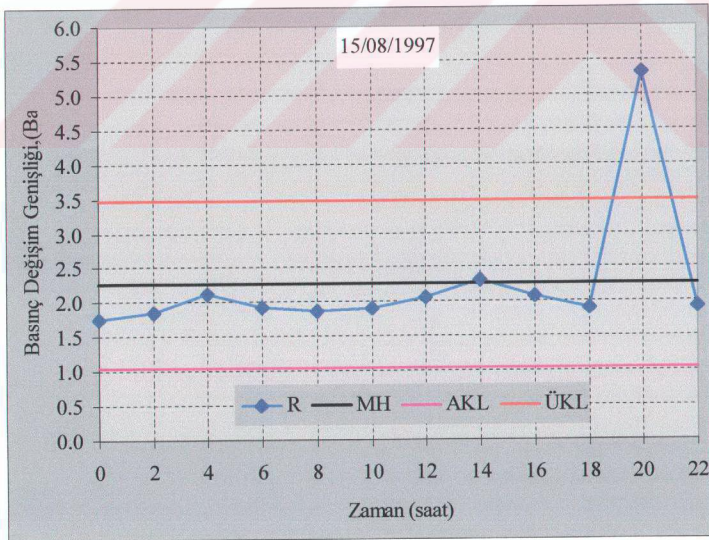
Şekil 4.37 15/07/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği



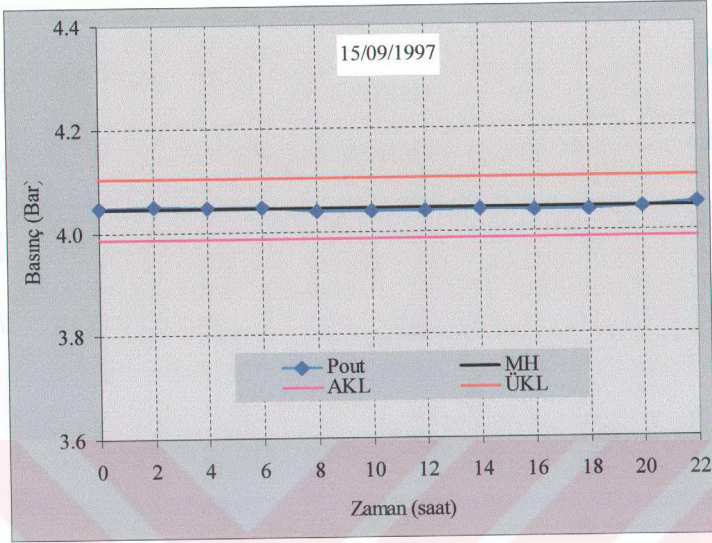
Şekil 4.38 15/07/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği



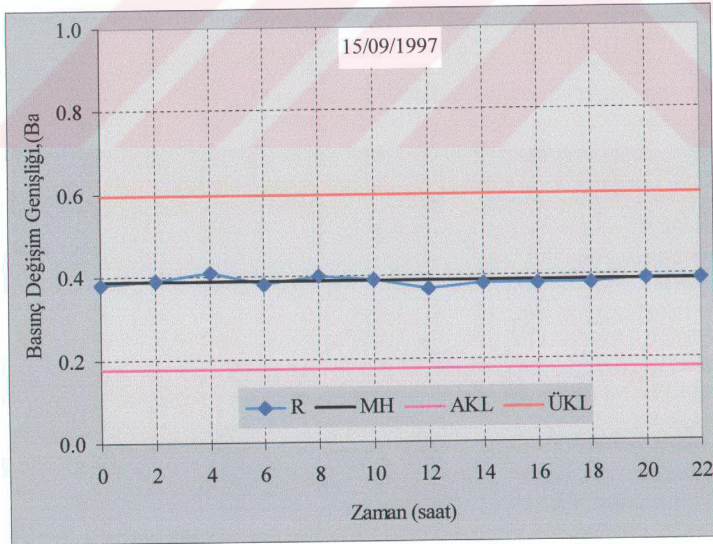
Şekil 4.39 15/08/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği



Şekil 4.40 15/08/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği

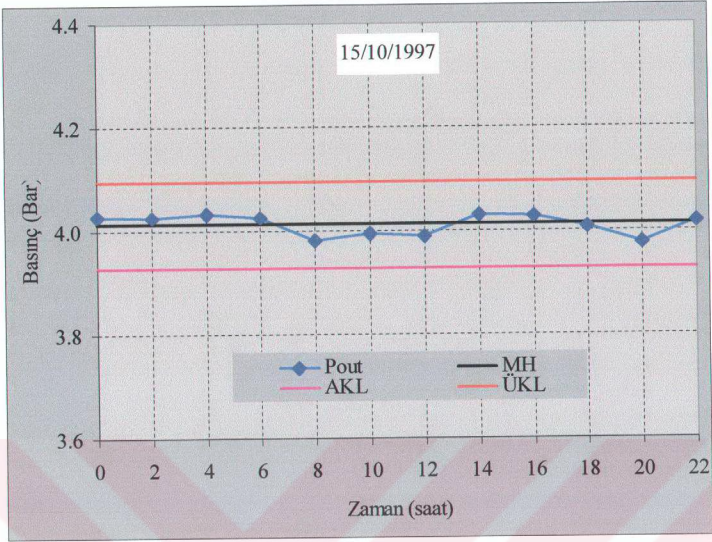


Şekil 4.41 15/09/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği

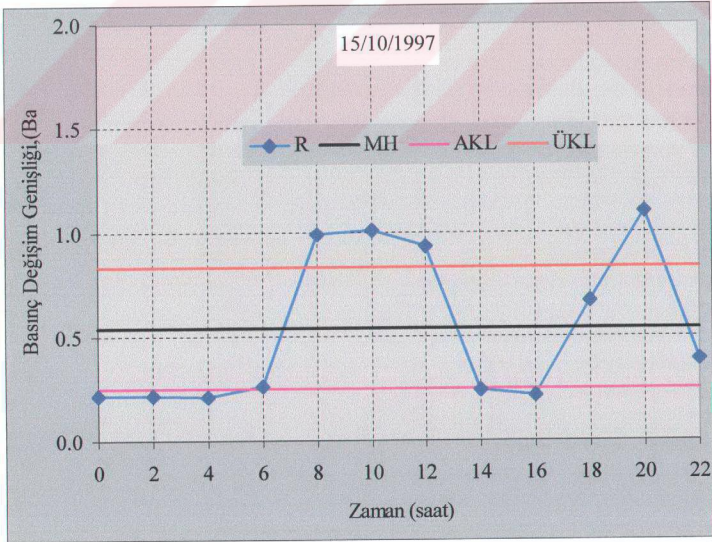


Şekil 4.42 15/09/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği

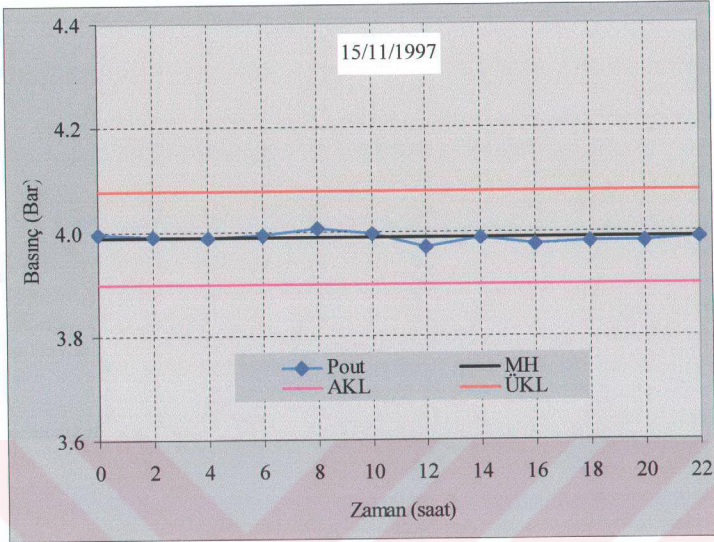




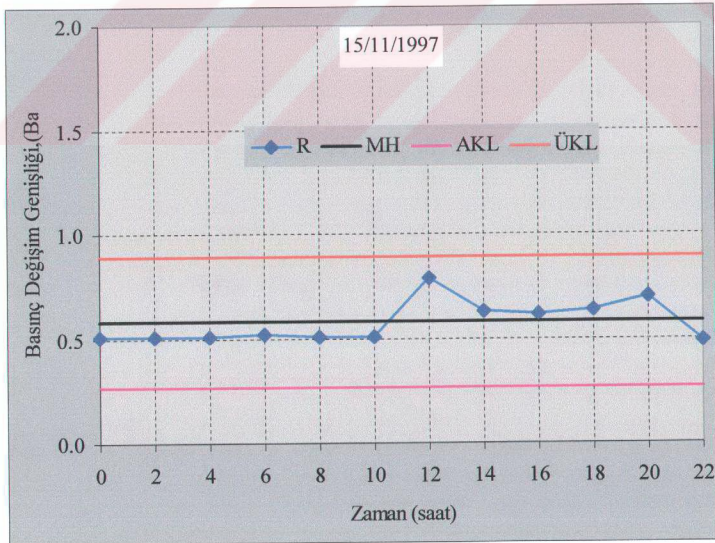
Şekil 4.43 15/10/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği



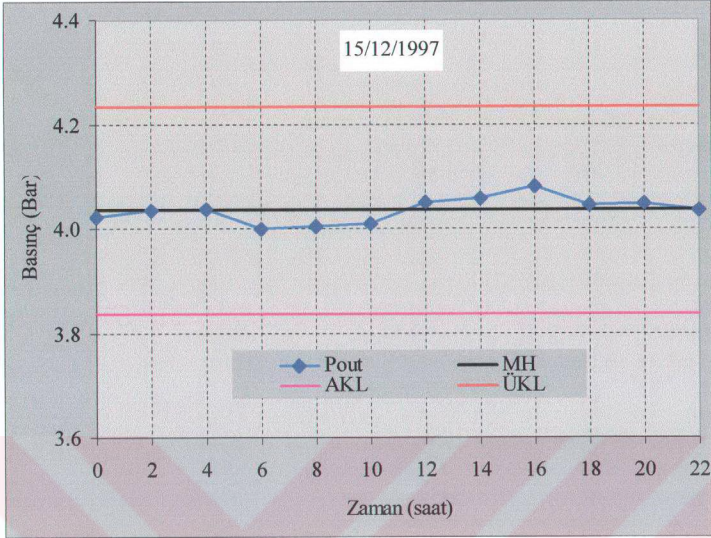
Şekil 4.44 15/10/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği



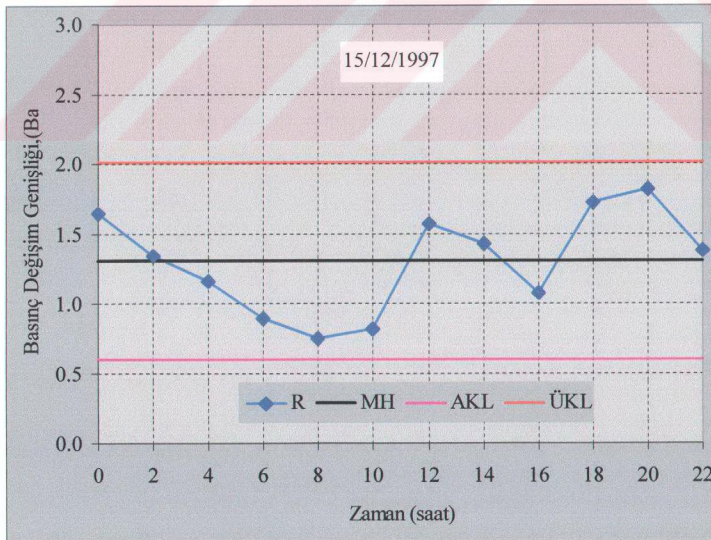
Şekil 4.45 15/11/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği



Şekil 4.46 15/11/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği



Şekil 4.47 15/12/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin X kontrol grafiği



Şekil 4.48 15/12/1997 Tarihli çıkış basıncı verilerinin R kontrol grafiği

#### 4.4 Sistem Akım Değerlerine Göre İstatiksel Kalite Kontrol Analizi

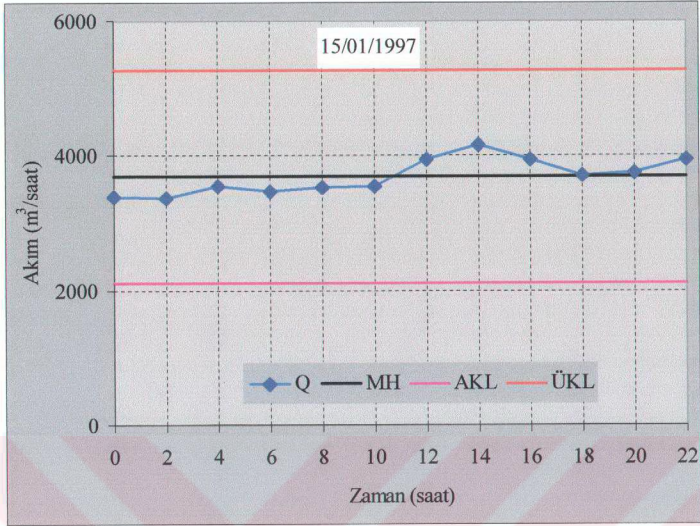
Giriş basınçlarının kontrol değerleri Çizelge 4.3 de verilmektedir. Kontrol grafikleri ise Şekil 4.48-4.72 arasında verilmektedir.

X kontrol grafikleri ile sistemdeki akımın kalite kontrolü incelendiğinde ise yine bütün örnekleme günlerindeki veriler merkez hattı civarında tabakalanma (stratification) eğilimi içerisinde olup sistemin problemsiz olarak çalıştığını göstermektedir.

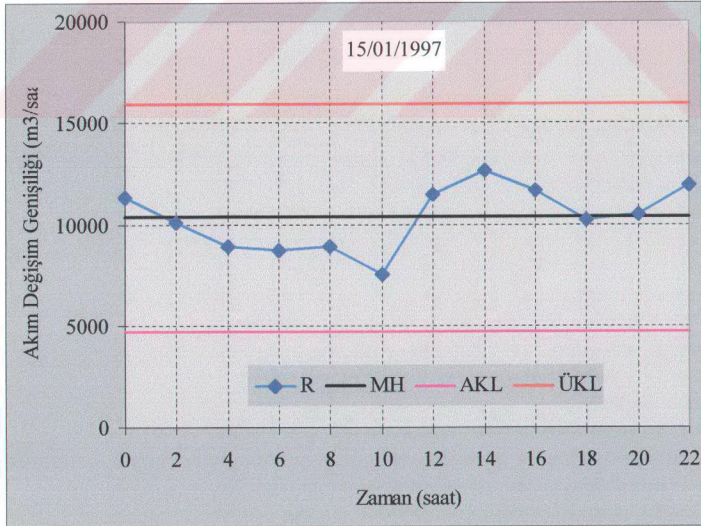
R Kontrol grafiklerinde ise değişim değerleri alt ve üst limitler arasında değişik eğilimler göstermekte olup, çevre şartları, operatör hataları, mazleme temini gibi değişik faktörlerin etkisi sistemde herhangi bir olumsuz sonuca neden olmamıştır.

Çizelge 4.3 Akış kontrol değerleri

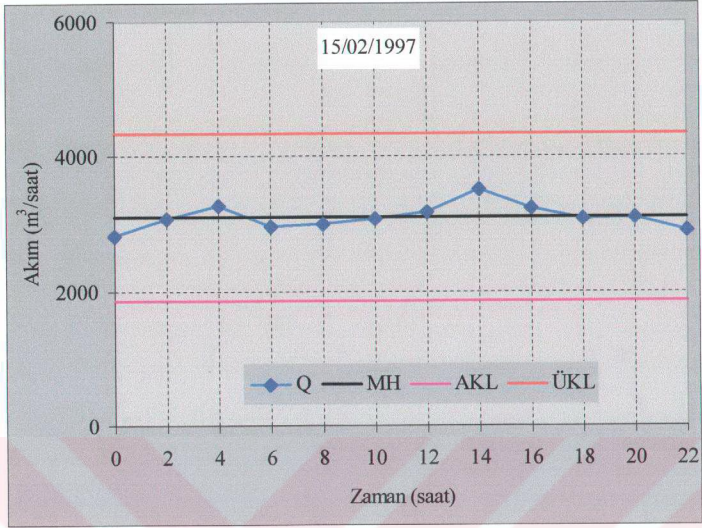
Örnek Veri Zamanları	X Kontrol Değerleri			R Kontrol Değerleri		
	MH	AKL	ÜKL	MH	AKL	ÜKL
15/01/1997	3695	2113	5277	10342	4747	15937
15/02/1997	3102	1864	4340	8092	3714	12470
15/03/1997	3291	2287	4295	6562	3012	10112
15/04/1997	2035	1235	2835	5230	2400	8059
15/05/1997	2166	1340	2993	5402	2479	8324
15/06/1997	3049	1971	4127	7048	3235	10861
15/07/1997	2845	1782	3908	6946	3188	10704
15/08/1997	2846	872	4821	12903	5922	19884
15/09/1997	2948	1074	4823	12250	4823	18878
15/10/1997	1924	1115	2733	5285	2426	8145
15/11/1997	2487	1671	3304	5335	2448	8221
15/12/1997	2541	1663	3420	5744	2636	8851



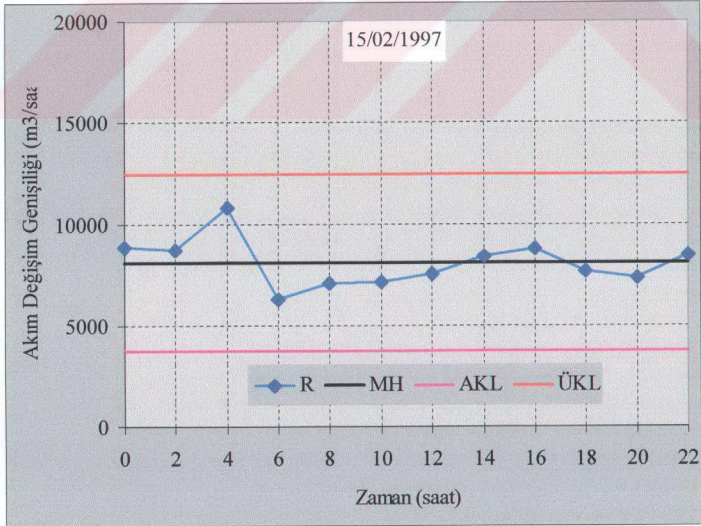
Şekil 4.49 15/01/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği



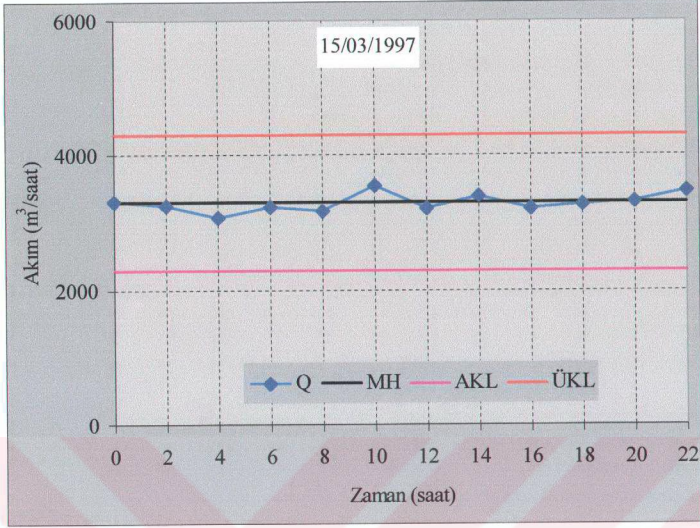
Şekil 4.50 15/01/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği



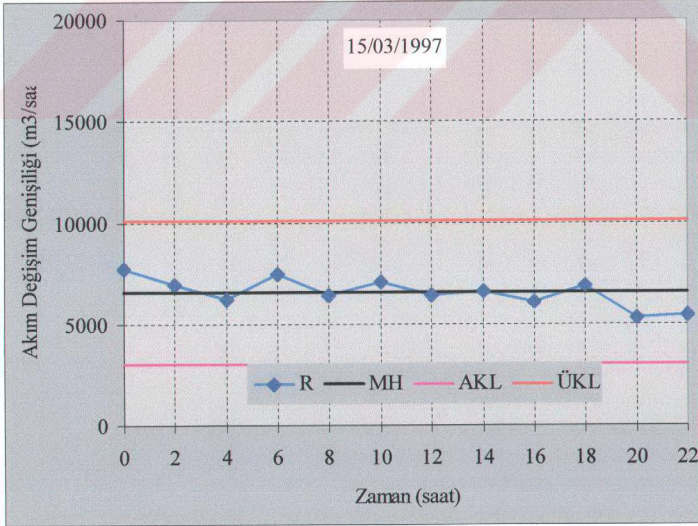
Şekil 4.51 15/02/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği



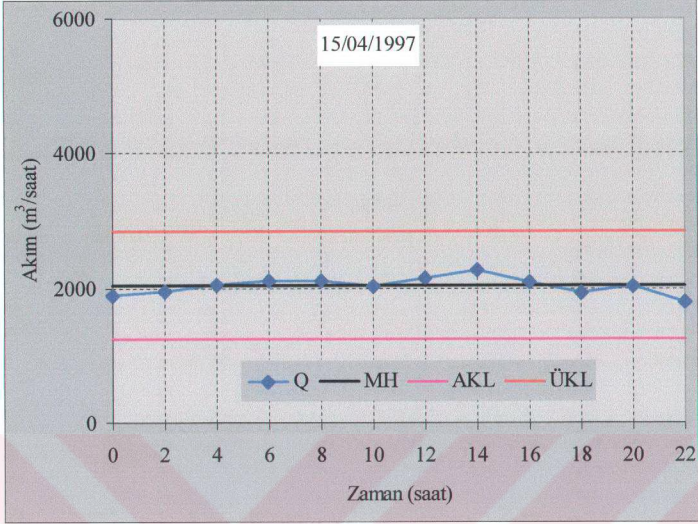
Şekil 4.52 15/02/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği



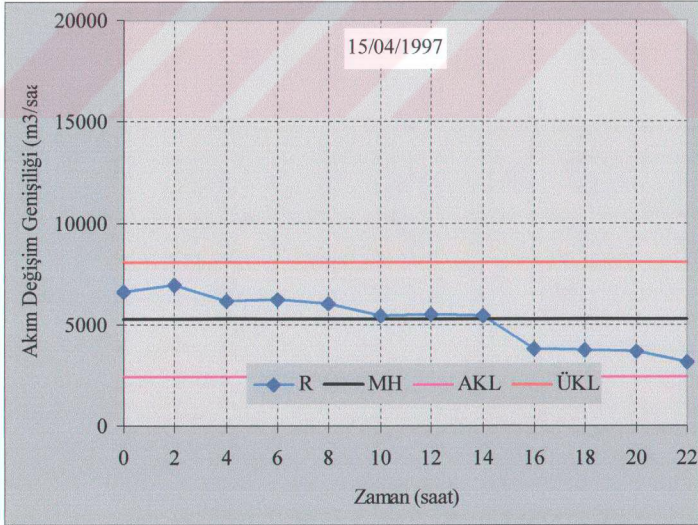
Şekil 4.53 15/03/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği



Şekil 4.54 15/03/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği

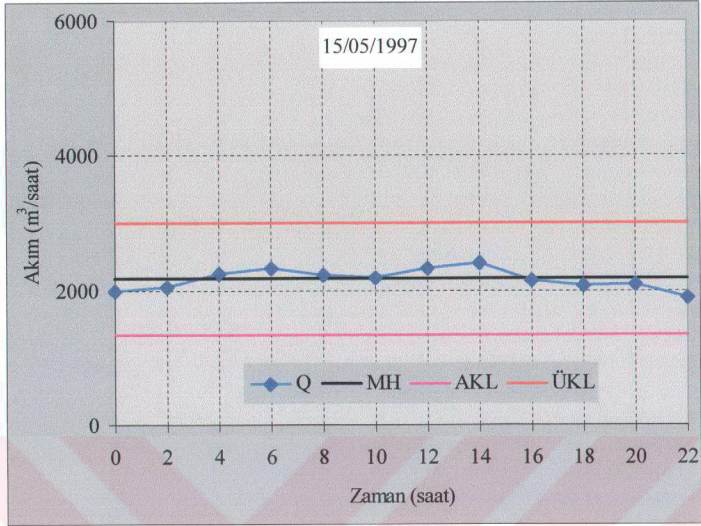


Şekil 4.55 15/04/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği

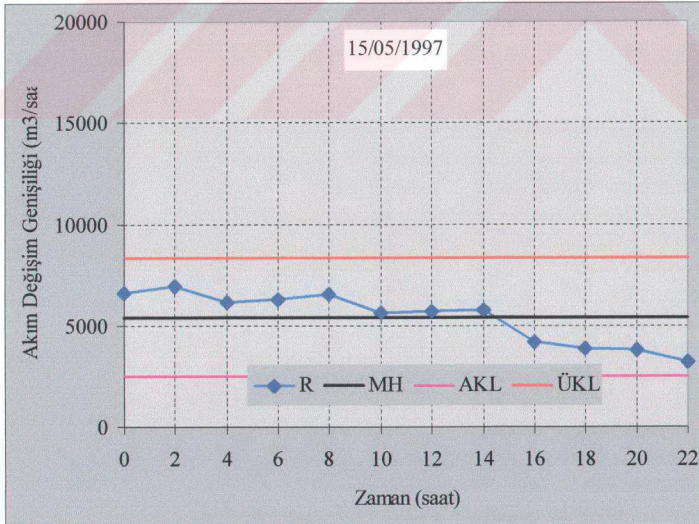


Şekil 4.56 15/04/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği

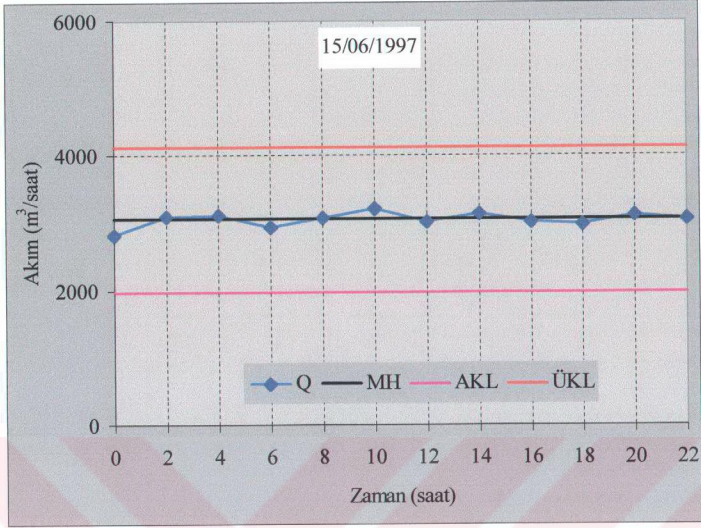




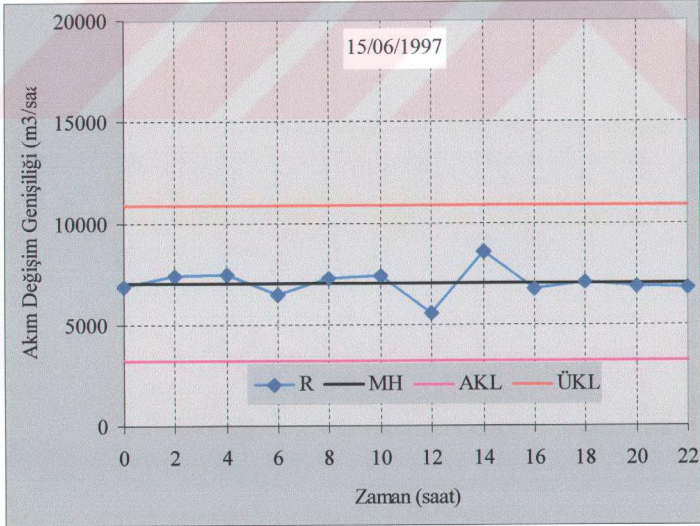
Şekil 4.57 15/05/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği



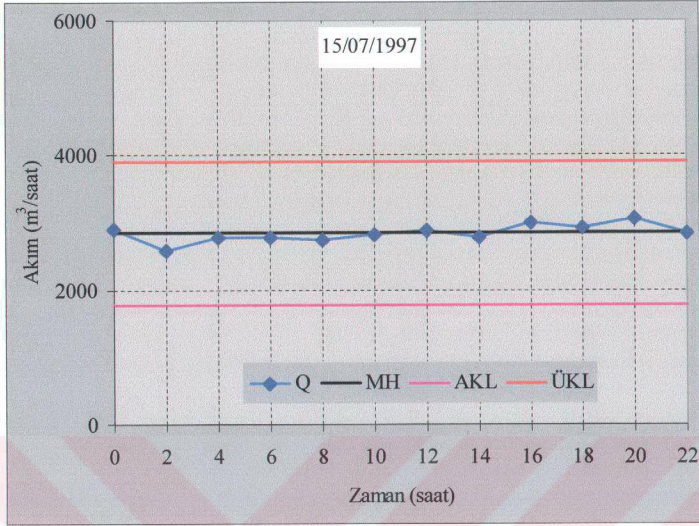
Şekil 4.58 15/05/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği



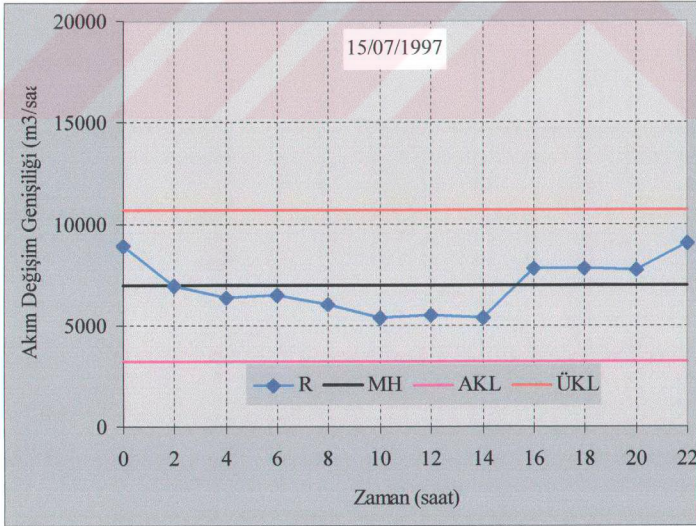
Şekil 4.59 15/06/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği



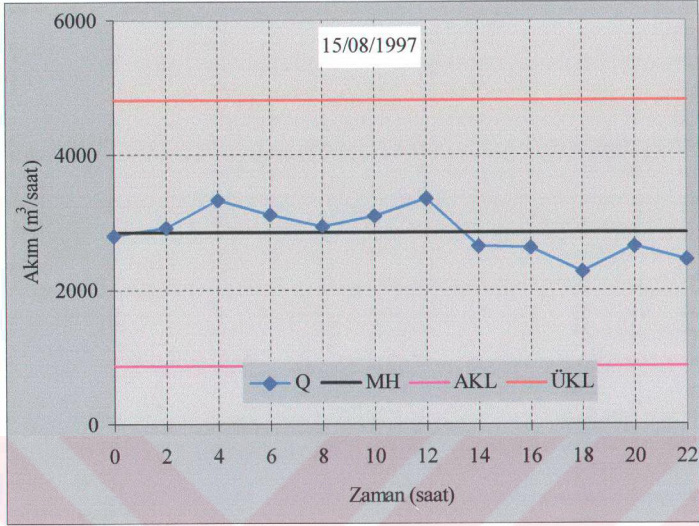
Şekil 4.60 15/06/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği



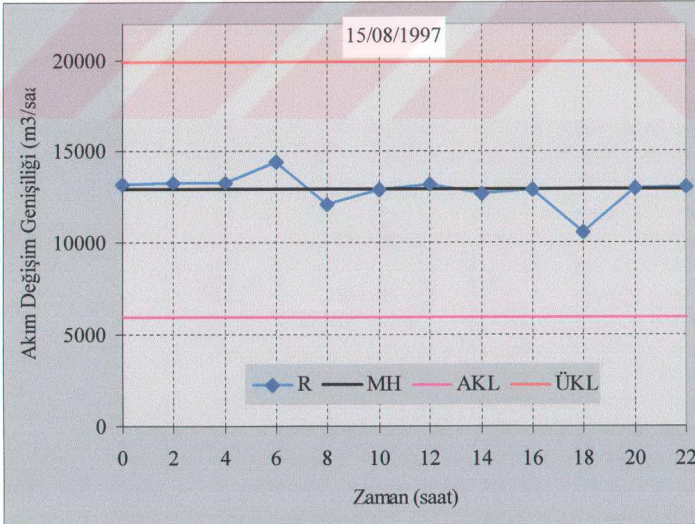
Şekil 4.61 15/07/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği



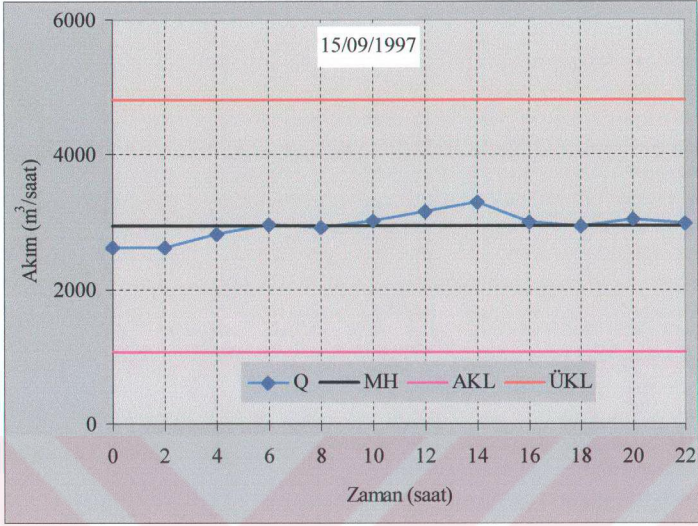
Şekil 4.62 15/07/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği



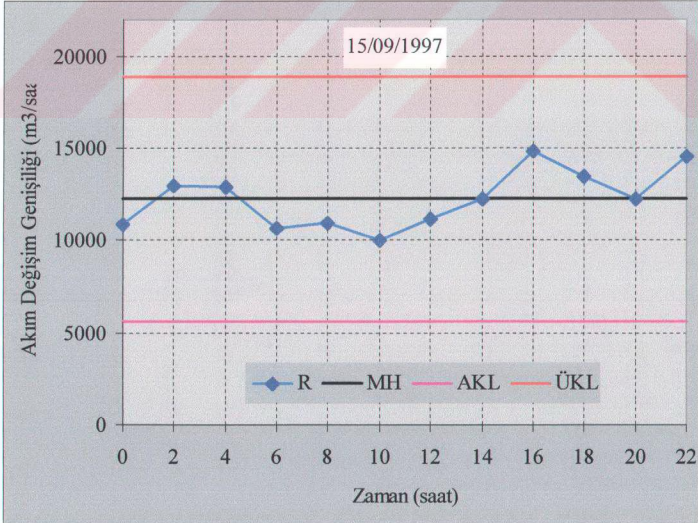
Şekil 4.63 15/08/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği



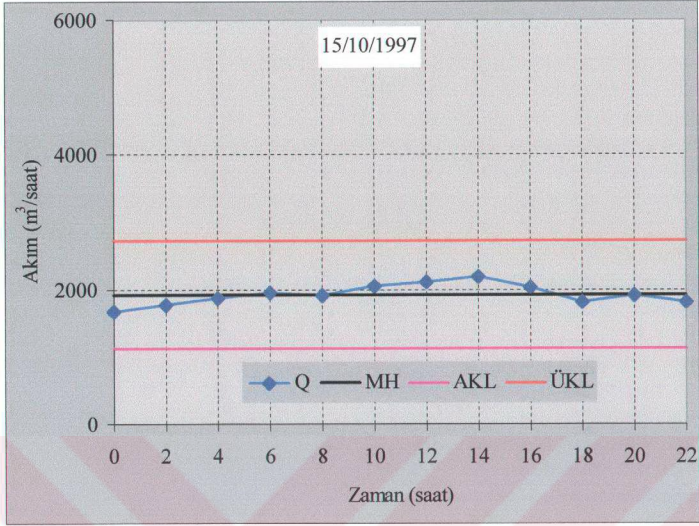
Şekil 4.64 15/08/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği



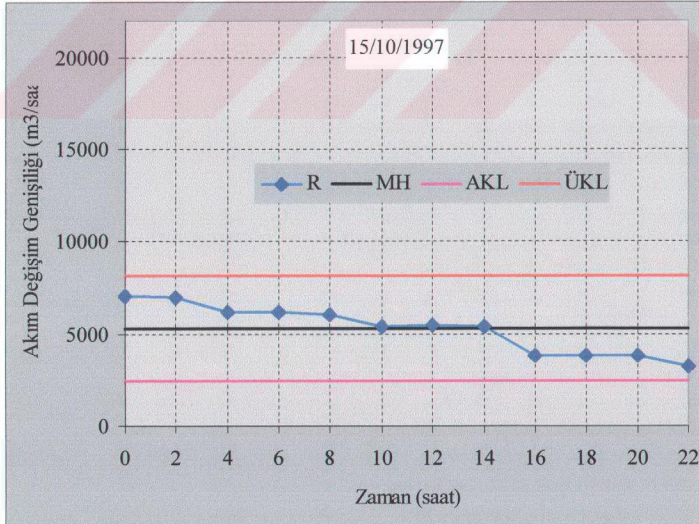
Şekil 4.65 15/09/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği



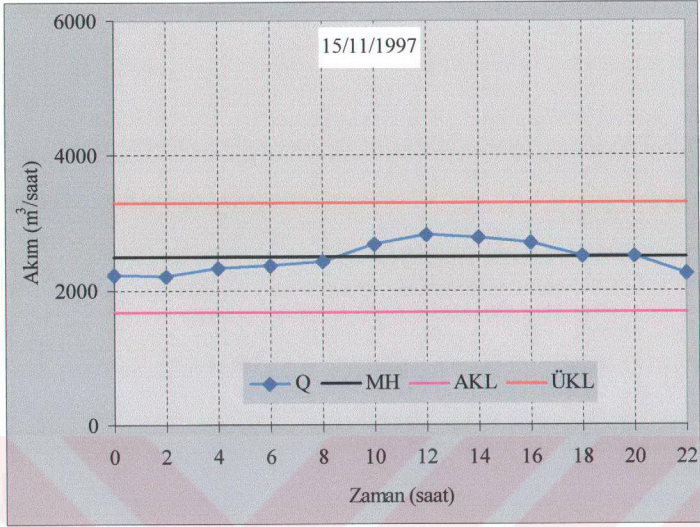
Şekil 4.66 15/09/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği



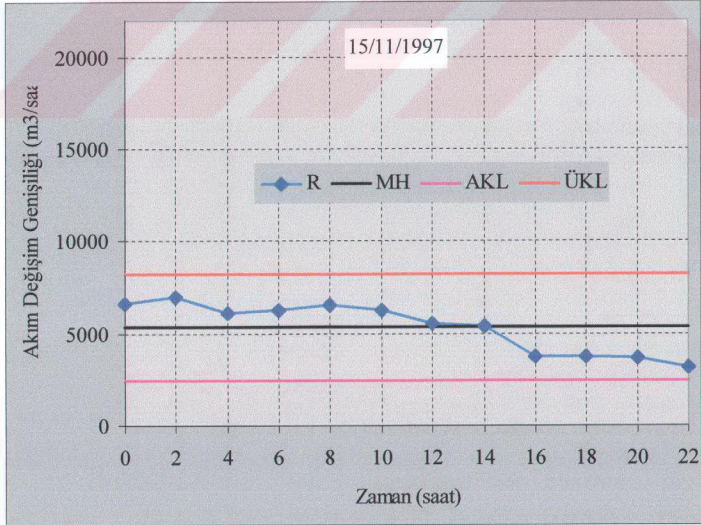
Şekil 4.67 15/10/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği



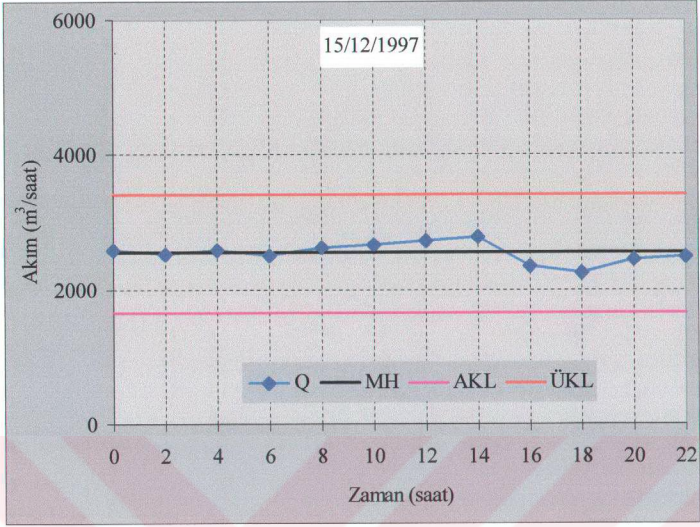
Şekil 4.68 15/10/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği



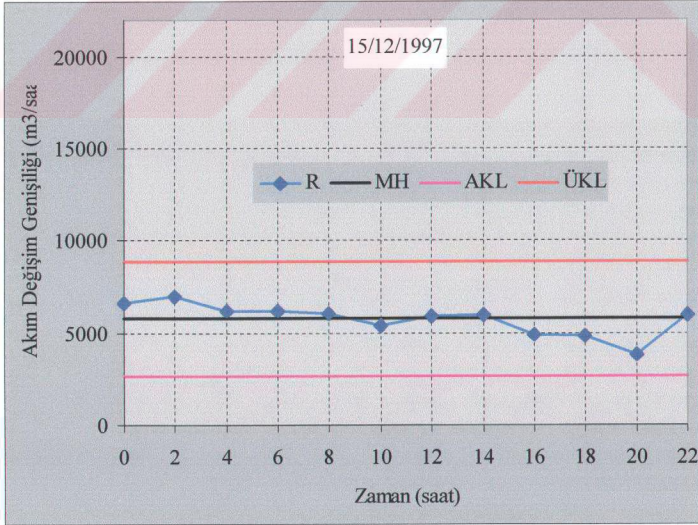
Şekil 4.69 15/11/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği



Şekil 4.70 15/11/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği



Şekil 4.71 15/12/1997 Tarihli akış verilerinin X kontrol grafiği



Şekil 4.72 15/12/1997 Tarihli akış verilerinin R kontrol grafiği



## 5. DEĞERLENDİRMELER VE SONUÇLAR

İGDAS doğalgaz sisteminin 1997 yılının her ayının 15. günündeki basınç ve akım verileri değerlendirilerek yapılan istatistiksel kalite kontrol analizinde, X kontrol grafikleri incelendiğinde veriler alt ve üst kontrol limitlerini aşmadan sistem merkez hattı civarında seyretmiştir. Bu durum genel olarak sistemin hatasız bir şekilde çalıştığını göstermektedir. R kontrol grafikleri incelendiğinde ise bazı günlerde kontrol limitlerinin aşıldığı görülmektedir. Sistem genel olarak problemsiz bir şekilde çalışmasına rağmen, R kontrol grafiklerinin analizinden anlaşılmaktadır ki, gece-gündüz farklılıklarının ve mevsim değişikliklerinin başlıca sıcaklık etkisi olmak üzere çevre şartları, operatör etkileri, işçilerin adaptasyon süreleri gibi faktörler sistemin kalite düzeyini etkilemiştir. Bununla beraber R kontrol grafiklerindeki bu kontrol limitlerinin aşılma durumu, sistemde küçük seviyelerde de olsa basınç değişimleri sonucu boru hatlarında malzeme yorgunluğunun bir göstergesi olarak da yorumlanabilir. Ayrıca abone sayısı arttığında tekrar yatırım yapmak ve boru hattı döşemek gerektiğinden, döşenen bu boru hatlarına ana kontrol vanalarından gaz verilisi sırasında sistemde oluşan basınç değişimleri de kontrol limitlerinin aşılmasına sebep olabilmekte ve kalite düzeyini etkilemektedir. Yapılan çalışmadan anlaşılmaktadır ki X kontrol grafikleri ile sistemin hatalı veya hatasız çalışması hakkında genel bir fikir sahibi olmamızı sağlamıştır. R kontrol grafikleri ile de belirlenen kontrol limitleri içerisinde sistemin çevre şartları, mevsim değişiklikleri, operatör etkileri, malzeme temini, gaz çekişi ve malzeme yorgunluğu gibi sebeplerin kalite düzeyine olan etkileri izlenebilmiştir.

Sistem kontrolünün SCADA otomasyonu ile gerçekleştirildiği Avrupa yakasındaki 28 adet regülatör noktalarında 1997 yılının her ayının 15. ine ait verilerin değerlendirilmesi ile yapılan bu istatistiksel kalite kontrol analizinde genel olarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Giriş ve çıkış basınçlarının X kontrol grafiklerinde alt ve üst kontrol limitler aşılmadan sistem merkez hattı civarında seyrederek hatasız olarak çalışmıştır.

2. Giriş ve çıkış basınçlarının R kontrol grafiklerinde bazı örnekleme günlerinde alt ve üst kontrol limitleri içinde merkez hattı civarında bir değişim görülmüştür. Bazı günlerde ise kontrol limitleri aşarak sistemin kalite düzeyini etkilemişlerdir.
3. Akım verilerinin hem X hemde R kontrol grafikleri alt ve üst kontrol limitleri içerisinde merkez hattı civarında seyretmiş olup sistem hatasız olarak ve beklenen bir kalite seviyesinde çalışmıştır.

Yapılan bu çalışmanın devamı niteliğinde olmak üzere yapılacak öneriler kapsamında, örnekleme olarak seçilen gün sayıları artırılarak sistemin kalite kontrol düzeyi daha detaylı olarak incelenebilir. Sadece 1997 yılı için yapılan bu çalışma günümüze kadar olan diğer yıllar içinde yapılarak sistemin genel aşınma değeri tesbit edilip sistemin ömrü hakkında da bir fikir sahibi olunabilir.

**KAYNAKLAR**

Akın, B, 1996, İşletmelerde İstatistik Proses Kontrol Teknikleri, Bilim Teknik Yayınevi, 150pp, İstanbul

Bulletin of Realtime Solutions, (2000), Scada solutions division, (20-23)pp, Canada

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, 1986, Başbakanlık, 2872 sayı.

Katz, D.L. and Lee, R.L. (1990), Natural Gas Engineering, McGraw-Hill. 760pp, Singapore

Kennedy, J.L. (1993), Oil and Gas Pipeline Fundamentals, PennWell Books, 366pp, Oklahoma

Montgomery, D.C., (1991), Introduction To Statistical Quality Control, John Wiley&Sons, 674pp, Canada,

Rojey, A. and Others, (1997), Natural Gas Production Processing Transport, Editions Technip, 429pp, Paris

SYS Sistem Yazılım Tasarım Sanayi ve Ticaret A.Ş., 1998, SCADA Sistemleri Su Sistemlerinde Kullanımı ve Sağladığı Faydalar, Ankara.



**EKLER**

**EK 1**

**KONTROL ŞEMALARI İÇİN ÇARPAN KATSAYILARI TABLOSU**

## KONTROL SEMALARI İÇİN ÇARPANI KAATSAYILARI

Öneki Gözlem Sayısı	Ortalama Gransleri				Standart Aynılı Gransleri								Aplikli Gransleri				
	Kontrol Süreleri Çarpımları				Orta Çeşgi Çarpımları				Kontrol Süreleri Çarpımları				Orta Çeşgi Çarpımları				
	A	A1	A2		C1	1C2	B1	B2	B3	B4	d1	1d2	d3	D1	D2	D3	D4
2	2.121	3.760	1.880	0.5642	1.7725	0	1.843	0	3.267	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267	
3	1.732	2.394	1.023	0.7736	1.8200	0	1.838	0	2.658	1.693	0.5907	0.888	0	4.338	0	2.755	
4	1.500	1.880	0.729	0.7979	1.2533	0	1.808	0	2.266	2.059	0.4857	0.888	0	4.698	0	2.282	
5	1.342	1.396	0.577	0.8407	1.1894	0	1.756	0	2.089	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.115	
6	1.225	1.410	0.483	0.8686	1.1512	0.026	1.711	0.030	1.970	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004	
7	1.134	1.277	0.419	0.8882	1.1259	0.105	1.672	0.118	1.882	2.704	0.3698	0.833	0.205	5.203	0.076	2.924	
8	1.061	1.175	0.373	0.9027	1.1078	0.167	1.638	0.185	1.815	2.847	0.3512	0.82	0.387	5.307	0.156	1.864	
9	1.000	1.094	0.337	0.9139	1.0942	0.219	1.609	0.239	1.761	2.970	0.3367	0.808	0.546	5.394	0.184	1.816	
10	0.949	1.028	0.308	0.9227	1.0837	0.262	1.584	0.284	1.716	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777	
11	0.905	0.973	0.285	0.9300	1.0753	0.299	1.561	0.321	1.679	3.173	0.3152	0.787	0.812	5.534	0.256	1.744	
12	0.866	0.925	0.266	0.9359	1.0684	0.331	1.541	0.354	1.646	3.258	0.3060	0.778	0.924	5.594	0.284	1.716	
13	0.832	0.884	0.249	0.9410	1.0627	0.359	1.523	0.382	1.618	3.346	0.2998	0.770	1.026	5.646	0.308	1.692	
14	0.802	0.848	0.235	0.9453	1.0579	0.384	1.507	0.406	1.594	3.407	0.2935	0.762	1.121	5.693	0.329	1.671	
15	0.775	0.816	0.223	0.9490	1.0537	0.406	1.492	0.428	1.572	3.472	0.2880	0.755	1.207	5.737	0.348	1.652	
16	0.750	0.788	0.212	0.9523	1.0501	0.427	1.478	0.448	1.552	3.532	0.2831	0.749	1.285	5.779	0.364	1.636	
17	0.728	0.762	0.203	0.9551	1.0470	0.445	1.465	0.466	1.534	3.588	0.2787	0.743	1.359	5.817	0.779	1.621	
18	0.707	0.738	0.194	0.9576	1.0442	0.461	1.454	0.482	1.518	3.640	0.2747	0.738	1.426	5.854	0.392	1.608	
19	0.671	0.717	0.187	0.9599	1.0418	0.477	1.443	0.497	1.503	3.689	0.2711	0.735	1.490	5.888	0.404	1.596	
20	0.651	0.697	0.180	0.9619	1.0396	0.491	1.433	0.510	1.490	3.735	0.2677	0.729	1.548	5.922	0.414	1.586	
21	0.635	0.679	0.173	0.9638	1.0376	0.504	1.424	0.523	1.477	3.778	0.2647	0.724	1.606	5.950	0.425	1.575	
22	0.640	0.662	0.167	0.9655	1.0358	0.516	1.415	0.534	1.466	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566	
23	0.626	0.647	0.162	0.9670	1.0342	0.527	1.407	0.545	1.455	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557	
24	0.612	0.632	0.157	0.9684	1.0327	0.538	1.399	0.555	1.445	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.452	1.548	
25	0.600	0.619	0.153	0.9696	1.0313	0.548	1.392	0.565	1.435	3.931	0.2544	0.709	1.801	6.058	0.459	1.541	

**EK 2**

**ÇALIŞMADA UYGULAMA OLARAK KULLANILAN 28 ADET  
REGÜLATÖRÜNÜN YERLEŞİM HARİTASI**

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi	06.01.1973	
Doğum yeri	Seydişehir	
Lise	1987-1990	Seydişehir Lisesi
Lisans	1990-1996	İnönü Üniversitesi Mühendislik Fak. Kimya Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1996-2001	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Müh. Anabilim Dalı

**Çalıştığı Kurumlar**

1996-1997	Afşin Tekstil A.Ş.
1998-Devam ediyor	İGDAŞ