

30558

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

Mehmet Selami YILDIZ

PROSES KONTROL METODLARI VE BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

30558

TEZ YÖNETİCİSİ
Doç. Dr. Mahmut KARTAL

ERZURUM - 1994

Y.Ö. YÜKSEKÖĞRETİM ENSTİTÜSÜ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROSES KONTROL METODLARI VE BİR UYGULAMA

Mehmet Selami YILDIZ

Danışman : Doç Dr. Mahmut KARTAL

1994, SAYFA :106

Jüri :
:
:

İşletmelerin başarılı bir üretim faaliyetinde bulunabilmeleri için herşeyden önce tüketicilerin arzu ve isteklerine uygun, kaliteli ve ucuz mal üretmeleri gerekir. Bu şekilde bir üretimin gerçekleştirilebilmesi için de proseste çıkabilecek kalite problemlerinin, üretim tamamlanmadan önce teşhis edilerek, gerekli düzeltici tedbirlerin alınması zorunludur. Bu problemlerin tesbitinde proses kontrol metodları kullanılır.

Bu çalışmada, kalite ve kalite kontrol kavramları çerçevesinde istatistiksel proses kontrol metodları incelenmiştir. Bu metotlardan basit fakat son derece etkili bir problem çözme aracı olan Shewhart Kontrol Grafiği tekniğiyle Erzurum Şeker Fabrikası'nda bir uygulama yapılmıştır. Yapılan uygulama ile söz konusu proseste üretimin arzu edilen bir şekilde işlemediği ve üretim sürecinde verimliliği azaltan problemlerin var olduğu görülmüştür.

ABSTRACT

MASTER

PROCESS CONTROL METHODS AND AN APPLICATION

Mehmet Selami YILDIZ

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Mahmut KARTAL

1994

PAGE : 106

Jüry :
:
:

In order to businesses to be succesful in production they must foremost take into consideration the needs and wants of consumers and that the products be of good quality and competitive price. In order to attain such products, quality and production control must be made throughout the production process. Process control methods are used for such purposes.

In this study statistical process control methods were applied in referance to quality and quality control concepts. The Shewhart control chart was applied as the technique to study at the Erzurum Sugar Factory. This technique although simple but is a very effective problem solver. In the applying the control chart technique. It was found that the Erzurum Sugar Factory's production was not at the expected level and that during the production process . It was found there are factors that reduce productivity.

III

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	I
ABSTRACT	II
İÇİNDEKİLER	III
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
TABLolar DİZİNİ	VII

GİRİŞ	1
-------------	---

BİRİNCİ BÖLÜM : KALİTE ve KALİTE KONTROLUYLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR1-17

1.1. Kalite	3
1.2. Kalite Kontrolü.....	7
1.2.1. Kalite kontrolünün amaçları	11
1.2.2. Kalite kontrolünün faydaları	11
1.3. Kalite Kontrol Sistemi.....	12
1.4. Kalite Kontrolünün Gelişim Süreci.....	14
1.5. Kalite Kontrol Metodları	15

İKİNCİ BÖLÜM : İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROLU ve KULLANILAN TEKNİKLER.....18-52

2.1. İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK).....	18
2.2. İstatistiksel Proses Kontrolünde Kullanılan Teknikler.....	21
2.2.1. Kontrol grafikleri.....	21
2.2.1.1. Shewhart kontrol grafiklerinin genel yapısı.....	23
2.2.1.2. Shewhart kontrol grafiklerinin düzenlenmesi.....	27
2.2.1.3. Shewhart kontrol grafiği türleri.....	32
2.2.1.3.1. Sürekli değişkenler için kullanılan kontrol grafikleri.....	33
2.2.1.3.2. Kesikli değişkenler için kullanılan kontrol grafikleri.....	38
2.2.1.4. Kontrol grafiklerinde tesadüfi olmayan durumların değerlendirilmesi.....	42
2.2.1.5. Kontrol grafiklerinde kontrol dışı olma kriterleri.....	44
2.2.2. İstatistiksel proses kontrolünde kullanılan diğer teknikler.....	45
2.2.2.1. Histogramlar.....	45
2.2.2.2. Kontrol tablosu	46
2.2.2.3. Pareto grafiği	48
2.2.2.4. Sebep-sonuç diyagramı.....	50
2.2.2.5. Dağılım diyagramı	51
2.2.2.6. Kusur konsantrasyon diyagramı.....	52

IV

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM : PROSES KONTROL METOTLARININ SHEWHART KONTROL GRAFIĞİ TEKNİĞİNİN ERZURUM ŞEKER FABRİKASINDA UYGULAMALARI53-99

3.1. Çalışmanın Amacı.....	53
3.2. Şeker Prosesinin Tanıtılması.....	54
3.2.1. Genel bilgi.....	54
3.2.2. Şeker prosesinin safhaları	54
3.2.2.1. Şerbet üretimi.....	55
3.2.2.2. Şerbetin arılaştırılması	56
3.2.2.3. Koyu şerbetin elde edilmesi	56
3.2.2.4. Beyaz şeker ve melasın elde edilmesi	57
3.2.3. Beyaz şekerde kalite tayini	61
3.3. Şeker Prosesinde Shewhart Kontrol Grafiği Uygulamaları	62
3.3.1. Sıkılmış küspede şeker miktarı kontrolü.....	62
3.3.1.1. Standartların belli olmaması durumu	63
3.3.1.2. Standartların belli olması durumu.....	66
3.3.2. Çamurlu atıkta şeker miktarı kontrolü.....	69
3.3.2.1. Standartların belli olmaması durumu	69
3.3.2.2. Standartların belli olması durumu.....	74
3.3.3. Filtre çıkışı koyu şerbette briks kontrolü.....	77
3.3.3.1. Standartların belli olmaması durumu	77
3.3.3.2. Standartların belli olması durumu.....	82
3.3.4. Melasta şeker miktarı kontrolü	85
3.3.4.1. Standartların belli olmaması durumu	85
3.3.4.2. Standartların belli olması durumu.....	89
3.3.5. Beyaz şekerde kalite kontrolü.....	92
3.3.5.1. Kristal şekerde kalite kontrolü.....	92
3.3.5.2. Küp şekerde kalite kontrolü.....	96
SONUÇ	100
YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	103
ÖZGEÇMİŞ.....	107
EK.....	108

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa No.
Şekil	1.1. Kalite kontrol sisteminin genel yapısı	13
Şekil	1.2. Kalite sistemi faaliyetleri	13
Şekil	1.3. Kalite gelişimi aşamaları	15
Şekil	1.4. Üretim sisteminde istatistiksel kalite kontrolü	17
Şekil	2.1. Shewhart kontrol grafiği örneği	24
Şekil	2.2. \bar{X} ve R kontrol grafikleri verikayıt tablosu örneği	31
Şekil	2.3. Proses ortalamasında kayma durumu	42
Şekil	2.4. Proses ortalamasında periyodik değişme durumu	43
Şekil	2.5. Sınırların gereğinden dar hesaplanma durumu	43
Şekil	2.6. Sınırların gereğinden geniş hesaplanma durumu	43
Şekil	2.7. Histogram örneği	46
Şekil	2.8. Kontrol tablosu örneği	48
Şekil	2.9. Pareto grafiği örneği	49
Şekil	2.10. Sebep-sonuç diyagramı örneği	51
Şekil	2.11. Dağılım diyagramı örnekleri	52
Şekil	2.12. Kusur konsantrasyon diyagramı örneği	52
Şekil	3.1 Şeker üretimi akış şeması	59
Şekil	3.1 (Devam) Şeker üretimi akış şeması	60
Şekil	3.2 Standartların belli olmaması durumunda sıkılmış küspede şeker miktarı \bar{X} -Kontrol Grafiği	65
Şekil	3.3 Standartların belli olmaması durumunda sıkılmış küspede şeker miktarı R-Kontrol Grafiği	65
Şekil	3.4 Tahmini standartlarla sıkılmış küspede şeker miktarı \bar{X} -Kontrol Grafiği	68
Şekil	3.5 Tahmini standartlarla sıkılmış küspede şeker miktarı R-Kontrol Grafiği	68
Şekil	3.6 Standartların belli olmaması durumunda çamurlu atıkta şeker miktarı \bar{X} -Kontrol Grafiği	72
Şekil	3.7 Standartların belli olmaması durumunda çamurlu atıkta şeker miktarı R-Kontrol Grafiği	72
Şekil	3.8. Deneme kontrol sınırlarını aşan alt grupların elimine edilmesiyle çamurlu atıkta şeker miktarı \bar{X} - Kontrol Grafiği	73

Şekil	3.9. Deneme kontrol sınırlarını aşan alt grupların elimine edilmesiyle çamurlu atıkta şeker miktarı R- Kontrol Grafiği	74
Şekil	3.10 Tahmini standartlarla çamurlu atıkta şeker miktarı \bar{X} -Kontrol Grafiği	76
Şekil	3.11 Tahmini standartlarla çamurlu atıkta şeker miktarı R-Kontrol Grafiği	76
Şekil	3.12 Standartların belli olmaması durumunda koyu şerbet briksi \bar{X} -Kontrol Grafiği	79
Şekil	3.13 Standartların belli olmaması durumunda koyu şerbet briksi R-Kontrol Grafiği	79
Şekil	3.14. Deneme kontrol sınırlarını aşan alt grupların elimine edilmesiyle koyu şerbet briksi \bar{X} - Kontrol Grafiği	81
Şekil	3.15. Deneme kontrol sınırlarını aşan alt grupların elimine edilmesiyle koyu şerbet briksi R- Kontrol Grafiği	81
Şekil	3.16 Tahmini standartlarla koyu şerbet briksi \bar{X} -Kontrol Grafiği	84
Şekil	3.17 Tahmini standartlarla koyu şerbet briksi R-Kontrol Grafiği	84
Şekil	3.18 Standartların belli olmaması durumunda melas polarizasyonu \bar{X} -Kontrol Grafiği	87
Şekil	3.19 Standartların belli olmaması durumunda melas polarizasyonu R-Kontrol Grafiği	87
Şekil	3.20. Deneme sınırlarını aşan alt grupların elimine edilmesiyle melas polarizasyonu \bar{X} - Kontrol Grafiği	88
Şekil	3.21. Deneme sınırlarını aşan alt grupların elimine edilmesiyle melas polarizasyonu R- Kontrol Grafiği	89
Şekil	3.22 Tahmini standartlarla melas polarizasyonu \bar{X} - Kontrol Grafiği	91
Şekil	3.23 Tahmini standartlarla melas polarizasyonu R- Kontrol Grafiği	91
Şekil	3.24 Kristal şeker toplam puan değerleri \bar{X} - Kontrol Grafiği	94
Şekil	3.25 Kristal şeker toplam puan değerleri R- Kontrol Grafiği	94
Şekil	3.26 Küp şeker toplam puan değerleri \bar{X} - Kontrol Grafiği	98
Şekil	3.27 Küp şeker toplam puan değerleri R- Kontrol Grafiği	98

VII:

TABLolar DİZİNİ

		Sayfa No	
Tablo	3.1	Sıkılmış küspede şeker miktarı \bar{X} ve R - Kontrol Grafiği veri kayıt tablosu (Birinci dönem)	64
Tablo	3.2	Sıkılmış küspede şeker miktarı \bar{X} ve R - Kontrol Grafiği veri kayıt tablosu (İkinci dönem)	67
Tablo	3.3	Çamurlu atıkta şeker miktarı \bar{X} ve R - Kontrol Grafiği veri kayıt tablosu (Birinci dönem)	71
Tablo	3.4	Çamurlu atıkta şeker miktarı \bar{X} ve R - Kontrol Grafiği veri kayıt tablosu (İkinci dönem)	75
Tablo	3.5	Koyu şerbet briksi \bar{X} ve R - Kontrol Grafiği veri kayıt tablosu (Birinci dönem)	78
Tablo	3.6	Koyu şerbet briksi \bar{X} ve R - Kontrol Grafiği veri kayıt tablosu (İkinci dönem)	83
Tablo	3.7	Melas polarizasyonu \bar{X} ve R - Kontrol Grafiği veri kayıt tablosu (Birinci dönem)	86
Tablo	3.8	Melas polarizasyonu \bar{X} ve R - Kontrol Grafiği veri kayıt tablosu (İkinci dönem)	90
Tablo	3.9	Kristal şeker toplam puan değerleri	93
Tablo	3.10	Küp şeker toplam puan değerleri	96

GİRİŞ

Günümüzün teknik ve ekonomik gelişmeleri bütün dünya ülkelerini ekonomik bir savaşın içine atmıştır. Bu savaştan istenilen sonucun elde edilebilmesi için her şeyden önce üretim faaliyetlerinin verimli ve kaliteli bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekir.

Verimlilik kısaca birim girdi başına elde edilen çıktı seviyesi olarak tanımlanmaktadır. Üretim faaliyetinde işgücü, hammadde, makina, teknoloji ve sermaye en önemli girdileri oluştururlar. Buna karşılık üretim sonucunda elde edilen mal ve hizmetler de çıktıları oluştururlar. Kalite ise genel olarak üretilen mal ve hizmetlerde insan ihtiyaçlarını en ekonomik bir şekilde karşılayabilme derecesi olarak tanımlanmaktadır.

Bir ülke sanayinde olduğu gibi sanayii oluşturan firmalar da başarının temel unsuru, verimli ve kaliteli bir üretimin gerçekleştirilmesidir. Özellikle son yıllarda bütün dünyada kaynak israfının önlenmesi, üretilen mal ve hizmetlerin maliyet fiyatlarının düşürülmesi ve kalite seviyelerinin yükseltilmesi için bir çok araştırmalar yapılmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerin en önemli problemlerinin başında dış pazarlarda kendini kabul ettirebilme konusu gelmektedir. Bu problemin çözüme kavuşturulabilmesi de üretimde belirli bir kalitenin sağlanması ve bu kalitenin sürekli olarak geliştirilmesine son derece bağlıdır. Bununla beraber, son yıllarda tüketici arzu ve isteklerinde meydana gelen değişimler, Japon Endüstrisindeki mükemmel gelişmeler, kalite-verimlilik ve karlılık arasındaki sıkı bir ilişkinin ortaya çıkarılması bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de kalite ve kalite kontrolüne gereken önemin verilmesini zorunlu hale getirmiştir.

Bu genel çerçeve içerisinde çalışmanın birinci bölümünde kalite ve kalite kontrol kavramlarına değinilerek, kalite kontrolünün önem ve gerekliliği üzerinde durulmuştur. Ayrıca kalite kontrol sistemi ve gelişim süreci hakkında kısa açıklamalarda bulunularak kalite kontrol metotlarından söz edilmiştir.

İkinci bölümde kalite kontrol metotlarından üretim devam ederken uygulanan istatistiksel proses kontrolüne ait kavram ve terminolojiler ele alınarak proses kontrol ve geliştirme teknikleri incelenmiştir. bu tekniklerin proseslerde meydana gelebilecek kaliteyle ilgili problemlerin çözümlenmesinde nasıl kullanılabilecekleri özetlenmiştir.

Üçüncü bölümde ise birinci ve ikinci bölümlerde verilen bilgiler çerçevesinde, kısaca şeker prosesi tanıtılarak Erzurum Şeker Fabrikasında şeker prosesinin önmlilik arz eden sıkılmış küspede şeker miktarının kontrolü, çamurlu atıkta şeker miktarının kontrolü, koyu şerbette kuru madde oranının kontrolü ve tüketim şekeriyle birlikte elde edilen önemli bir hammadde olan melasda şeker miktarının kontrolü gibi safhalarda Shewhart kontrol grafiği ile proses kontrol uygulaması yapılmıştır. Uygulamada genel olarak ulaşılan sonuçlar değerlendirilmiş ve bir takım tavsiyelerde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. KALİTE ve KALİTE KONTROLUYLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

İşletmelerin faaliyetlerini devam ettirebilmeleri, büyüyüp gelişebilmeleri ve ülke ekonomisine faydalı bir birim olabilmeleri için tüketicilerin arzu ve isteklerine uygun mal ve hizmetleri üretmeleri ve bunun içinde devamlı olarak daha etkin yollar bulup geliştirmeleri gerekmektedir. Aksi takdirde rekabetin yoğun olduğu günümüz şartlarında işletme yaşama şansını yitirecektir. Ancak düşük maliyetle yüksek kaliteli ürünler üretebilen işletmeler, iç ve dış pazarlarda pay sahibi olabilmektedirler. Ülke ekonomisinin ve kalkınmasında temeli düşük maliyetle kaliteli bir üretimdir.

1.1. Kalite

Kalitenin sözlük anlamı bir şeyin iyi ya da kötü olma özelliğidir. Bununla beraber kalite bu kadar dar tarife sığacak bir kavram olmayıp bir çok boyutu olan bir kavramdır.

Kalitenin belli başlı sekiz ana boyutundan söz etmek mümkündür⁽¹⁾ :

(1) David A. Garvin, "What Does Product Quality Really Mean?" Sloan Management Review, 26, No. 1, 1984, s. 25-43.; Üzeyme Doğan, Kalite Yönetimi ve Kontrolü, İstiklal Matbaası, İzmir 1991, s. 3.

- **Performans** : Mamül ya da hizmette bulunması gereken birinci derecede önemlilik arzeden karakteristik. Bu karakteristik her mal ve hizmette farklı özelliğe sahip olup kimilerinde boyut, biçim veya kimyasal bir özellik olabileceği gibi kimilerin de fiziksel veya mekaniksel bir özellik olabilir.

- **Diğer Unsurlar** : Mamül ya da hizmette çekiciliği sağlayan ikinci derecede önemlilik arzeden karakteristikler. Bunlar mal ve hizmetlerde mutlaka bulunması gereken asli unsurlar olmayıp daha etkili sonuçların elde edilmesini sağlayan unsurlardır. Mal ve hizmet çeşidine göre farklılık arzederler.

- **Uygunluk** : Mamül ve hizmetlerde daha önce belirlenmiş standartlara spesifikasyonlara ve şartnamelere uygunluk.

- **Güvenilirlik** : Mamülde kullanım ömrü boyunca görülecek performans sürekliliği.

- **Dayanıklılık** : Mamülde kullanım ömrünün uzunluğu.

- **Hizmet görürlülük** : Problem ve şikayetlerin kolay çözümlenebilirliği.

- **Estetik** : Duyulara seslenebilme özelliği.

- **İtibar** : Mamülün ya da diğer üretim elemanlarının geçmiş performansı.

Kalitenin daha iyi anlaşılması için farklı bir kaç tanımını vermek faydalı olacaktır.

Avrupa Kalite Kontrol Birliği'ne (EOQC) göre "Kalite, bir mal veya hizmetin belli bir ihtiyacı karşılayabilme kapasitesini gösteren karakteristiklerin tümü." olarak tanımlanmıştır⁽²⁾.

Amerikan Kalite Kontrol Derneğine (ASQC) göre "Kalite, bir mal veya hizmetin belirli bir ihtiyacı karşılayabilme kabiliyetlerini ortaya koyan karakteristiklerin tümü" olarak tanımlanmıştır⁽³⁾.

Yukarıdaki tanımlardan anlaşıldığı gibi kalite günlük yaşamda çoğu kez yanlış, eksik veya olması gerekenden daha dar kapsamlı bilinen bir kavram değildir. Bir mamülün kaliteli veya kalitesiz olarak nitelendirilmesi mamülün kullanılacağı amaca göre değişecektir.

Üretilen mamullerde bir takım özelliklerin bulunması gerekir. Bu özellikler mamülün belirli bir görevi yapabilmesi için sahip olması gereken fonksiyonel özellikler ile mamülün bir görevi daha iyi ve daima aynı şekilde yapabilmesi için gereken kalite özelliklerinden oluşur. Bir mamülün kaliteli

⁽²⁾ Fevzi Ercan, Makina Sanayiinde Kalite Kontrolü, Gazi Üniversitesi Basın - Yayın Yüksekokulu Matbaası, Ankara 1987. s.7.

⁽³⁾ Doğan, a.g.e., s.3.

oluşu onun üstün özelliklere sahip olmasından ziyade mamülün kullanacağı yere ve göreceği fonksiyona uygunluğu ile belirlenir. Bununla birlikte sadece istenilen özelliklerin mamülde bulunması da yeterli değildir. Proses tek bir bütün halinde ise bu özelliklerin çeşitli ölçme noktalarında aynı olması, proses bir bütün halinde değilde birimler halinde ise birimler arasında önemli farklılıkların olmaması gerekir⁽⁴⁾.

Kaliteyi kendisini oluşturan performans, uygunluk, güvenilirlik, dayanıklılık ve estetik gibi alt boyutlarında dikkate alınarak "tüketici ihtiyaçlarını mümkün en ekonomik düzeyde karşılamayı amaçlayan mühendislik ve imalat özelliklerinin bileşimi" olarak tanımlamak mümkündür⁽⁵⁾.

İstatistik ve kalite kontrol açısından kaliteli terimi üstün özelliklere sahip anlamından ziyade istenilen özelliklere sahip anlamında kullanılır. İstenilen özelliklerden bahsedebilmek için ise belirli bir takım standartların tesbit edilmiş olması gerekir. Kalitesiz mal bu standartlara uymayan maldır⁽⁶⁾.

Kalite tüketicinin satın alma gücü sınırları içinde en iyi olma anlayışı ile kişiden kişiye değişen duyguya bağlı subjektif bir kavram olduğu gibi deneye dayalı objektif bir kavram olduğunda söyleyebiliriz⁽⁷⁾.

Kalite kavramını incelerken ürün kalitesinin meydana getirildiği üretim öncesi, üretim ve üretim sonrası safhalarını kapsayan kalite kavramlarını incelemek yerinde olacaktır. Bu anlamda üç farklı kalite kavramı vardır⁽⁸⁾.

- **Dizayn Kalitesi** : Üretime başlamadan önce tüketici arzu ve istekleri doğrultusunda ürünü tanımlayan ve belirleyen spesifikasyonların belirlenmesiyle oluşur. Tüketici doyumunun sağlanması amacıyla teknik dökümanlarla kalite karakteristikleri belirlenir. Bu da teknolojik durumun kalitesi ile dizayn, imalat ve kontrol işlemlerine son derece bağlıdır. Dizayn kalitesi belirlenen amaçları sağlamak üzere ürünün ne derece iyi tasarmlandığının bir ölçüsüdür.

- **İmalat Kalitesi** : Teknik dökümanlarda belirlenen özelliklere göre üretimi tamamlanmış olan mamülün gerçek kalite karakteristiklerine olan uygunluğunu gösterir. Mamülün dizaynına uyumundaki hassasiyetini ifade eder.

(4) Güngör Başer, kalite Kontrolü, Çağlayan Kitabevi, İstanbul 1972, s.2.

(5) Bülent Kocu, Endüstriyel Kalite Kontrolü, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 3425, İstanbul 1987, s. 14.

(6) Başer, a.g.e., s. 3.

(7) Nebi Yüksel, Endüstriyel İşletmelerde Toplam Kalite Kontrol (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Kayseri 1990, s. 1.

(8) S. Tan - N. Peşkirioğlu, Kalitesizliğin Maliyeti, MPM Yayınları, No : 316, Ankara 1991, s. 8-9.

- **Kullanım Kalitesi** : Ürün kalitesini etkileyen ambalajlama, taşıma, kurma ve bakım - onarım gibi işlemlerde ürün kalite özelliklerine olan uygunluğunu gösterir. Diğer iki kalite yeterli olsa bile kullanım kalitesinin yetersizliği, düşük kaliteli bir ürünün ortaya çıkmasına yol açar.

Günümüzün ekonomik şartları "en iyi kalite" yerine "hedeflenen kalite" kavramının kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Çünkü kalite seviyesi ile üretim maliyeti arasında doğrudan bir ilişki vardır. Yani kalite seviyesi yükseldikçe üretim maliyetide yükselecektir. Kalite planlamasının temelini oluşturan hedeflenen kalite seviyesinin belirlenmesi ilgili mamülün göreceği fonksiyona ilişkin bir karar olduğu gibi; ekonomik bir karar da olduğunu söyleyebiliriz⁽⁹⁾.

Bir ürünün kalitesi üç farklı safha da oluşturulur⁽¹⁰⁾:

- Tasarım kalitesi
- Tasarıma uygunluk kalitesi
- Kullanışta isteneni verme kalitesi

Tasarım kalitesi denilince üretilen bir malın spesifikasyonlarının belirlenmesinden söz edilir. Belirli bir mamülün belirli bir tüketicinin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olarak, ya da pazardaki farklı tüketici gruplarının özelliklerine göre belirlenir. Buna pazara yönelik kalite de denilmektedir⁽¹¹⁾.

Tasarıma uygunluk kalitesi ise üretilen bir ürünün ya da parçanın, tasarım aşamasında belirlenen spesifikasyonlara ne derece uygun olduğunu gösterir. Uygunluk kalitesi; üretim prosesinin seçilmesi iş gücünün eğitim ve kontrolü, kullanılan kalite güvence sisteminin tipi gibi çok sayıda faktör tarafından etkilenir. Tasarıma uygunluk kalitesinin kontrolü ham ve yardımcı maddelerin tedarik edilmesinden, üretilen ürünün ambalajlanıp depolanmasına kadar geçirdiği tüm safhaları içine alır. İstatistiksel metodların en yoğun biçimde uygulandığı safha tasarıma uygunluk kalitesinin oluşturulduğu safhadır⁽¹²⁾.

Kullanışta bekleneni verme veya güvenilirlik kalitesi ise, bir ürünün tüketici tarafından satın alındığında ne derece iyi çalıştığı, ya da hizmet verdiğinin bir göstergesidir. Bu açıdan kullanışta bekleneni verme kalitesi daha önce söz edilen tasarım kalitesi ile tasarıma uygunluk kalitesinin bir sonucudur denilebilir. Bir ürünün tüketiciye bekleneni verebilmesi için tasarım kalitesinin

⁽⁹⁾ Ömer Yağız, Kalite Planlaması ve Kontrolü (Seminer Notları) SEGEM Yayınları, Ankara 1981, s. 1.

⁽¹⁰⁾ J. M. JURAN, Quality Control Handbook, Mc Graw - Hill Book, New York 1962, s. 2.

⁽¹¹⁾ Kobu, Endüstriyel Kalite Kontrolü, s. 13.

⁽¹²⁾ Yağız, a.g.e., s.2.

iyi olması gerektiği gibi tasarıma uygunluk kalitesinin de gerektiği gibi denetlenmesi gerekir. Aksi takdirde bu durum tüketicinin tatminsizliğine yol açacaktır⁽¹³⁾.

Firmaların ayakta kalabilmelerinin bedeli son yıllarda artma göstermiştir. Bu bedeli ödeyemeyen firmalar pazardan çekilmek zorunda kalacaklardır. Üretim maliyetlerinin azaltılması, sadece işçiye ödenen yüksek ücretin kısılması, organizasyon hacimlerinin daraltılması her türlü masraf kısma programlarının uygulanması ve üretimin daha rasyonel ve optimize hale getirilerek personel istihdamının azaltılmasıyla sağlanamamaktadır. Bütün bunların yanında üzerinde durulması gereken en önemli husus, kalite anlayışında yapılması gereken değişikliktir. Kalite artık üreticinin imkanlarına göre değil müşteri ihtiyaçlarına göre belirlenmelidir. Böylece bütün düşünce ve faaliyetler müşterilerin istek ve ihtiyaçlarına yöneltilmelidir. Günümüz şartlarına göre kaliteyi "müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilme derecesi" veya "belli bir kullanım alanı için uygunluk derecesi" veya "belirlenmiş spesifikasyonları karşılayabilme performansı derecesi" olarak tarif etmek yerinde olacaktır⁽¹⁴⁾.

1.2 Kalite Kontrolü

Kaliteli mal deyince ilk olarak akla o malın sağlamlığı, dayanıklılığı, kendisinden istenen fonksiyonel görevleri yerine getirebilmesi ve ölçülerinin hassasiyeti gibi özellikleri taşıması gelir. Kalitesiz denilince de dayanıksız, çabuk bozulan, ölçüleri standartlara uymayan istenilen özellikleri taşımayan mal gelir.

Bir mal üretilirken o malın tüketici ihtiyaçlarını tatmin edecek özelliklerde ve en ekonomik bir maliyet de olması istenir. Ancak o zaman kaliteli mal üretilmiş denilebilir. Üretilen mal kaliteli olmazsa ne kadar ucuz olursa olsun bir müddet sonra satışları azalacak ve belki de duracaktır. O halde ucuz fakat kaliteli mal üretmeye gayret etmek gerekir. Burada önemli olan optimum noktayı yakalayabilmektir⁽¹⁵⁾.

Kalite seviyesinin tüketici grubunun ihtiyaçlarına ve ödeme imkanlarına göre belirlenmesi gerektiğinden daha önce sözedilmişti. Tüketici gruplarının

(13) Yağız, a.g.e., s. 2

(14) Morc C. Capps (Çeviren: A. İlhan Güçlü): "Üst yönetici - Kalite ilişkisi" Standart Dergisi Temmuz 1987, s. 26-30.

(15) İrfan Saygılı, Üretim Yönetiminin Fonksiyonları, İşletme Fak. Yay. No: 244, İstanbul 1991, s. 181.

farklı gelirlere sahip olması onlara arzedilen mal ve hizmetlerinde farklı kalite seviyelerinde olmalarına yol açar. Örneğin üst gelir grubu için tasarlanan Cadillac marka bir otomobil ile alt gelir grubu için tasarlanan Anadol marka bir otomobil arasında üretime daha başlanmadan önce tasarımdan gelen bir kalite farkı vardır.

Tasarım kalitesi ile üretilen mal ve hizmetin maliyeti arasında doğrudan bir ilişki vardır. Bir ürün için tasarlanan kalite seviyesi bu ürünün her zaman olması gereken kalite seviyesinde üretilmesini garantilememektedir⁽¹⁶⁾.

Bu nedenle, üst yönetim ve ürün mühendisliği tarafından belirlenen ilkelere uygunluğun sağlanması amacıyla hammadde ve malzeme alımında ve üretim sürecinin tüm devrelerinde muayene, gözlem, ölçme, test ve benzeri kontrol işlemlerinin yapılması gerekir. Burada amaç kabul veya red edilecek hammadde, parça veya ürünün belirlenmesi standartlardan sapmaların düzeltilmesi için gerekli tedbirlerin alınması ve gerekiyorsa standartları ve tasarımı değiştirme yoluna gidilmesidir⁽¹⁷⁾.

Kalite kontrol kavramına geçmeden önce kontrol kavramının üzerinde durmamız faydalı olacaktır. Genel anlamda kontrol belli bir hedefe varmak için yapılan faaliyetlerin planlanması ve denetimi işidir⁽¹⁸⁾.

İşletme yönetiminin üretim, pazarlama, satış, dağıtım, tedarik, stok, finans ve maliyet gibi bütün fonksiyonlarında olduğu gibi kalite yönetimi fonksiyonunda da kontrolün çok önemli bir yeri vardır. Günümüzde kontrol genelde iki farklı anlamda kullanılmaktadır. Birincisi denetleme veya muayene anlamında mal ve hizmetlerin değerlendirilmesi, ikincisi ise faaliyetlerin önceden belirlenmiş veya bilinen standartlara uygunluğunun araştırılmasıyla, ihtiyaç varsa düzeltici işlemlerin yapılmasıdır⁽¹⁹⁾.

Kontrolde asıl olan hangi faaliyet olursa olsun önceden belirlenen sınırlar çerçevesinde belirli amaçları gerçekleştirecek biçimde işlemlerin yürütülmesini sağlamaktır⁽²⁰⁾.

İşletme yönetiminin başarılı bir üretim faaliyetinde bulunabilmesi için her fonksiyonunda etkin bir kontrol sistemini kurması gerekir. Bu sistem prosesin özellikleri, tüketici ve kullanıcıların istekleri ve rakip işletmelerin

(16) Nedret Yayla, "Toplam Kalite Kontrol Nedir?" Kalite Sayı: 4 Türkiye Şişe Cam Fabrikası A.Ş., Toros Matbaası, İstanbul Mart/Nisan 1987, s. 3.

(17) İsmet S. Barutçugil, Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa 1988, s. 277.

(18) Faruk Favzi, Kalite Yönetimi, T.S.E. Kalite Seminer Notları, Ankara 1988, s. 1.

(19) D. H. Besterfeld, Quality Control, Prentice - Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A 1979, s. 1.

(20) Kobu, Endüstriyel Kalite Kontrolü, s. 14.

faaliyetleri dikkate alınarak ortaya çıkarılır. Kontrol sistemlerinde genelde test ölçme muayene ve sayma işlemleri yapılır. Gelen hammaddelerin muayenesi üretim süreci sonucu ortaya çıkan ürünün test edilmesi, bileşkelerine ayrılması gibi işlemler gerçekleştirilir. Kontrolün etkin olabilmesi için şartname ve çizimde öngörülen özelliklerin girdi olarak kullanılması gerekir. Kullanılacak malzeme özellikleri, mamülün boyutları, toleranslar hizmet gerekleri ve diğer özelliklerin ne olması istenildiği şartnamelerden öğrenilir. Eldeki ürün ile bu özellikler karşılaştırılarak farklılıklar görülür. Farklılık sebepleri araştırılır. Farklılıkların işçilerin farklı nitelikteki çalışma yeteneklerinden, makine özelliklerinden, malzemelerin yapısından veya bu elemanların değişik bileşiminden ortaya çıkabileceği düşünülerek etkin kontrol sistemlerinde sınır gözetilir⁽²¹⁾.

Kontrol kavramı için yapılan bu genel açıklamalar kalite kontrol kavramına ışık tutacaktır. Bir ürünün kalitesinin oluşturulmasında üretim sürecinin üç safhası etkili olmaktadır. Birinci safha; pazar araştırması, teknik araştırma ve geliştirme, tasarım ve süreç mühendisliği, muayene ve kontroller için hazırlıklar bununla birlikte malzeme ve hammadde alımını kapsayan üretim öncesi safhasıdır. İkinci safha; malların muayenesi, parçaların üretim süreci kontrolü, son muayene ve testler ile dağıtım için paketlenmeyi ve depolamayı kapsayan üretim safhasıdır. Üçüncü safha; dağıtım, yerleştirme çalışması ve hizmet gibi faaliyetleri kapsayan üretim sonrası safhasıdır. Kalite kontrolü her üç safhada yoğun bir şekil de uygulanan bir fonksiyondur.

Endüstride sık sık karşılaşılan iki problem vardır. Bunlardan birincisi verim düşüklüğü ikincisi de alıcının mamülde istediği özellikleri bulamamasıdır. Kalite kontrol bu problemlerin üstesinden gelme de etkin bir araçtır. Üretimde kalite kontrol kavramının yanlış veya eksik anlaşılması sık rastlanılan bir olaydır. Kalite kontrolü gelen malzemeye uygulanan örnekleme, laboratuvar testi, sağlam-arızalı ayıklaması olmadığı gibi sırf bir muayene işlemide değildir. Muayene işlemi kalite kontrolünün sadece bir bölümünü oluşturur⁽²²⁾.

Milletlerarası Standartlar Birliği'ne (İSO) göre kalite kontrolü "kaliteyi oluşturmak, korumak, geliştirmek ve üretimi alıcıyı tatmin edecek en ekonomik seviyede sürdürmek için üretici tarafından uygulanan işlemler dizisidir."⁽²³⁾

(21) Salim Şen, Üretim - Stok Sistemleri Sosyal Yöntemler, Emel Matbaacılık Sanayii, Ankara 1985, s. 47.

(22) Kobu, Endüstriyel Kalite Kontrolü, s. 15.

(23) Ercan, a.g.e., s. 7.

Kalite kontrol "işi en iyi yapmanın yolu daha başlangıçta doğru yapmaktır." düşüncesinden hareketle, iyi planlama için harcanacak az bir sürenin ileride bir çok problemleri ortadan kaldıracığı gerçeğine dayanır⁽²⁴⁾.

Kalite kontrolü işletmenin tüm departmanlarını az çok ilgilendiren bir işletme fonksiyonudur. Genel müdürden tezgah operatörüne kadar tüm personelin derece derece sorumluluk taşıdığı üretimin her safhasında yeralan bir faaliyetler topluluğudur. Dolayısıyla günümüzde kalite kontrolü toplam kalite kontrol kavramıyla bütünleşmiştir. Toplam kalite kontrol kavramını ilk ortaya atan Feigenbaum kavramı; "Tüketici veya kullanıcının isteklerini en ekonomik seviyede karşılamak amacı ile işletme organizasyonundaki çeşitli ünitelerin; kalitenin ortaya çıkarılması, korunması ve geliştirilmesi yolundaki çabalarını birleştirip koordine eden etkili ve dinamik bir sistem" olarak tanımlamaktadır⁽²⁵⁾.

Kalite kontrol faaliyeti en iyi kalite için değil en ekonomik kalite için yapılır. Bir organizasyonda, müşteriye her bakımdan tam olarak tatmin edecek üretimi sağlamak için çeşitli gruplar tarafından kalitenin devamı ve gelişimi konusunda harcanan çabaları koordine eden bir sistem olarak kalite kontrolüne bakılabilir⁽²⁶⁾.

Ülke standartlarını karşılayamayan yani kalite seviyesi uygun olmayan mal ve hizmet üreticileri ürünlerini satamayacak hale gelmişlerdir. Bunun yanında dışarıya mal ve hizmet ihraç edenlerin gelişmiş ülkelerin kalite seviyesi yüksek mallarıyla rekabette zorlanacağı bir gerçektir. Bütün bu gelişmeler kalite ve kalite kontrol kavramlarına gereken ehemmiyetin verilmesi gerekliliğini doğurmuştur. Kalite kontrolü satınalma ve üretim gibi alanlarda kalitenin ve güvenilirliğin sağlanması, sürdürülmesi ve yükseltilmesi için planlama ve geliştirme yoluyla üretimin tüketici açısından en ekonomik seviyede ve en yüksek kalitede olmasını sağlayan bir yönetim sistemidir⁽²⁷⁾.

Görüldüğü gibi kalite kontrol pek çok kişi tarafından yanlış anlaşıldığı ve değerlendirildiği gibi sadece imalatı tamamlanmış ürünün kontrolü olmayıp sırf bir muayene işlemide değildir. Kalite kontrol, tüketici isteklerini sağlayabilmek için bir dizi kontrol serisidir. Program, proje, imalat, ürün, pazarlama, satış ve satış sonrası servis kalitesinin tümünün kontrol altında

(24) MPM. Küçük İşletmelerde Kalite Kontrol yöntemleri, MPM Yay., en - ç.(5) 156, Ankara 1974, s.7

(25) A. V. Feigenbaum, Total Quality Control, Mc Graw-Hill, 1961, sh. 14.

(26) İ. İlhami Karayalçın, Üretim Yönetimi ve Endüstri Mühendisliği El Kitabı 2, Çağlayan Kitabevi, İstanbul 1986, s. 247.

(27) Ömer Tomaç, "Kalite ve Kalite Kontrol", Standart, Ekim 1983, Sayı: 262, s. 3-7.

bulundurularak kaliteli üretim için kalite kontrolünün üretimin bütün safhalarında uygulanması gerekmektedir⁽²⁸⁾.

1.2.1. Kalite kontrolünün amaçları

Kalite kontrolünün ana amacı üretim prosesinin tüketici arzu ve isteklerini en ekonomik bir şekilde karşılayarak yürümesini sağlamaktır⁽²⁹⁾.

İşletmeler tüketicilerin isteyeceği, beğeneceği, kullanırken şikayetçi olmayacakları mal ve hizmetleri üretmelidirler. Tüketici isteklerini tatmin eden yüksek kalite seviyesine en ekonomik şekilde ulaşmak kalite kontrolünden beklenen ikinci ana amaçtır⁽³⁰⁾.

Kalite kontrolünden beklenen bu iki temel amacın yanında bazı alt amaçları da şöyle sıralanabilir.⁽³¹⁾:

- Ham madde, enerji, işgücü gibi girdilerde fire ve kayıpları ortadan kaldırmak veya azaltmak,
 - Mamül kalite düzeyini yükseltmek,
 - Düşük kaliteli, kusurlu, bozuk mal sayısını azaltmak,
 - İşçi - işveren ilişkilerinde olumlu gelişme sağlamak,
 - Rakiplere karşı firma prestijini arttırmak,
 - Müşterilerin satış sonrası iade, bakım, onarım gibi şikayetlerini azaltmak,
 - Üretim hattındaki dar boğazları gidermek,
 - Personel moralini yükseltmek,
- Kalite kontrolünden beklenen bu alt amaçları arttırmak mümkündür.

1.2.2 Kalite kontrolünün faydaları

Bir kalite kontrol sisteminin en önemli faydası kalitesiz üretime mani olmaktır⁽³²⁾.

Endüstride sık sık karşılaşılan problemlerin başında verimin düşük olması ve tüketicilerin satın aldıkları mallarda aradıkları özellikleri yeterince bulamamaları gelmektedir. Verim düşüklüğünün en önemli sebepleride

⁽²⁸⁾ Hüseyin Gümüş, "Kalite Kontrol" Standart Dergisi, Haziran 1987, Sayı: 306, s. 26-30.

⁽²⁹⁾ Kobu, Endüstriyel Kalite Kontrol, s. 24.

⁽³⁰⁾ İbrahim Kavrakoğlu, "Kalite ve Verimlilik", Verimlilik Der., MPM Özel Sayı, Ankara 1990, s. 117.

⁽³¹⁾ Kobu, Endüstriyel Kalite Kontrolü, s. 25.

⁽³²⁾ J. Mc Cullagh, "Fabrika İçi Kalite Kontrol Sistemlerinin Kurulması", Ulusal Kalite Kontrol Semineri, 16-19 Ekim 1978 MPM - UNIDO, ANKARA.

üretimin istenilen seviyede gerçekleşmemesi, hatalı ve kusurlu üretim veya gereksiz işgücü ve malzeme kullanımınıdır. Kalite kontrolü hem tüketici isteklerinin en ekonomik bir şekilde yerine getirilmesini sağlar, hem de verim düşüklüğünü azaltır. Bununla beraber kalite kontrolü hatalı üretimin önüne henüz gerçekleşmeden önce geçme imkanı tanımakta, hurda ve fire oranının azalmasını sağlamaktadır⁽³³⁾.

Kalite kontrol sistemi sayesinde alıcı tarafından istenmeyecek ürünler, üzerlerinde daha fazla işgücü, hammadde, enerji gibi maliyeti artırıcı giderler yapılmadan ayıklanmakta ve daha az ürünün geri dönmesi sağlanmaktadır.

Bu genel faydalarının yanında kalite kontrolünün bir takım alt faydalarını da şu şekilde özetlemek mümkündür⁽³⁴⁾ :

- İşçilerin ve çalışan makinelerin kayıp zamanlarını azaltarak üretimi arttırmak,
- Kalite gelişmesini sağlayarak üretici tüketici ilişkilerinin düzelmesine yardımcı olmak,
- Ürün ölçülerinde kalite standartları dışına çıkma sebepleri belirlenerek, parçalar bozulmadan gerekli önlemlerin alınmasını sağlamak,
- Üretim esnasında oluşacak darboğazları azaltarak üretimin hızını arttırmak.

1.3. Kalite Kontrol Sistemi

Sistem aralarında ilişki veya bağımlılık bulunan elemanlardan oluşan bir yapı veya bir bütün olarak tanımlanır⁽³⁵⁾. Her sistem kendisinden daha büyük bir sistemin alt sistemidir. İşletme bir üretim sistemi olarak kabul edilirse kalite kontrolü bunun bir alt sistemidir.

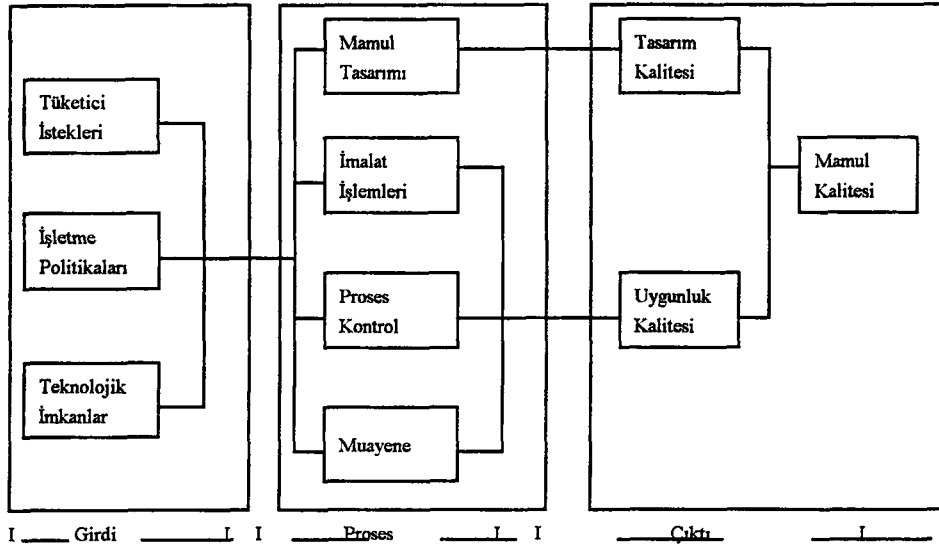
Kalite kontrol sisteminde tüketici istekleri, işletme politikaları ve teknolojik imkanlar girdiyi; mamül tasarımı, imalat işlemleri, proses kontrolü ve muayene dönüşüm sürecini; tasarım ve uygunluk kalitesinin bileşimi olan mamül kalitesinde çıktıyı oluşturur. Şekil 1.1. de kalite kontrol sisteminin genel yapısını görmek mümkündür⁽³⁶⁾.

⁽³³⁾ Kocu, Endüstriyel kalite Kontrolü, s. 25.

⁽³⁴⁾ Ercan, a.g.e., s. 10.

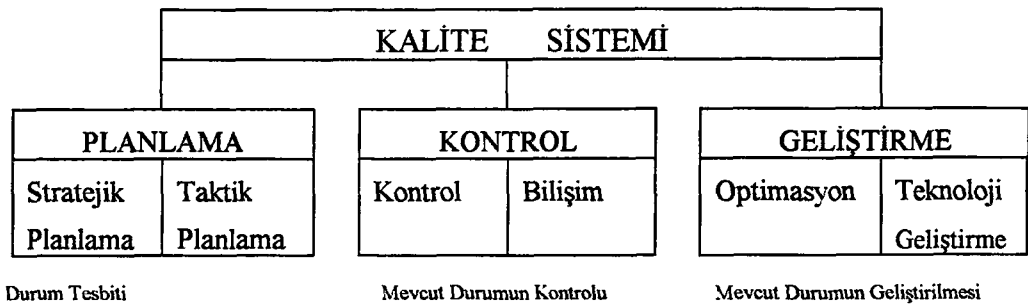
⁽³⁵⁾ Bülent Kocu, Üretim Yönetimi, İşletme Fakültesi yayınları, No: 211, 7. Baskı, İstanbul 1989, s. 683.

⁽³⁶⁾ Kocu, Endüstriyel kalite Kontrolü, s. 29.



Şekil 1.1 Kalite kontrol sisteminin genel yapısı

Toplam kalite kontrol yaklaşımında amaç tüketici veya kullanıcının isteklerini en ekonomik bir biçimde karşılayabilecek bir kaliteye ulaşmak bunu koruyup geliştirmektir. Bu amacın gerçekleşmesi için işletmenin kalite kontrolüne yönelik çalışmaları tüketici veya kullanıcıdan başlayıp araştırma-geliştirme, tasarım, imal, üretim, pazarlama, servis ana faaliyetleri ile yine tüketicide biten bir dizi faaliyet içerisinde gerçekleşir. Kalite sistemi belirli bir mamülün istenilen kalite seviyesine en ekonomik şekilde ulaşması amacına yönelik teknik ve idari faaliyetlerden oluştuğuna göre amaca ulaşmak için kalitenin önce planlaması sonra kontrol altına alınması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Bu safhalar modern kalite sisteminin faaliyetlerini oluştururlar. Bu durumu Şekil 1.2'de görmek mümkündür⁽³⁷⁾.



Şekil 1.2 Kalite sistemi faaliyetleri

(37) Mesut Kumru, "Kalite Sistemi Geliştirme, Uygulama Stratejisi ve Karşılaşılan Güçlükler", Standart, Temmuz 1988, s. 15.

1.4 Kalite Kontrolünün Gelişim Süreci

Kalite ve kalite kontrolünün bugünkü duruma gelişi uzun süren çalışmaların neticesidir. Kalite kontrol ve kalite sağlama sistemi, II. Dünya Savaşından sonra değişmiş ve hızlı bir gelişme göstermiştir.

Ishikawa kalite kontrol çabalarının gelişim sürecini üç bölümde açıklamaktadır⁽³⁸⁾:

- Mamül muayenesine dayanan kalite kontrol
- Modern kalite kontrol
- Fabrika içi yaygın kalite kontrol

Muayeneye dayanan kalite kontrol sistemi günümüzde modası geçmiş, ekonomik olmayan ve bazı kalite özelliklerinin temin edilemediği kalite kontrol sistemidir. Bu sistemde kalite kontrol sadece muayene bölümü tarafından yürütülmektedir.

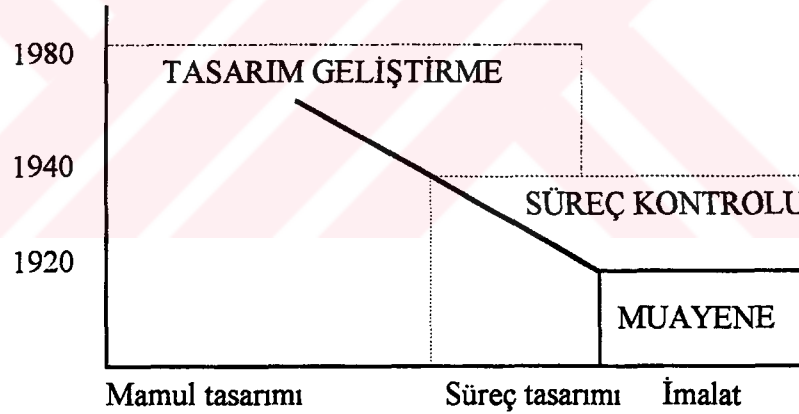
II. Dünya Savaşına kadar muayene ile kalite kontrolü eş anlamda kullanılmıştır. Savaşın başlamasıyla beraber kitle üretiminin ortaya çıkması Dr. W. A. Shewart'ın (A.B.D., 1891 - 1967) geliştirdiği kontrol grafikleri ve istatistiki örnekleme muayene metodları modern kalite kontrol dönemini başlatmıştır. Başlangıçta bu metodların çok faydası görülmelerine rağmen son zamanlarda kalite sağlama seviyesinin arttırılmak istenmesi durumunda özellikle örnekleme metodları kabul edilemez durumda kalmaktadır. Bununla beraber Shewart'ın kontrol grafikleri proses analizi ve kontrolü için hala verimli bir şekilde kullanılmaktadır.

Kalite kontrolünün günümüzde bulunduğu safha fabrika içi yaygın kalite kontrol veya başka bir ifade ile toplam kalite kontrol safhasıdır. Bu sistem yeni ürün geliştirilmesi sırasında fabrikadaki personelin ve bölümlerin tamamının kaliteyi sağlama programına katılması felsefesine dayanır. "Ürünün dizaynında ve imalat prosesinde kaliteyi ve güvenilirliği sağla" ilkesiyle işleyen bu sistem fabrika içinde üst yöneticilerden vasıfsız işçiye kadar bütün elemanların eğitilmesi ve yetiştirilmesi esasına dayanır. Bu anlayışın yaygınlaşması ile bir çok ülkede toplam kalite güvenilirliği, kalite kontrol çemberleri ve sıfır-kusur programları gibi teknikler kullanılmaya başlanmıştır. Bütün bu teknikler ve uygulamalar ürünün "kullanıma uygunluğunu" sağlamaya yöneliktir. Üretimde tam kontrol sağlanırsa ürün tasarımı gibi üretililebilecektir. Mamül ve süreç tasarımı safhalarında uygulanacak bir kalite kontrolü ile ürünün

⁽³⁸⁾ Kaoru Ishikawa (Çeviren: Sema Çancı); "Kalite Sağlama ve Fabrika İçi Yaygın Kalite Kontrolünün Gelişimi", Standart Dergisi, Nisan 1985, s. 15-20.

performansını arttırmak ve kullanım maliyetlerini düşürmek mümkün olabilmektedir. Tasarım aşamasının maliyetleri arttıracığı görüşü Taguchi tarafından yıkılmıştır. Taguchi'ye göre ürünün kalitesi maliyeti ile birlikte tasarım aşamasında kurulmaktadır. Ürüne tasarım döneminde kullanıma uygun nitelik kazandırmak ve bunu da maliyetleri düşürerek yapmak mümkündür⁽³⁹⁾.

Sonuç olarak kalite kontrolünün gelişimini üç döneme ayırabiliriz. Birinci dönem nihai mamül üzerinde muayeneye dayanan kalite kontrolünün uygulandığı dönemdir. İkinci dönem modern kalite kontrol yöntemleriyle üretim sürecini istatistiksel kontrol altında tutmak ve üründeki üretim hatalarının azaltılmasının hedeflendiği dönemdir. Üçüncü dönem ise ürün ve proses tasarımında uygulanan kalite ve maliyet kontrol metodları ile ürünün üretilebilirliği ve kullanım maliyetlerinin azaltılabilirliğinin hedeflendiği dönemdir. Kalite kontrol faaliyetinin gelişim sürecini Şekil 1.3'te görmek mümkündür⁽⁴⁰⁾.



Şekil 1.3. Kalite gelişimi aşamaları

1.5. Kalite Kontrol Metodları

Kalite kontrol sistemi istatistiksel teknik ve yaklaşımların üzerine bina edildiğinden istatistiksel kalite kontrolü olarak ifade edilmektedir.

Seri üretimin yapıldığı günümüz ekonomisinde mamül yapısının farklılığı, üretim yöntemlerinin karmaşıklığı ve üretim miktarlarının büyüklüğü

⁽³⁹⁾ Raghu N. Kachar, "Taguchi's Quality Philosophy: Analysis and Commentary", Quality Progress, December 1986, s. 21.

⁽⁴⁰⁾ Mesut Kumru, "Mamül Tasarımına Taguchi Yaklaşımı ve Uygulanabilirliği", Standart, Mart 1990, s. 11.

başlıca kalite problemlerinin kaynağını oluşturur. Bu problemlerin çözülmesinde istatistikten büyük ölçüde faydalanılmaktadır.

Kalite kontrol metodları üretici firmalar tarafından kontrol grafiği ve varyans analizi gibi tekniklerle yapılan "üretimde kalite kontrolü" ve alıcı firmalar tarafından kabul örnekleme ve plan eğrisi gibi tekniklerle yapılan "kabülde kalite kontrolü" diye ikiye ayrılmaktadır⁽⁴¹⁾.

Üretimde kalite kontrolü denilince, üretici firmanın uyguladığı kontrol teknikleri akla gelir. Uygulamada daha çok kontrol grafikleri kullanıldığından varyans analizi ile üretimde kalite kontrolü çalışmamızın dışında bırakılmıştır. Kontrol grafikleri ile proses kontrolü çalışmamızın ikinci bölümünde geniş bir şekilde incelenecektir.

Kabulde kalite kontrolü, istatistiksel kalite kontrol metodlarının en önemlilerinden birisidir. Çok sayıda mal üretimi söz konusu olduğu, binlerce maddenin üretimi ele alındığı durumlarda uygulanan bir methodur⁽⁴²⁾.

Kabulde kalite kontrolü, etkin bir şekilde uygulanacak proses kontrolüne rağmen yine de bir miktar hatalı üretimin söz konusu olabileceği mantığıyla, üretim sonrasında yapılan işi kontrol etmek ve hatalı ürünün veya parçaların ileri üretim aşamalarına, diğer kuruluşlara veya tüketicilere iletilmesine engel olmak için uygulanan kalite kontrol methodudur⁽⁴³⁾.

Kabulde kalite kontrolde önemle üzerinde durulması gereken nokta methodun kaliteyi kontrol etme fonksiyonu olmayıp kalite güvenliğini sağlama fonksiyonu olduğudur⁽⁴⁴⁾.

İstatistiksel kalite kontrol metodları üretim işleminin önceden belirlenmiş kalite spesifikasyonlarına uygun bir biçimde yapılmasını sağlamak ve standart dışı üretimi büyük ölçüde önleyerek kusurlu üretimi minimize etmek için kullanılır. Bu metodlar işletmede üretim sistemi içinde, girdilerin kontrolünde, üretim sürecinde ve çıktının kontrolünde kullanılabilir. Üretim sisteminde kalite kontrolünün kullanımı Şekil 1.4'de görülmektedir⁽⁴⁵⁾.

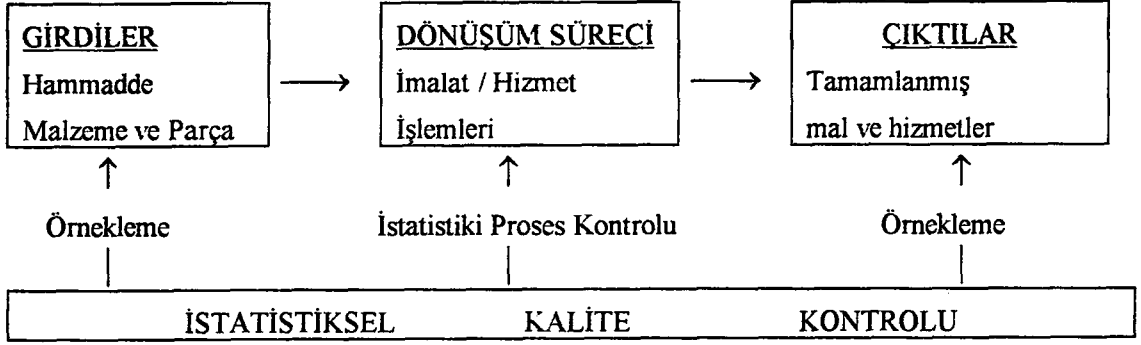
(41) Alaaddin Başar, Uygulamalı İstatistik (Kalite Kontrolü), Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Araştırma Merkezi Ders Notları 119, Erzurum 1985, s. 26.

(42) Deming . E. W, İstatistik Kalite Kontrolünün İlkel Esasları (Çeviren: Necati İşçil), Bakanlıklararası Produktivite Merkezi, Ankara 1962, s. 91.

(43) Yağız, a.g.e., s. 53.

(44) Duncan, A. J. Quality Control and Industrial Statistics, Richard D. Irwin, Inc. Homewood, 1973, s. 143-145.

(45) Doğan, a.g.e., s. 76.



Şekil 1.4. Üretim sisteminde istatistiksel kalite kontrolü

Görüldüğü gibi ilk safhada üretimde kullanılacak hammadde malzeme ve parçaların ürün tasarımı yapılırken belirlenmiş standartlara uygun olup olmadıkları kabul örnekleme metoduyla araştırılır. Eğer hammadde ve malzemeler istenilen özelliklere sahipse üretim sürecine alınır. Şayet istenilen özelliklere sahip değilse reddedilir.

İkinci safha üretim devam ederken uygulanan kalite kontrol safhasıdır. Burada dönüşüm sürecindeki makina veya insan performansında olabilecek problemlerin belirlenmesi amacıyla proses devamlı olarak kontrol edilmekte ve istatistiki proses kontrol metodları kullanılmaktadır.

Son safha ise üretimin sonunda elde edilen ürünün istenilen özellik ve standartlara uygunluğunun kontrolü amacıyla çeşitli örnekleme tekniklerinin kullanıldığı safhadır.

Sonuç olarak kalite kontrolünde istatistiksel tekniklerin kullanıldığı başlıca üç alanın olduğu söylenebilir.⁽⁴⁶⁾ :

- Dışardan satın alınan hammadde ya da yarı mamül maddenin kontrolü (Giriş kontrolü)

- Dış kuruluşlara ya da aynı kuruluşun diğer kısımlarına gönderilen malzeme veya ürünün kontrolü (Çıkış kontrolü)

- Üretim sırasında kontrol (Proses Kontrolü)

Bunlardan ilk ikisinde esas olarak aynı teknikler kullanıldığından bir başlık altında toplanıp kabul örnekleme diye adlandırılır. Üretim sırasında yapılan kalite kontrolüne ise "proses kontrolü" denilmektedir.

Çalışmamızın bundan sonraki bölümünde proses kontrolü ve metoda kullanılan teknikler ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

⁽⁴⁶⁾ Yağız, a.g.e., s. 6.

İKİNCİ BÖLÜM

2. İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROLU ve KULLANILAN TEKNİKLER

Kalitesiz üretimin kaynak israfına yolaçacağı, maliyetleri arttıracığı ve bu durumun devam etmesi halinde işletme faaliyetlerini sona erdireceği bilinmektedir.

Dolayısıyla hatalı, kusurlu ve kalitesiz mamülü çıkış kontrolünde ayırmak yerine imalat tamamlanmadan bunun önüne geçmek bir zorunluluk haline gelmiştir.

İstenilen seviyede bir üretimin gerçekleştirilmesi için üretim sisteminin her safhasında istatistiksel proses kontrol tekniklerinden faydalanılmaktadır. İstatistiksel proses kontrolü ile üretilecek mamülün standartları belirlendikten sonra üretim süreci üzerinde kontrol kurularak mamül standartlarından sapmalar, gerçekleşmeden önce tahmin edilebilmekte ve düzeltici tedbirler alma yoluna gidilebilmektedir.

2.1. İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK)

İstatistiksel proses kontrolü kavramını oluşturan istatistik, proses ve kontrol kelimeleri, bu kavramın ne anlama geldiği hususunda bize ışık tutacaktır.

İstatistik yerine göre değişik anlamlarda kullanılmıştır. Genel bir tanımı: "Sayısal verilerin toplanması, organize edilmesi, özetlenmesi, sunulması, tahlil edilmesi ve bu verilerden bir sonuca varılabilmesi ile ilgili olarak kullanılan ilmi metodlar topluluğu" şeklinde yapılabilir⁽⁴⁷⁾. Proses mal ve hizmet üretiminde bir kısım girdilerin çıktı haline getirilmesinde insan, makina, materyal, metod ve çevre gibi faktörlerin organize edilmesiyle ilgilidir. Kontrol ise, proste belli bir hedefe varmak için yapılan faaliyetlerin planlanması denetlenmesi meydana gelebilecek değişmelerin tesbit edilmesi ve buna göre proses girdilerinde gerekli düzeltmelerin yapılması işidir.

Bu açıklamaların ışığı altında basitçe istatistiksel proses kontrolunun proste var olan değişimi azaltma konusu ile ilgilendiğini söyleyebiliriz.

İstatistiksel proses kontrolunda üretim sürecinin önceden belirlenmiş spesifikasyon ve standartlara uygun bir şekilde cereyan edip etmediği araştırılır. Ancak aynı üretim metodu ve aynı makina kullanıldığı halde üretilen mamüller hiç bir zaman birbirlerinin aynı olmazlar. Hatta üzerinde önemle durulan özelliklerde bile önemli farkların olduğu görülür. Tabiatı tam eşitlik bulunmadığı gibi imalatta da tam eşitlik sağlanamaz. Üretilen her mamülde ya da o mamülü oluşturan parçaların ölçü ile ifade edilebilen kalite karakteristiklerinde her zaman belli bir değişkenliğin gözlenmesi normaldir. Bu değişkenliğin ortadan kaldırılması ya imkansızdır ya da çok yüksek maliyeti gerektirir⁽⁴⁸⁾.

İster büyük ister küçük ister gelişmiş isterse de ilkel olsun bütün üretim sistemlerinde (ne kadar iyi düzenlenmiş ve ne kadar dikkatlice kontrol altına alınmış olsa bile) yine de bir miktar değişkenlik müşahade edilecektir. Bu değişkenliğin iki ana kaynağı vardır⁽⁴⁹⁾ :

- Şans faktörlerinden kaynaklanan değişkenlik,
- Belirlenebilir özel sebeplerden kaynaklanan değişkenlik.

Bütün proseslerde teorik olarak azaltılması veya ortadan kaldırılması mümkün olan ancak uygulamada önüne geçilemeyen tesadüfi sebeplerden kaynaklanan birinci tür değişkenlik genellikle önlenemez ve önüne geçilemez. Ancak bu tür bir değişkenlik genelde küçüktür ve prosesin performansını aşırı derecede etkilemeyeceğinden kabul edilebilir bir niteliktedir. Bu değişkenlik sebepleri zaman içerisinde istikrarlı ve daha önceden kestirilebilecek bir nitelikte olduklarından önemli olan bu tür değişkenlik sebeplerinin prosesin

(47) B. Aloba Köksal, İstatistik Analiz Metodları, Çağlayan Kitabevi, 3. Baskı, İstanbul 1985, s. 2.

(48) Yağız, a.g.e., s. 5.

(49) Douglas C. Montgomery, Introduction to Statistical Quality Control, 2. Ed., Jhon Willey & Sons Inc., New York, 1991, s. 102.

istenilen sınırlar içerisinde kalmasına ne derece etki ettikleridir. Şayet prosesin performansını etkileyecek aşırı bir seyir izlerlerse gerekli tedbir derhal alınmalıdır.

Bütün proseslerde görülebilecek değişkenliğin ikinci türünü belirlenebilir özel sebepler oluştururlar. Bunlar bir makina, operatör, malzeme ve hammadde gibi spesifik sebeplere bağlı olarak oluştuklarından şans faktörlerinden kaynaklanan sebeplere göre daha önemli ve ciddidirler. Bu tür değişkenliğe yol açan sebepler mutlaka bulunup giderilmelidir. Aksi takdirde önemli kalite problemleri başgöstereceği gibi proses zaman içerisinde istikrarını da kaybedecektir.

Proseste değişkenliğe yol açan başlıca belirlenebilir özel sebepleri aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür⁽⁵⁰⁾ :

- İşlem ya da prosesten kaynaklananlar: Kalem, aparat, hidrolik ve elektrik dalgalanmaları, arızalar, bakımsızlık ve kalıp aşınması v.s.
- Malzemeden kaynaklananlar : Sertlik, kalınlık, direnç, geçirgenlik gibi özelliklerde meydana gelen değişiklikler veya hammadde ve malzemelerin homojen olmaması v.s.
- İşçilerden kaynaklananlar : Yöntem, beceri, işçinin fiziksel ve ruhsal davranışlarında olabilecek değişiklikler v.s.
- Diğer faktörlerden kaynaklananlar : Sıcaklık, aydınlatma, gürültü, radyasyon v.s.

Bu tür bir ayırım proseste meydana gelen değişimin sebeplerinin belirlenip düzeltmenin yapılabilmesi için önemlilik arzeder. Düzeltme makinalarda mı, operatörde mi yoksa hammadde özelliklerinin de mi yapılmalıdır sorularına cevap bulunmuş olur.

Genelde prosesin kontrol sınırları dışına çıkmasına şansa bağlı faktörler yolaçar. Yani proses aniden kontrol sınırları dışına çıkmışsa tesadüfi sebepler araştırılmalıdır. Kontrol altındaki proseste birimler arasındaki farklılığa ise belirlenebilen özel etkenler yolaçar. İstatistiksel proses kontrolünün ana hedefi kalitedeki değişimleri ve sebeplerini bulup meydana çıkarmaktır⁽⁵¹⁾.

Proses kontrolü hammadde veya parçaların üretim sistemine girmesinden mal ve hizmet olarak çıkmasına kadar belirli safhalarda uygulanır. Yapılan denetimlerle kalite spesifikasyonları ile muayene sonuçları arasındaki farklar tesbit edilir. Şayet farklar istenilen sınırların dışında ise hiç vakit kaybetmeden sapma nedenlerini düzeltici kararlar alınır. Üretimin ara safhalarında yapılan

⁽⁵⁰⁾ Yağız, a.g.e., s. 6.

⁽⁵¹⁾ Montgomery, a.g.e., s. 103.

proses kontroluyla üretime devam edilip edilmeyeceğine veya hangi noktalarda düzeltme yapılması gerektiğine dair kararlar verilir.

Proses kontrolü, üretim sırasında belirlenebilir özel sebeplerin yolaçtığı kalite problemlerinin gecikilmeden teşhis edilmesini sağlar. Böylece üretimde meydana gelecek fire ve kayıplara önceden mani olunabilmektedir. Fire, kayıp ve kusurların azaltılması beraberinde verim artışını getireceği gibi müşteriye ulaşacak mal ve hizmetlerinde daha kaliteli oluşu, müşteri memnuniyetini artırarak işletme prestijinin yükselmesini sağlayacaktır⁽⁵²⁾.

Çalışmamızın ileriki bölümünde proses kontrolunda kullanılan teknikler incelenecektir.

2.2. İstatistiksel Proses Kontrolunda Kullanılan Teknikler

İstatistiksel proses kontroluyla prosesdeki değişkenliğin tespit edilerek bunun en az seviyeye indirilmeye çalışıldığından daha önce sözetmiştik. İstatistiksel proses kontrolu bir üretimde herhangi bir kalite karakteristiğine tatbik edilebilir. Metotda kontrol grafikleri ağırlıklı olmak üzere yedi temel teknik kullanılmaktadır⁽⁵³⁾ :

- Kontrol grafiği
- Histogram
- Kontrol tablosu
- Pareto analizi
- Sebep ve sonuç diyagramı
- Dağılım diyagramı
- Kusur konsantrasyon diyagramı

Bu bölümde istatistiksel proses kontrolunun teknik safhalarını kapsayan yedi temel aracın izahı yapılacaktır.

2.2.1. Kontrol grafikleri

Kontrol grafikleri proses kontrolunda en çok kullanılan basit fakat son derece güçlü araçlardır. Bu grafikler 1930'lu yıllardan beri imalat sanayiinde kullanılmış halen de kullanılmaktadır.

⁽⁵²⁾ Yağız, a.g.e., s. 20.

⁽⁵³⁾ Montgomery, a.g.e., s. 118.

Kontrol grafiklerinin ilk kurucusu "Bell" telefon laboratuvarında çalışan Dr. Walter A. Shewhart olmuştur. Bu yüzden grafiklere "Shewhart grafikleri" de denilmektedir.

Kontrol grafikleri için bazı tanımlar yapılmıştır. Feigenbaum "Ürünün gerçek kalite karakteristiklerini, geçmiş tecrübelerden yararlanarak grafiklerle saat saat, gün gün veya hafta hafta kronolojik olarak karşılaştırmaya yarayan tablolar." şeklinde tanımlanmıştır⁽⁵⁴⁾. Simmons ise grafikleri "saat saat veya gün gün proses kontrol mühendisine ve işletme de çalışan işçilere kontrol sürecinin grafiksel bir resmini verme" şeklinde tanımlamaktadır⁽⁵⁵⁾.

Üretim tasarımı aşamasında kalite spesifikasyonları için belirli kurallara göre tolerans limitleri belirlenmektedir. Ağırlık, şekil, renk, boyut vb. karakteristiklerin, önceden belirlenen sınırlar arasında değişme göstermesi normaldir. Bu değişmeler belirlenmiş üst ve alt sınırları aşarsa sebepleri araştırılmalı ve üretim sürecinin tekrar kontrol altına alınabilmesi için düzeltici tedbirler alma yoluna gidilmelidir. Bu faaliyetin gerçekleştirilmesinde en güçlü araç kontrol grafikleridir.

Kontrol grafikleri bir proses ya da işlem sırasında meydana gelen değişimin tesadüfi olarak şans faktörlerinden mi, yoksa belirlenebilir bir takım özel faktörlerden mi kaynaklandığını haber verir. Üretim sırasında belirlenmiş sınırların dışına çıkılmasının nedenleri; voltaj düşmesi, toz, ölçme hataları, tezgahdaki titreşim, oda sıcaklığı ve benzeri çevre şartlarındaki tesadüfi faktörler olabileceği gibi işçi, körlenmiş kesme kalemi, hatalı işlem uygulaması, makina ayarının bozulması gibi özel faktörler de olabilir. Kontrol grafikleri, özel faktörlerin üretimi etkilemeye başladığını en kısa zamanda ve en az zararlı bir yanılma ile yöneticiye haber verir. Bununla beraber özel sebeplerin bulunup ortadan kaldırılması üretimi yönetenin görevidir⁽⁵⁶⁾.

Proseste sadece şans faktörlerinden kaynaklanan bir değişkenlik söz konusu ise herhangi bir tedbir almaya gerek yoktur. Fakat değişkenlik yukarıda sözünü ettiğimiz gibi özel bir sebepten kaynaklanıyorsa grafiklerden elde edilen bilgiler sayesinde prosesin nasıl bir durumda olduğu öğrenilir ve doğabilecek bir çok proses problemlerine çözüm getirilebilir. Kontrol grafiği, aksaklığı en kısa zamanda haber veren etkili bir araçtır. Ancak sadece problemin varlığını bildirir, kendisi problemi ortadan kaldıramaz. Problemin

⁽⁵⁴⁾ Feigenbaum, a.g.e., s. 250.

⁽⁵⁵⁾ David Simmons, , A. Practical Quality Control, Addison - Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Massachusetts 1970, s. 131.

⁽⁵⁶⁾ Necati İşçil, İstatistiksel Kalite Kontrolü. Kalite Matbaası, Ankara 1976, s. 69.

(özel sebebin) bulunup ortadan kaldırılması usta, teknisyen, mühendis veya benzeri bir başka yetkilinin görevidir⁽⁵⁷⁾.

Yapılan deneylerden elde edilen bilgiler proste özel faktörlerin etkisi ile oluşacak değişkenliğin kontrol grafikleri yardımı ile izlenebileceğini göstermiştir. Bu tür değişimler düzeltilebilir niteliktedirler. Kontrol grafiğini ilk olarak geliştiren Dr. W. A. Shewhart bu tekniğin aşağıda özetlenen konularda rahatça kullanılabileceğini söylemektedir⁽⁵⁸⁾:

- Yöneticinin elde etmeye çalıştığı faaliyet hedefinin belirtilmesinde
- Bu hedefe ulaşmada bir alet olarak kullanılmasında
- Hedefe ulaşıp ulaşılmadığı hakkında karar verilmesinde

Çalışmanın bundan sonraki kısımlarında kontrol grafikleri Shewhart kontrol grafikleri olarak nitelendirilecektir.

2.2.1.1. Shewhart kontrol grafiklerinin genel yapısı

Shewhart kontrol grafiklerini düzenlemenin asıl gayesi üretim prosesinin zaman içindeki seyrini izleyerek proste herhangi bir değişiklik yapıp yapılmayacağı hakkında bir takım bilgiler elde etmektedir⁽⁵⁹⁾.

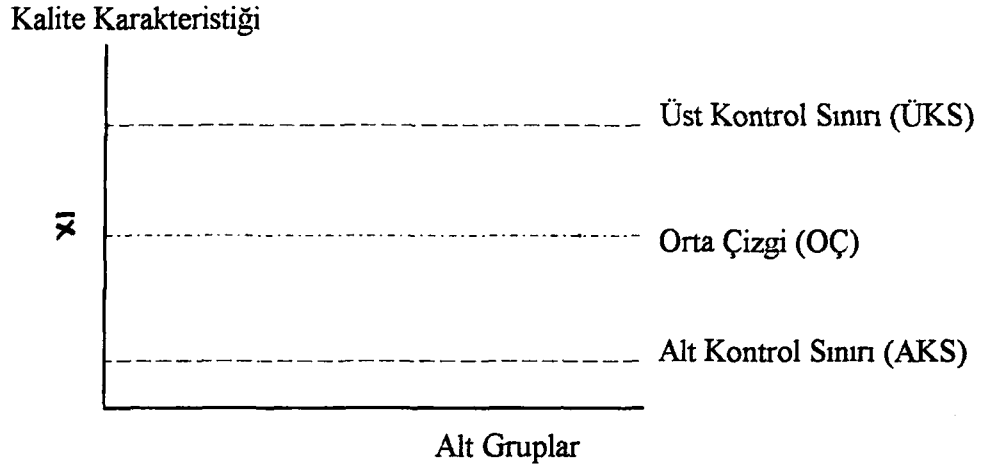
Proste meydana gelecek bir aksaklıktan kaynaklanan değişmeyi mümkün olduğu kadar çabuk bir sürede tespit edip düzeltme girişiminde bulunmak büyük önem arzeder. Eğer kontrol faaliyeti yavaş bir seyir takip ederse bir çok hatalı ve standartlara uymayan mamülün üretimi gerçekleşecek dolayısıyla işletmenin maliyetleri gereksiz yere yükselecektir.

Bu durumun önlenmesi için prosesin performansına etki eden bazı kalite özelliklerinin devamlı olarak müşahade altında tutulması gerekir. Proses çıktıklarının zaman içerisinde örnekleme ile incelenmesi kontrol grafikleri aracılığıyla gerçekleştirilir. Şekil 2.1'de tipik bir Shewhart kontrol grafiği örneği görülmektedir.

⁽⁵⁷⁾ Necati İşçil, İstatistiksel kalite Kontrolü Ders Notları, Sevinç Matbaası, Ankara 1971, s. 54.

⁽⁵⁸⁾ Walter A. Shewhart, Statistical Method from the wiewpoint of Quality Control, Graduate School Department of Agriculture, Washington, 1939, s. 120; Özkan Ünver, İstatistiksel Kalite Kontrolüne Giriş, Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, No: 98, Ankara 1977, s. 100.

⁽⁵⁹⁾ Montgomery, a.g.e., s. 103.



Şekil : 2.1. Shewhart Kontrol Grafiği Örneği

Grafikte proses kontrol altında iken, üzerinde durulan kalite karakteristiği aritmetik ortalamasını gösteren bir "orta çizgi" ile proses kontrol durumunda iken grafikte işaretli bulunan bütün noktaları kaplayabilecek uzaklığa yerleştirilen üst ve alt kontrol sınırları yer alır.

Alt ve üst kontrol sınırları üretim boyunca devam etmesi istenen kalite seviyesinin sınırlarını oluştururlar. Normalde proseste herhangi bir değişiklik meydana gelmedikçe proses çıktısından zaman içerisinde alınacak bütün örnekler bu sınırlar arasına düşecektir. Bu durum, prosese dışardan herhangi bir müdahale yapmanın gerekmediğini gösterir. Fakat proses çıktısından zaman içerisinde alınacak örnekler kontrol sınırlarının dışına taşmışsa bu durum, prosesin kontrolden çıktığını ve buna yolaçan sebeplerin bulunması için bir araştırma yapmak gerektiğini gösterir. Unutulmaması gereken bir nokta; kontrol grafiğindeki alt ve üst kontrol sınırlarının proses kontrolde iken grafikte işaretli noktaların tamamını içine alabilecek bir uzaklığa yerleştirilmesi gerektiğidir. Ancak bundan sonra işaretlenecek noktaların genel durumuna göre prosesin kontrolde olup olmadığı kararı verilmelidir⁽⁶⁰⁾.

Bununla beraber dikkat edilmesi gereken ikinci bir husus vardır: Şayet grafik üzerinde işaretlenen bütün noktalar kontrol sınırlarının içine düşmüş, fakat tesadüfi olmayan sistemli bir dağılım göstermişlerse, örneğin grafiğe işaretlenen 20 noktadan 17'si orta çizgi ile üst kontrol sınırının arasına 3'ü de alt kontrol sınırı ile orta çizgisinin arasına düşmüşse bu durum bir şeylerin yanlış gittiğini ve prosesin aslında kontrol durumunda olmadığını gösterir.

⁽⁶⁰⁾ Ronald E. Walpole, Reymond H. MYERS, Probability and Statistics For Engineers and Scientists, Fort Edition 1989, s. 648.

Dolayısıyla grafik aracılığıyla prosesin durumu izlenirken grafiklerin düzenine, şekline ve sonucuna bakmak yerinde olacaktır⁽⁶¹⁾.

Kontrol grafiğinde işaretli noktaların prosesin kontrol durumunu belirlemede nasıl rol oynadıkları bu çalışmanın ileriki kısmında ayrı bir başlık altında incelenecektir.

Kontrol grafiğinde kontrol sınırları belirlenirken istatistik bilgilerinden yola çıkılır. Buna göre: Tabiatın tümünde olduğu gibi üretim sanayiinde de bir çok konu normal bir frekans dağılımı gösterir. Proses çıktısından oluşan ölçümlerinde normal bir dağılım göstereceğini söylemek mümkündür. Böyle bir dağılımın ortalaması ve standart sapmasının bilinmesi halinde istatistik bilgilerine dayanılarak proses çıktısı ölçümleriyle ilgili çeşitli ihtimaller hesaplanmıştır. Buna göre ölçümlerin

$$\% 68.26'sı \quad \bar{X} \mp \sigma$$

$$\% 95.45'i \quad \bar{X} \mp 2\sigma$$

$$\% 99.73'ü \quad \bar{X} \mp 3\sigma$$

değerleri arasında olacaktır⁽⁶²⁾.

Normal bir dağılımda $\bar{X} \mp 3\sigma$ değerleri bütün mümkün hallerin % 99.73'ünü kapsar. Yani normal bir yığından çekilen örneklerden sadece % 3 (on binde 27'si) 3 - sigmalı kontrol sınırları dışına çıkar. Amerikan askeri standartlarınca 3 - sigmalı kontrol sınırları kabul edilmektedir. Buna karşılık İngilizler % 99.8'lik güven derecesini ifade eden 3.09 - sigmalı kontrol sınırlarını kullanmaktadırlar⁽⁶³⁾.

İleride sözedeceğimiz \bar{X} -Kontrol grafiğinde kontrol sınırları, ana kütle ortalamasında bir değişiklik olmadığı sürece örneklerin % 99.73'ünü kapsayacak şekilde \bar{X} 'dan -3σ uzaklıkta hesaplanır. Ancak bu, kontrol sınırlarının istenilen uzaklıkta belirlenmeyeceği anlamına gelmez. Bilakis, özellikle İngiltere'de yaygın olan bir uygulamaya göre iki tür sınır hesaplanmaktadır. Birinci tür sınır $+3\sigma$ ikincisi ise $+2\sigma$ uzaklıkta olacak şekilde belirlenmekte ve bu ikinci tür sınıra "uyarı sınırları" adı verilmektedir.

⁽⁶¹⁾ Montgomery, a.g.e., s. 104.

⁽⁶²⁾ E. L. Grant, Statistical Quality Control, 5. edition, Mc Graw - Hill Book Company, Inc., New York 1980, s. 54.

⁽⁶³⁾ İşçil, İstatistiksel Kalite Kontrolü, s. 77.

$+2\sigma_{\bar{x}}$ uzaklıkta belirlenen sınırlar alt grup ortalamalarının % 95.45 ihtimalle bu sınırlar içine düşeceğini gösterir⁽⁶⁴⁾.

Shewhart Kontrol grafikleri ile hipotez testleri arasında da yakın bir ilişki vardır. Esasında Shewhart kontrol grafikleri, prosesin istatistiki yönden kontrol altında olup olmadığı hipotezini test eder⁽⁶⁵⁾.

Üretim faaliyetinin nasıl bir değişkenlik altında bulunduğu belirlenmesi çok önemlidir. Bu sayede, yerinde ve zamanında alınacak karar ve uygulanacak tedbirlerle üretim faaliyeti en verimli bir şekilde sürdürülür. Belirlenebilir özel bir sebep araya karışınca onun derhal bulunup ortadan kaldırılması bozuk, kusurlu, ıskarta, standart dışı v.b. mamül üretimi oranının en az seviyeye indirilmesini sağlayacaktır. Ancak, üretim faaliyetine yön vermek amacıyla alınan karar ve uygulanan tedbirlerde çok dikkatli olmak gerekmektedir. Hipotez testlerinde bilinen iki tip hata bu grafikler içinde geçerlidir. Bu hatalar:

- Proses aslında kontrolde olmasına rağmen, özel sebep arayıp proseste düzeltme yapma yoluna gidilmesi (1. tip hata)
- Proses aslında kontrol dışı olmasına rağmen, buna yolaçan özel sebebin aranıp ortadan kaldırılmaması (2. tip hata)

İki hatadan biri tamamen giderilebilirse de ikisini birden ortadan kaldırmak imkansızdır. Bununla birlikte bu iki tür hatanın zararı, kontrol grafiğinden faydalanılarak en aza indirilebilir. Kontrol grafiği ile gereksiz özel sebep peşinde koşulmadığı gibi araya giren sebeplerin belirlenmesinde fazla hataya düşmekten de en ekonomik bir şekilde korunulmuş olur⁽⁶⁶⁾.

Grafiklerin amacı, hataların doğuracağı kayıplarla hataları bulmak için harcanacak çabaların maliyetleri arasında uygun bir denge kurarak üretimin devam etmesini sağlamaktır⁽⁶⁷⁾.

Shewhart kontrol grafiklerinde spesifikasyon sınırları ile kontrol sınırları arasındaki farka değinmek yerinde olacaktır:

Spesifikasyon sınırları, "mamül kalitesinin kabul edilebilir uç değerlerini gösteren sınırlar" olarak tanımlanırken kontrol sınırları, "üretim işleminin kontrol altında yürüyüp yürümediğinin ayırt edilmesi için kullanılan sınırlar" olarak tanımlanmaktadır⁽⁶⁸⁾.

⁽⁶⁴⁾ Yağız, a.g.e., s. 31.

⁽⁶⁵⁾ Montgomery, a.g.e., s. 104.

⁽⁶⁶⁾ İşçil, İstatistiksel Kalite Kontrolü, a.g.e., s. 64.

⁽⁶⁷⁾ Kobu, Endüstriyel kalite Kontrolü, a.g.e., s. 343.

⁽⁶⁸⁾ İşçil, İstatistiksel kalite Kontrolü, s. 65.

Shewhart kontrol grafiklerinde kontrol sınırları ile spesifikasyon sınırları arasında herhangi bir ilişki yoktur. Kontrol sınırları genelde prosesin tabii değişkenliğine göre proses ortalamasından 3 sigma ötede belirlenmesine rağmen spesifikasyon sınırları, prosesin yapısı dikkate alınmadan tüketici eğilimi göz önüne alınarak imalatçı, yönetici veya üretim mühendisi tarafından belirlenir.

Shewhart kontrol grafikleri düzenlenirken uyulması gereken bazı temel kurallara ileriki kısımlarda ayrıca değinilecektir.

2.2.1.2. Shewhart kontrol grafiklerinin düzenlenmesi

Shewhart kontrol grafikleri düzenlenirken yapılan iş sadece verilen bilgilerle grafiğin orta çizgisi ile alt ve üst kontrol sınırlarını belirlemek değildir. Grafiklerden beklenen faydanın elde edilebilmesi için her şeyden önce bir takım ön hazırlıkların yapılması gerekir. Bu hazırlıklar grafiği düzenlemedeki amacımızın açık bir şekilde belirlenmesi, çizime esas olacak bilgilerin nasıl elde edileceğinin tesbiti, basitleştirici varsayımların yapılması, proses performansını etkileyen değişkenlerin seçimi ve ölçme yöntemlerinin belirlenmesi gibi çalışmaları kapsar. Ön hazırlık çalışmaları tamamlandıktan sonra grafiklerin çizimi ve analizleri yapılabilir⁽⁶⁹⁾.

Shewhart kontrol grafikleri düzenlenirken dikkat edilmesi gereken temel hususlar vardır. Bu temel hususlar aşağıdaki gibi sıralayabiliriz⁽⁷⁰⁾.

- Örnek alınma noktasının belirlenmesi

Bu safhada üretim işlemi incelenerek ne gibi özel sebeplerin hangi noktalarda araya girmesi beklenir olduğunun belirtilmesine çalışılır.

Proses düzensizliklerinin nerelerde ve nasıl ortaya çıkacağı belirlenmesinde başarılı olduğu ölçüde Shewhart kontrol grafiğinin başarılı olunur. Örnek alınma noktasının seçiminde düzensizlik faktörleri kadar bunlara ilişkin bilgilerin çabuk elde edilmesi de önemlidir.

- Toplanacak bilgilerin belirlenmesi

İstatistiksel yönden kontrol altında olup olmadığı araştırılacak olan proseste birden fazla özellik vardır. Prosesin performansı açısından ölçülebilir ve ölçülemez birden çok bu özelliklerin aynı önemde olduğu söylenemez.

⁽⁶⁹⁾ Kobu, Endüstriyel kalite Kontrolü, s. 376.

⁽⁷⁰⁾ İşçil, İstatistiksel Kalite Kontrolü, s. 70 - 73.

Dolayısıyla bir ürünün belli bir ihtiyacı karşılayabilme yeterliliğinde en çok etkili olan özellik üzerinde durulması gerekir. Bu özellik belirlendikten sonra sadece bununla ilgili bilgiler toplanır.

Bu arada önemli bir noktayı hatırlatmak gerekir. Shewhart kontrol grafikleri mamülün sadece bir kalite özelliği üzerinde durur. Oysa mamüllerin ölçülebilir ve ölçülemez birden çok kalitelerini etkileyen özellikleri vardır. Shewhart kontrol grafiklerinde bu problemin ortadan kaldırılması için her kalite özelliğinin ayrı bir kontrol grafiği ile izlenmesi düşünülebilir. Ancak böyle bir yolu takip etmenin çeşitli zorlukları vardır. Bu şekilde bir yol izleme özellikler arasında ilişki olmadığı varsayımına dayanır. Oysa özellikler arasında da az ya da çok bir ilişki vardır. Bu sebeple birden çok kalite özelliğini birlikte dikkate alan kalite kontrolüne ihtiyaç vardır. Bu problemin ortadan kaldırılması için mamüllerin birden çok ölçülebilir kalite özelliğini birlikte ve özellikler arasındaki ilişkiyi de dikkate alan çok değişkenli istatistik analiz tekniklerinden "Hatelling T² istatistiği" metodundan yararlanılabilir⁽⁷¹⁾.

- Muayene veya test tipinin belirlenmesi

Kalite karakteristikleri hakkında bilgi toplamak için basit bir muayeneden tahrip edici testlere kadar çok değişik yöntemler kullanılabilir. Kalite karakteristiklerinin özelliklerine göre, amaca en uygun muayene tipi belirlenmelidir.

- Rasyonel alt grupların oluşturulması

Bir üretim sürecinde aynı işi yapan çok sayıda işçi ve üretimde kullanılan çok sayıda üretim aracı bulunur. Üretim işleminin devamı boyunca n birimlik örnekler alınır. Her örnek bir alt gruptur. Ancak bir alt grup değişik yollardan elde edilebilir. Aynı üretim ünitesinde çalışan farklı işçilerden birimler alınarak alt gruplar oluşturulabilir. Üretim değişkenliği bakımından işçiler ve araçlar arasında önemli farklar varsa, her üretim aracı için ayrı bir kontrol grafiği çizilmesi ve bunun için ayrı alt gruplar oluşturulması gerekir. Aksi takdirde bir yandan kontrol hali daha geniş kontrol sınırları ile sağlanır, öte yandan kontrol dışına çıkıldığı zaman özel nedeninin bulunması da daha zor ve zaman alıcı olur. Buna karşı bir kontrol grafiği yerine birden fazla kontrol

⁽⁷¹⁾ Fevzi Kutay, "Çok Değişkenli Kalite Kontrolü", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 1-2 Ocak - Temmuz 1988 Ankara, s. 151 - 160.; Cilt: 4, Sayı: 1-2 Ocak - Temmuz 1989 Ankara, s. 83 - 94.

grafığının kullanılması, hem daha fazla harcamayı hemde bunların bir arada incelenerek yorumlanması daha fazla çabayı gerektirecektir. Bunun için, üretim işlemi değişkenliği bakımından, işçi ve üretim araçları arasındaki farkların önemsiz bir seviyeye indirilmesine çalışılarak, üretim çizgisinin belli bir noktadaki değişkenliğin bir kontrol grafiği ile izlenme imkanının sağlanmasına çalışılmalıdır. Objektif bir şekilde oluşturulacak alt gruplar, kontrol grafiği analizinden faydalı bilgiler elde edilmesini sağlayacaktır⁽⁷²⁾.

- Alt grup büyüklüğünün hesaplanması

Alt grup büyüklüğü, mamülün cinsine ve dikkate alınan kalite karakteristiğine göre belirlenir. Büyük çaplı alt grupların uzun zaman aralıkları ile alınması yerine, küçük çaplı alt grupların daha kısa zaman aralıkları ile alınması tercih edilmelidir. \bar{X} ve R veya \bar{X} , σ kontrol grafikleri hazırlanırken 4 veya 5 birimden oluşan alt grupların en etkili grup sayısı olduğu görülmüştür⁽⁷³⁾.

Bununla beraber, özellikle P ve Pn - grafikleri için çok daha büyük alt grup büyüklüğü kullanmak gerekir.

Grafikler için kontrol sınırları genelde standart hatanın üç katına göre çizildiğini daha önce belirtmiştik standart hata

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{N - n}{N - 1} \frac{\sigma^2}{n}} \quad \text{idi}$$

n/N örnekleme oranı küçüldükçe $(N - n) / (N - 1)$ teriminin değeri 1'e yaklaşacağından standart hata formülü:

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}$$

şekline girer. Bu formül, aynı zamanda birimlerin örneğe tekrar konularak çekilmesi suretiyle yapılan örneklemenin standart hata formülüdür. Proses kontrolünde birimler yerine konmaksızın çekilmekle beraber örnek çapı n yığının birim sayısı N 'ye göre, genellikle çok küçük alındığından birinci

⁽⁷²⁾ Montgomery, a.g.e., s. 114.

⁽⁷³⁾ Amerikan Standart Association, Control Chart Method of Controlling Quality During Production İstihsal Sırasında Kalitenin Kontrolü Hakkında Amerikan Standart Kontrol Grafiği Metodu, Çeviren: Necati İşçil ve Mustafa Fotozoğlu, İş Matbaacılık ve Ticaret, Ankara 1967, s. 17.

formüldeki $(N-n) / (N-1)$ sınırlı çarpanı " σ_x 'nin değerini etkilemez σ_x değeri, varyans sabit olacağından, sadece n 'ye bağlı sayılabilir. n ile σ_x arasındaki bağıntı ters yönlüdür. n büyüdükçe σ_x 'nin değeri küçülür. n küçüldükçe σ_x büyür. Kontrol sınırları arasındaki açıklık ise σ_x ya göre belirlenir. Öte yandan n 'nin büyük tutulması muayene masrafını arttırdığı gibi \bar{X} ve σ_x değerlerinin hesabını daha zaman alıcı bir hale sokar. Bu hususlar gözönünde bulundurularak optimum örnek çapı hesaplanmalıdır⁽⁷⁴⁾.

- Gerekli kayıt formlarının kullanılması

Kontrol grafikleri çiziminde esas olacak muayene verilerinin eksiksiz olarak kaydedilmesi gerekir.

Proseste herhangi bir değişim meydana geldiğinde, bu değişimin hangi üretim kaynağında ve ne zaman meydana geldiği aradan uzun zaman geçmeden tespit edilmesi gerekir. Bu süre ne kadar az olursa işletmenin uğrayacağı kayıpta o kadar az olacaktır⁽⁷⁵⁾.

Şekil: 2.2.'de \bar{X} ve R kontrol grafiği için bir veri kayıt tablosu örneği gösterilmiştir.

⁽⁷⁴⁾ İşçil, a.g.e., s. 73.

⁽⁷⁵⁾ Amerikan Standart Association, a.g.e., s. 17.

\bar{X} VE R KONTROL GRAFİKLERİ VERİ KAYIT TABLOSU													
Üretim			Dep. No:			Sıra No			Maksimum				
Karakteristik:			Belirlenmiş Limitler					Minimum					
Ölçüm Birimi													
Altgrup No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{X}	R	
a											1		
b											2		
c											3		
d											4		
e											5		
Toplam											6		
Ortalama, \bar{X}											7		
Ranj. R											8		
Tarih / Zaman											9		
Altgrup No:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10		
a											11		
b											12		
c											13		
d											14		
e											15		
Toplam											16		
Ortalama, \bar{X}											17		
Ranj. R											18		
Tarih / Zaman											19		
Altgrup No:	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	20		
a											21		
b											22		
c											23		
d											24		
e											25		
Toplam											26		
Ortalama, \bar{X}											27		
Ranj. R											28		
Tarih / Zaman											29		
											30		
Sınırların Hesaplanması													

Şekil 2.2. \bar{X} ve R- Kontrol grafikleri veri kayıt tablosu örneği

- Standart Değerlerin Hesaplanması

Orta çizgi ve kontrol sınırlarının belirlenmesinde gerekli değerler (\bar{X} , $P...$) belirli veya belirsiz olabilir. Belli olan ilgili değerlere genel standartlar denir ve temsil ettikleri harflerin üzerine(°) işareti konarak \bar{X} , P , σ şeklinde gösterilirler. Bu değerler, ya geçen devre verilerinden elde edilir, ya da üretim faaliyetinin hedefi olarak verilen yani erişilmesi istenilen değerlerdir⁽⁷⁶⁾.

Standart değerler belirlenirken çok eski devrelere gidilmemelidir. Bununla beraber, yakın devre verilerine göre belirlenen kontrol grafiği, kontrol durumunu göstermezse kontrol dışına çıkan alt gruplar hariç tutulmak suretiyle standart değerler yeniden hesaplanır. Kontrol grafiği bu standart değerlere göre düzenlenir ve proseten zaman zaman çekilecek alt gruplar grafik üzerinde işaretlenerek kontrolden çıkıp çıkmadığı izlenir.

Standart değerler ister verilmiş olsun ister olmasın, kontrol grafiğinin orta çizgi, alt ve üst kontrol sınırlarının hesabında herhangi bir farklılık olmayacaktır. Sadece sınırların belirlenmesinde kullanılan sabitler değişecektir.

2.2.1.3. Shewhart kontrol grafiği türleri

Günümüzün sanayi işletmelerinde kullanılan proses kontrol grafikleri mamülün kalite özelliklerine göre değişmektedir⁽⁷⁷⁾.

Mamülün kalitesi, mamülün ağırlığına, hacmine, birleşiminde kullanılan maddelere ve bunun gibi özelliklerine göre belirleniyorsa; kalite, sürekli değişkenlik gösteren niteliklere sahip olmaktadır. Şayet hatalı-hatasız, gözenekli-gözeneksiz, çatlak-düzgün şeklinde ifade ediliyorsa; kalite kesikli değişkenlik gösteren niteliklere sahip olmaktadır.

Sürekli değişkenlik gösteren kalite özellikleri; gram, milimetre, ohm, watt, vb. ölçü birimleriyle ifade edilebilen özelliklere sahiptir. Buna karşılık kesikli değişkenlik gösteren kalite özellikleri ölçü birimleriyle ifade edilemeyen özelliklerdir. Kontrol grafikleri hem ölçüyle ifade edilebilen hem de ölçüyle ifade edilemeyen kalite karakteristikleri için kullanılmaktadır⁽⁷⁸⁾.

Bu grafikleri iki alt başlık halinde incelemek mümkündür.

⁽⁷⁶⁾ İşçil, İstatistiksel kalite Kontrolü Ders Notları, s. 60.

⁽⁷⁷⁾ Mahnut Tekin, Üretim Yönetimi, Güney Ofset, Konya, 1993, S. 378

⁽⁷⁸⁾ Yağız, a.g.e., s.20.

2.2.1.3.1. Sürekli değişkenler için kullanılan kontrol grafikleri

Sürekli değişkenlik gösteren kalite özellikleri gram, mm, ohm, ve watt gibi ölçü birimleriyle ifade edilebilen özelliklere sahiptir.

Sürekli değişkenlik gösteren kalite özellikleri için genellikle \bar{X} (ortalama) kontrol grafiği, σ (standart sapma) kontrol grafiği ve R (Ranj) kontrol grafiği kullanılmaktadır. Bu tür grafiklere ayrıca ölçülebilen özellikler için kullanılan kontrol grafikleri de denilmektedir.

Proses ortalamasındaki değişkenlik \bar{X} kontrol grafiği ile ortalama etrafındaki değişkenlik örnek ranjı (R) veya standart sapması (σ) ile kontrol edilir⁽⁷⁹⁾.

Uygulamada daha çok \bar{X} grafiği ve R grafikleri kullanılmaktadır. σ -kontrol grafiği alt grup büyüklüğünün $n > 10$ olması durumunda tavsiye edilir.

Sürekli değişken kontrol grafikleri proses performansını belirlemede kesikli değişken kontrol grafiklerine göre daha fazla bilgi sağlarlar⁽⁸⁰⁾.

Sürekli değişkenler için kullanılan kontrol grafikleri alt başlıklar halinde incelenecektir.

2.2.1.3.1.1. \bar{X} - kontrol grafiği

\bar{X} -grafiği kalitenin sürekli değişkenlik gösteren ölçülebilir niteliklerine göre proses ortalamasındaki değişiklikleri tanımlamak ve üretimin ortalamalar yönüyle kontrol altında olup olmadığını ölçmek amacıyla kullanılmaktadır⁽⁸¹⁾.

Grafik hazırlanırken aşağıdaki metod takip edilir⁽⁸²⁾:

1. Kontrol grafiği uygulaması yapılacak kalite karakteristiğinin seçilmesi: Bu seçim yapılırken kalite açısından en çok problem teşkil eden özellik araştırılır. Uygulama belirlenen karakteristiğin ölçüleri üzerinde yapılır.

2. Alt grupların belirlenmesi: Üretim sırasında kendi içinde en az birbirine göre ise en fazla değişkenlik gösterecek şekilde alt gruplar oluşturulur. Uygulamada 4 veya 5 birimden oluşan ve 20, 25 veya üretim prosesinin özelliğine göre daha fazla tekrarlanan alt gruplarla kontrol grafiği düzenlenir.

⁽⁷⁹⁾ Walpole, M. Yers. a.g.e.. s. 650.

⁽⁸⁰⁾ Montgomery, a.g.e., s. 201.

⁽⁸¹⁾ Tekin, a.g.e., s.384.

⁽⁸²⁾ Yağız, a.g.e., s. 21-22.

3. Verilerin toplanması: Alt grup büyüklüğü (n) ve alt grup sayısı (k) belirlendikten sonra üretimden çıkan birimler ölçülerek hazırlanmış formlara kaydedilir.

4. Kontrol sınırlarının hesaplanması: Kontrol sınırlarının hesaplanabilmesi için iki şeyin bilinmesi gerekir⁽⁸³⁾.

- Proses (Bütün anakütlenin) ortalaması (\bar{X}')

- Prosesin standart sapması (σ')

Uygulamada çoğu kez anakütle ortalaması ve standart sapmasının gerçek değerleri bilinmemektedir. Böyle bir durumda prosesin kontrolde olduğu düşünüldüğü bir zaman aralığında, prostesten örnekleme yoluyla bir dizi örnek alınarak tahimini değerler elde etme yoluna gidilir. Bu tahmin etme işi en azından 20 veya 25 alt grup alınarak yapılmalıdır.

Anakütlenin ortalaması (\bar{X}') ve standart sapması (σ') önceden biliniyorsa orta çizgi ve kontrol sınırları aşağıdaki formülle hesaplanır⁽⁸⁴⁾.

$$\text{Üst kontrol sınırı (ÜKS)} = \bar{X}' + \frac{3 \sigma'}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Orta çizgi (OÇ)} = \bar{X}'$$

$$\text{Alt kontrol sınırı (AKS)} = \bar{X}' - \frac{3 \sigma'}{\sqrt{n}}$$

Bu formülde yer alan $3/\sqrt{n}$ sabiti A olarak kabul edilmektedir. Alt grup büyüklüğüne göre değişen değerleri Ek-1'de verilmiştir. Bu sabitin kullanılmasıyla formül aşağıdaki şekle girer.

$$\text{ÜKS} = \bar{X}' + A \sigma'$$

$$\text{AKS} = \bar{X}' - A \sigma'$$

$$\text{OÇ} = \bar{X}'$$

Eğer proses anakütle ortalaması (\bar{X}') ve standart sapması (σ') bilinmiyorsa (pratikte çoğu kez bu değerler bilinmemektedir.), çizgi değerlerini

⁽⁸³⁾ Grant, a.g.e., s. 129.

⁽⁸⁴⁾ Yağız, a.g.e., s. 23.

belirlemek için \bar{X} ' ve σ ' nin tahmin edilmesi yoluna gidilir. Bu tahmin etme işi şu şekilde yapılır:

n büyüklüğünde k adet alt grup alınır. Her alt grubun ortalaması (\bar{X}) hesaplanır. Hesaplanan alt grup ortalamaları (\bar{X}) kendi aralarında bir normal dağılım gösterirler. İstatistik bilimine göre bu dağılım ortalaması (\bar{X}) bütün kitlenin gerçek ortalamasına (\bar{X} ') çok yakın bir değerde olacaktır. Bu yüzden \bar{X} , \bar{X} - grafiğinde kitle ortalamasının bilinmediği durumda orta çizgi olarak kullanılır.

Kitle standart sapmasının (σ ') tahmin edilme işinde ise iki metod kullanılmaktadır⁽⁸⁵⁾ :

- Ranj metodu
- Standart sapma metodu

Ranj metodu ile kitle standart sapmasının (σ ') tahmini yapılırken istatistikteki $W = R / \sigma$ ilişkisinden yararlanılır. Buna göre:

n büyüklüğünde bir alt grubun bileşenleri X_1, X_2, \dots, X_n şeklindeyse en büyük birim ile en küçük birim arasındaki fark örnek ranj olarak tanımlanır.

$$R = X_{\max} - X_{\min} \text{ dur.}$$

Normal bir dağılım gösteren bir anakütleden alınan bir alt gruba ait ranj ile söz konusu dağılımın standart sapması arasında $W = R / \sigma$ ilişkisi vardır. Bu değişken nisbi ranj olarak tanımlanır. W dağılımının parametreleri alt grup büyüklüğünün bir fonksiyonudur. W'nin ortalaması d_2 olarak adlandırılır ve örnek büyüklüğü (n)'ne göre değerleri Ek-1'de verilmiştir.

Bu yolla kontrol sınırları şöyle hesaplanır⁽⁸⁶⁾

$$\text{ÜKS: } \bar{X} + \frac{3\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$$

$$\text{AKS: } \bar{X} - \frac{3\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$$

Formüldeki $3/d_2\sqrt{n}$ ifadesi A_2 olarak adlandırılmakta ve (n)'e göre hesaplanmış değerleri Ek-1'de sunulmuştur. A_2 sabitinin de kullanılmasıyla formül aşağıdaki şekli alır:

$$\text{ÜKS} = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{AKS} = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

⁽⁸⁵⁾ Walpole, M. Yers, a.g.e., s. 655.

⁽⁸⁶⁾ Yağız, a.g.e., s. 23.

Standart sapma metodu ile kitle standart sapması ($\bar{\sigma}$)'nın tahmini yapılırken şu yol izlenir:

İlk önce alt grupların standart sapmaları bulunur ve bunların ortalaması hesaplanır.

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 \dots \sigma_k}{k}$$

Ortalama standart sapma hesaplandıktan sonra istatistik biliminden

kaynaklanan $\sigma^2 = \frac{\bar{\sigma}}{c_2}$ ilişkisi kurulur. C_2 ortalama standart sapma yoluyla

anakütlenin standart sapmasını tahmin etmede kullanılan bir sabit olup, değerleri örnek büyüklüğüne göre Ek-1'de verilmiştir.

Bu yolla kontrol sınırları aşağıdaki formülle bulunur⁽⁸⁷⁾:

$$\begin{aligned} \text{ÜKS} &= \bar{\bar{X}} + \frac{3 \bar{\sigma}}{c_2 \sqrt{n}} \\ \text{AKS} &= \bar{\bar{X}} - \frac{3 \bar{\sigma}}{c_2 \sqrt{n}} \end{aligned}$$

Formülde $3/c_2 \sqrt{n}$ faktörü A_1 olarak adlandırılmış olup örnek büyüklüğüne göre değişen değerleri Ek-1'de verilmiştir. Bu sabit kullanıldığında formül aşağıdaki hali alır.

$$\text{ÜKS} = \bar{\bar{X}} + A_1 \bar{\sigma}$$

$$\text{AKS} = \bar{\bar{X}} - A_1 \bar{\sigma}$$

Alt grup büyüklüğünün nispeten küçük olduğu durumlarda ranj metodu ile yapılan tahmin standart sapma metoduyla yapılan tahmin kadar tatminkar bir sonuç verir. Alt grup büyüklüğünün 10'dan büyük olduğu hallerde ranj metodu etkisini kaybeder. Bununla beraber ölçülebilen özellik kontrol grafiklerinde çoğunlukla kullanılan $n=4, 5, 6$ gibi alt grup büyüklüklerinde rahatça kullanılabilir⁽⁸⁸⁾.

(87) Yağız, a.g.e., s. 24.

(88) Walpole, M. Yers, a.g.e., s. 654.

2.2.1.3.1.2. σ - kontrol grafiği

σ -kontrol grafiği \bar{X} -kontrol grafiği ile birlikte proses değişikliğini ölçmek amacıyla kullanılır.

σ -kontrol grafiğinde kontrol sınırları anakütle ortalamasının (\bar{X} ') ve standart sapmasının (σ ') bilinip bilinmemesine göre farklı şekillerde hesaplanır⁽⁸⁹⁾ :

- Standartların bilinmesi halinde kontrol sınırları

$$\text{Orta çizgi} = \bar{X}$$

$$\text{Üst kontrol sınırı} = \bar{X} + B_2 \sigma$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = \bar{X} - B_1 \sigma$$

- Standartların bilinmemesi halinde kontrol sınırları

$$\text{OÇ} = \bar{X}$$

$$\text{ÜKS} = \bar{X} + B_4 \sigma$$

$$\text{AKS} = \bar{X} - B_3 \sigma$$

Kontrol sınırlarının hesaplanmasında kullanılan B_1 , B_2 , B_3 ve B_4 sabitleri alt grup büyüklüğüne göre hesaplanmış sabitler olup Ek- 1'de değerleri verilmiştir.

2.2.1.3.1.3. R - kontrol grafiği

R-Kontrol grafiği \bar{X} -kontrol grafiği ile birlikte σ -grafiğinin bir alternatifi olarak kullanılmaktadır. Anakütle yayılımında zaman içerisinde bir değişkenlik olup olmadığını gösterir.

Uygulamada R-grafiğinde kullanılacak ranj değerleri σ -grafiğinde kullanılan standart sapma değerlerine göre daha kolay hesaplandığından R-kontrol grafiği σ -kontrol grafiğine tercih edilmektedir. Fakat örnek hacminin büyümesiyle birlikte, standart sapmanın tahmininde ranj metodu etkisini süratle kaybedeceğinden R-grafiğinin yerine σ -grafiğinin kullanılması daha uygun olacaktır.

⁽⁸⁹⁾ Başar, a.g.e., s. 30.

R-grafiğinde de kontrol sınırları standartların bilinip bilinmemesine göre aşağıda verildiği gibi farklı şekillerde hesaplanmaktadır⁽⁹⁰⁾ :

- Standartların bilinmesi halinde kontrol sınırları

$$\text{Orta çizgi} = \bar{R} = d_2 \sigma'$$

$$\text{Üst kontrol sınırı} = D_2 \sigma'$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = D_1 \sigma'$$

- Standartların bilinmemesi halinde kontrol sınırları

$$\text{OÇ} = \bar{R}$$

$$\text{ÜKS} = D_4 \cdot \bar{R}$$

$$\text{AKS} = D_3 \cdot \bar{R}$$

Formüllerde yeralan σ' sembolü anakütlenin standart sapmasını \bar{R} sembolü ranjların ortalamalarını gösterir. D_1 , D_2 , D_3 ve D_4 sembolleri alt grup hacmine göre belirlenmiş sabitler olup değerleri Ek - 1'de verilmiştir.

Alt grup hacminin 5'e kadar olduğu durumlarda D_3 sabitinin değeri sıfır olduğundan R grafiğinin alt kontrol sınırı daima sıfır çıkar.

2.2.1.3.2. Kesikli değişkenler için kullanılan kontrol grafikleri

Daha önce hatalı-hatasız, çatlak-düzgün şeklinde ifade edilen mamül kalitelerinin ölçülemiyen özellik taşıdıklarını belirtmiştik.

Renk, çatlak, çizik gibi ölçüme uygun olmayan sadece gözle veya başka araçlarla muayene edilebilen kalite özellikleri, bununla beraber ölçülmesi mümkün olan fakat zaman ve maliyetten tasarruf etmek amacıyla ölçülmeyen kalite özelliklerinde kesikli değişkenler için düzenlenen kontrol grafikleri kullanılır⁽⁹¹⁾.

Kesikli değişkenler için kullanılan kontrol grafikleri alt başlıklar halinde verilecektir.

⁽⁹⁰⁾ Başar, a.g.e., s. 30.

⁽⁹¹⁾ Yağız, a.g.e., s. 37.

2.2.1.3.2.1. P - kontrol grafiği

Uygulamada mamüllerin belli özelliklerinin standartlara uygunluğu yerine bu mamüllerin kusur oranları hesaplanarak üretim işleminin kalite kontrol sınırları içerisinde olup olmadığı araştırılır.

P-kontrol grafiği kalitenin sürekli değişkenlik göstermediği, mamülün kalite özelliklerinin kusurlu olarak ifade edildiği durumlarda kullanılmaktadır (92).

\bar{X} -kontrol grafiği için bir çok hallerde 4 - 10 birimlik bir alt grup yeterli olduğu halde P-kontrol grafiği için daha büyük hacimli alt gruplara ihtiyaç vardır. Kusurlu oranı (P) küçüldükçe alt grup hacminin daha büyük tutulması gerekir. Standart bir alt grup hacmi belirlenmemiş olmasına rağmen bunun $np < 1$ olmayacak şekilde kararlaştırılması uygun görülmektedir⁽⁹³⁾.

P grafiğinin çizimi için P' değeri gereklidir. Bu değer belli değilse, o zaman üretim işleminde 20 - 25 alt grup alınarak elde edilen P değerine göre bir deneysel kontrol grafiği çizilir. Bütün noktalar kontrol sınırları arasında kalırsa $P = P'$ olarak kabul edilir. Şayet bazı noktalar kontrol sınırları dışında kalmışsa ya buna yolaçan özel sebepler bulunup ortadan kaldırılır veya kontrol dışı noktalar hariç tutularak P oranı hesaplanır. Hesaplanan bu değer P' olarak kabul edilir.

P oranı için 3 - sigmalık kontrol sınırlarının değeri aşığıdaki formüllerle hesaplanır⁽⁹⁴⁾ :

- Prosesin gerçek ortalama hatalı oranı (P') önceden biliniyorsa,

$$OÇ_p = p'$$

$$ÜKS_p = p' + 3 \sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}}$$

$$AKS_p = p' - 3 \sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}}$$

- Prosesin gerçek ortalama hatalı oranı (P') önceden bilinmiyorsa,

$$OÇ = \bar{P}$$

$$ÜKS_p = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

$$AKS_p = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

(92) Tekin, a.g.e., s. 378.

(93) İşçil, a.g.e., s. 83.

(94) Yağız, a.g.e., s. 38.

2.2.1.3.2.2. Pn - kontrol grafiği

Pn grafiği \bar{P} grafiği ile aynı amaç için kullanılır. Ancak, alt gruptaki kusurlu sayısı belirlendikten sonra ayrıca kusurlu oranının (p) hesabına ihtiyaç olmadığından Pn grafiği \bar{P} grafiğinden daha çok pratiktir.

Hatalı sayısı (Pn) kontrol grafiğinde alt grup büyüklüğünün sabit tutulması grafiğin kullanımını pratikleştirir. Bu grafik personel için daha kolay anlaşılabilir bir grafik olup, aynı zamanda kontrol sınırları belirlendikten sonra başka bir işlem yapmadan her parti muayenesinde görülen hatalı parça sayısı grafiğe doğrudan işlenebilir.

P : Hatalı oranı

Pn : Hatalı sayısı

n : Alt grup büyüklüğü

olmak üzere Pn grafiğine kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır⁽⁹⁵⁾.

- Standartların belli olması halinde,

$$OÇ = P'n$$

$$ÜKS = P'n + 3\sqrt{P'n(1-P')}$$

$$AKS = P'n - 3\sqrt{P'n(1-P')}$$

- Standartların belli olmaması halinde,

$$OÇ = \bar{P}n$$

$$ÜKS = \bar{P}n + 3\sqrt{\bar{P}n(1-\bar{P})}$$

$$AKS = \bar{P}n - 3\sqrt{\bar{P}n(1-\bar{P})}$$

2.2.1.3.2.3. C - kontrol grafiği

C - kontrol grafiğinin kullanım alanı P kontrol grafiği ve Pn - kontrol grafiğine göre oldukça dar olmakla beraber, uçak kanadında bulunan perçin hataları, bakır bir telin izolasyonunda görülen zayıf noktalar, bir şişede görülen hava kabarcıkları, belli bir uzunluk ve ende bir kumaş parçasında delikler veya hatalar gibi kalite problemlerini önlemede ve çözümede yararlı olmaktadır.

⁽⁹⁵⁾ Yağız, a.g.e., s. 42-43.

C - kontrol grafiğinde kusur oranı yerine kusur sayısı üzerinde durulur. Her ürün tek tek incelenerek hata sayısı araştırılır.

C - grafiği için izlenecek yol P ve Pn grafiklerindeki benzer.

C = birim başına düşen hata sayısı

n = alt grup büyüklüğü

C' = Gerçek ortalama hata sayısı

\bar{C} = Ortalama hata sayısı olmak üzere grafiğin çizgi değerleri aşağıdaki formüllerle bulunur⁽⁹⁶⁾ :

- Standartların bilinmesi halinde, • Standartların bilinmemesi halinde

Orta çizgi = C'

Üst kontrol sınırı = C' + 3√C'

Alt kontrol sınırı = C' - 3√C'

Orta çizgi = \bar{C}

Üst kontrol sınırı = \bar{C} + 3√ \bar{C}

Alt kontrol sınırı = \bar{C} - 3√ \bar{C}

2.2.1.3.2.4. U - kontrol grafiği

Bazı durumlarda üretilen birimlerin hatalı olup olmadıkları yerine, bir tek birimde tesbit edilen hata sayısı ile ilgilenilir. C - kontrol grafiğinde her alt grubun tek birimden oluşması ile ilgilenilir. Bazı durumlarda alt gruplar birden fazla ve farklı sayılarda birimlerden oluşabileceği için bu gibi durumlarda C - kontrol grafiği yerine U - kontrol grafiği kullanılır⁽⁹⁷⁾.

Üretici firmaların hedefi kusursuz mal üretmek olduğundan her birimde çıkacak hata sayısı için önceden bir standart belirlenemez. Dolayısıyla U - kontrol grafiğinde sadece, standartların belli olmaması hali söz konusudur. U - kontrol grafiği için gerekli kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır⁽⁹⁸⁾.

$$\text{Orta çizgi} = \bar{U} = \frac{\sum C}{\sum n}$$

$$\text{Üst kontrol sınırı} = \bar{U} + 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n}}$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = \bar{U} - 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n}}$$

⁽⁹⁶⁾ Yağız, a.g.e., s. 46.

⁽⁹⁷⁾ Yağız, a.g.e., s. 49.

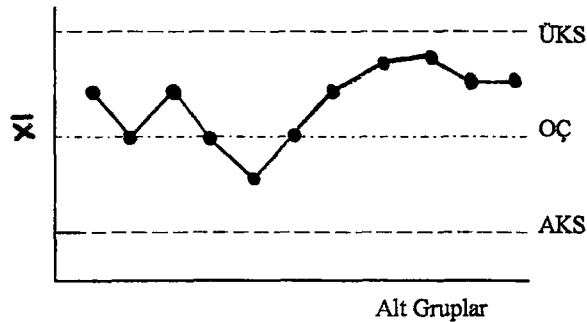
⁽⁹⁸⁾ Başar, a.g.e., s. 42.

2.2.1.4. Kontrol grafiklerinde tesadüfi olmayan durumların değerlendirilmesi

Kurallarına uygun bir şekilde düzenlenecek kontrol grafiği ile prosesin durumu hakkında yorum yapmak mümkündür. Genel olarak, işaretlenen noktalar kontrol sınırları arasında kaldığı sürece, prosesin şans faktörlerinin etkisi altında olduğu ve kontrol dışına çıkmadığı söylenir. Bununla beraber işaretlenen noktaların bir veya birkaçı kontrol sınırlarının dışına çıkmışsa, prosesin özel bir faktörün etkisi altında olduğu ve kontrol dışına çıktığı söylenir.

Ancak kontrol grafiğinde işaretlenen bütün noktaların kontrol sınırlarının arasında bulunması, prosesin mutlaka kontrol altında olduğu manasına gelmez. Veyahut bunun aksi durumda, yani noktaların sık sık sınırlar dışına taşmasında, prosesin kontrol dışında olduğu manasını çıkarmak yanlış olacaktır⁽⁹⁹⁾.

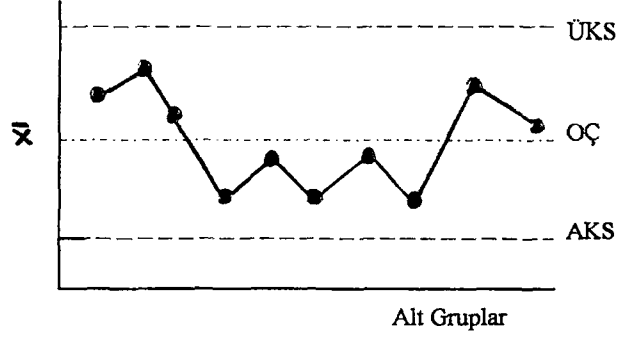
Şekil 2.3.'de görüldüğü gibi bazen proses ortalamasında bir kayma durumu oluşabilir. Bu tür kaymalar; yeni işçilerin, metodların hammaddelerin veya makinaların işe adaptasyon safhasında görülebileceği gibi, işçilerin tecrübe, dikkat ve motivasyonlarındaki farklılıktan da kaynaklanabilir. Bunların sebepleri araştırılarak ya düzeltme yapılmalı veya proses ortalamasına uygun yeni sınırlar belirlenmelidir.



Şekil 2. 3. Proses ortalamasında kayma durumu

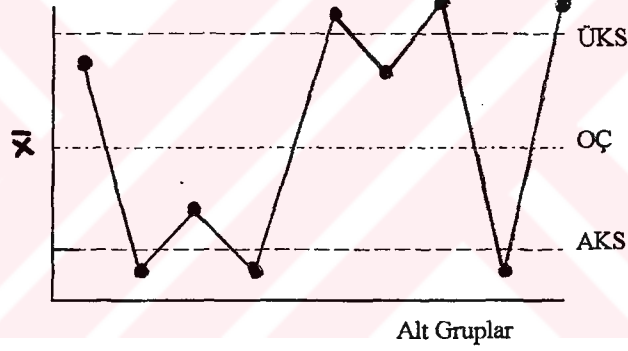
Şekil 2.4. de ise proses ortalamasının periyodik olarak değiştiği durum görülmektedir. Operatör makina veya hammadde farklılıklarından kaynaklanan bu değişimde her periyod için ayrı kontrol sınırları belirlenmelidir.

⁽⁹⁹⁾ Kobu, Endüstriyel Kalite Kontrolü, s. 345.



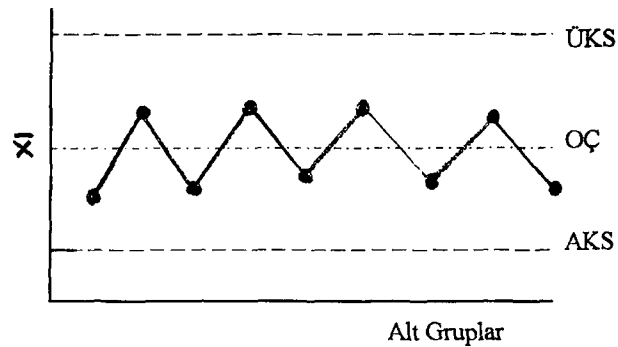
Şekil 2. 4. Proses ortalamasında periyodik değişme durumu

Şekil 2.5. te grafik üzerine işaretlenen noktaların sık sık kontrol sınırları dışına taşıdığı görülmektedir. Bu durumda proses ortalamasında değişime sebep olan özel faktör aramak yerine kontrol sınırlarının yanlış hesaplama sonucu dar tespit edilme ihtimali üzerinde durulmalıdır.



Şekil 2.5 Sınırların gereğinden dar hesaplanma durumu

Şekil 2 - 6'daki durumda, proses görünüşte tam anlamı ile kontrol altında olmasına rağmen, bütün noktaların orta çizgi etrafında yoğunlaşmaları şüphe uyandırıcıdır. Sahte uyumun olduğu bu durumlarda grafik üzerindeki kontrol sınırlarının yanlış hesaplanma ihtimali üzerinde durulmalıdır.



Şekil 2.6. Sınırların gereğinden geniş hesaplanma durumu

Yukarıdaki örneklerde açıkça görüldüğü gibi Shewhart kontrol grafiklerinde noktaların seyri, proses hakkında yapılacak yorumlara ışık tutacaktır. Grafikleri kullanacak kişilerin sadece istatistiki teknikleri bilmesi yeterli olmayıp bunun yanında üretim faaliyeti hakkında iyi bir bilgiye ve tecrübeye sahip olmaları da gerekmektedir⁽¹⁰⁰⁾.

2.2.1.5 Kontrol grafiklerinde kontrol dışı olma kriterleri

Uygulamada, prosesin kontrol altında olup olmadığını tespit etmek için birçok kriter aynı kontrol grafiği üzerinde uygulanabilir. Asıl kriter bir veya daha fazla noktanın kontrol sınırlarının ötesine düşmesidir. Bunun dışındaki kriterler proses ortalamasındaki küçük değişmelere karşı kontrol grafiğinin hassasiyetini arttırmak için konulmuştur. Pratikte en çok kullanılan kontrol dışı olma kriterleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır⁽¹⁰¹⁾.

- Bir veya daha fazla noktanın kontrol sınırları dışında olması
- Orta çizginin altında veya üstünde ardı ardına en az 7 veya 8 noktanın bulunması
- Kontrol sınırlarının içinde olmasına rağmen ardışık 2 veya 3 noktanın 2 - sigma uyarı sınırının dışına düşmesi
- Birbirini takip eden 4 veya 5 noktanın 1 - sigma sınırlarının dışında olması

Bazen tüm noktalar kontrol sınırlarının arasına düşmesine rağmen yine de prosesin kontrol altında olduğu söylenemez. Proses sisteminde yapılan bazı değişiklikler değişken değerlerde devamlı olarak düşme veya yükselmelere yolaçabilir. Proses ortalamasındaki yükselme veya düşmelere proses sistemindeki değişikliğin yolaçıp açmadığını, çabuk ve kolay bir şekilde tespit etmeyi sağlayacak iki ilave kriter geliştirilmiştir. Bu kriterler⁽¹⁰²⁾ :

- Orta çizginin altında veya üstünde bir biri ardı sıra 8 noktanın bulunması,
- Artarak veya azalarak birbirini takip eden 8 ardışık noktanın bulunması,

Kontrol grafiklerinde kontrol dışı olma kriterlerinden bir kaçının beraber kullanılması daha hassas sonuçların elde edilmesini sağlar. Kontrol grafiğinde noktalardan birinin kontrol sınırlarının dışına düşmesi durumunda, buna yolaçan sebep araştırılmaya başlanır. Ancak birbirini takip eden üç noktadan

⁽¹⁰⁰⁾ Montgomery, a.g.e., s. 115.

⁽¹⁰¹⁾ Duncan, a.g.e., s. 347, Montgomery, a.g.e., s. 117, Yağız, a.g.e., s. 28.

⁽¹⁰²⁾ Mark L. Berenson, David M. Levine, Business Statistics Concepts and Applications Basic 1992, s. 824.

ikisinin 2-sigma sınırlarını taşması durumunda proses hakkında daha doğru bilgi edinmek için örnekleme sıklığının artırılması gerekmektedir. Bu ikinci durum birinci kadar acil bir araştırma yapmayı gerektirmediği halde proses hakkında daha çabuk bilgi vermesi açısından önemlidir⁽¹⁰³⁾.

2.2.2. İstatistiksel proses kontrolunda kullanılan diğer teknikler

İstatistiksel proses kontrolunda kullanılan Shewhart kontrol grafikleri kuvvetli bir problem çözme araçları olmakla beraber, proses kontrol ve proses geliştirme programlarında tek başlarına kullanılmaları etkili bir sonuç için yeterli değildir.

Bir proses kontrol programında, kontrol grafikleriyle birlikte diğer tekniklerinde kullanılması, hedeflenen amaca daha kolay ulaşılmasını sağlayacaktır.

Bu teknikler ve proses kontrolundaki rolleri aşağıda alt başlıklarla tanıtılacaktır.

2.2.2.1. Histogramlar

Histogramlar, belli bir zaman aralığında toplanan verilerin oluşturduğu frekans dağılımının, değerlendirilip yorumlanabilir hale getirilmesini sağlayan aralarında boşluk bırakılmadan çizilen dikey sütun grafikleridir.

Bu grafikler, bir dizi sütunun yan yana çizilmesiyle normal bir dağılım eğrisi şeklini almakta ve her sütunun yüksekliği, bu eğrideki bir noktanın ordinatını temsil etmektedir. Böylece verilerin merkezi bir eğilim gösterip göstermedikleri müşahade edilebilmektedir⁽¹⁰⁴⁾.

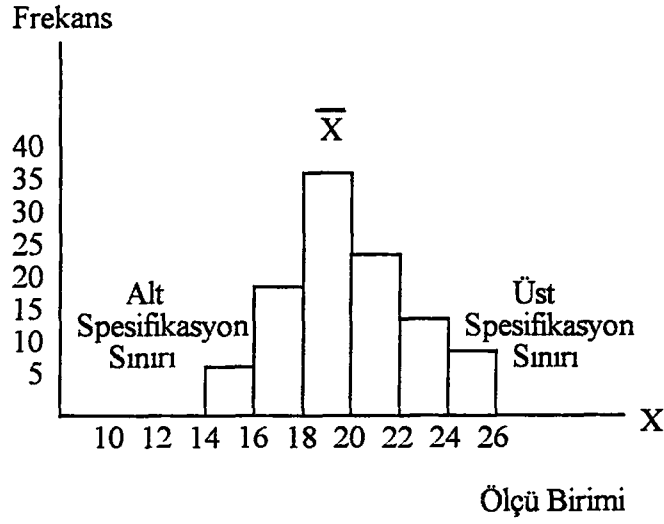
Histogramlar, genellikle bir olayın meydana gelme sıklığını göstermek, belirlenen zaman aralığında tanımlanan problemin daha sık meydana gelip gelmediğini hesaplamak ve ortaya çıkan dağılımın şeklini bilinen bir dağılım ile karşılaştırmak için kullanılır⁽¹⁰⁵⁾.

Şekil 2.7. bir kalite karakteristiği için hazırlanmış histogram örneğini göstermektedir. Her bir histogram sadece bir kalite karakteristiğine ait ölçümlerin dağılımını göstermelidir. Farklı kalite karakteristikleri için yapılan ölçümler ayrı histogramlarla gösterilmelidir.

⁽¹⁰³⁾ Montgomery, a.g.e., s. 117.

⁽¹⁰⁴⁾ Asian Productivity Organization, Japan Quality Control Circles, Hong Kong 1972, s. 36.

⁽¹⁰⁵⁾ O. L. CROCKER, Chu J.S.L. ve Chorney C., Quality Circles A Guide to Participation and Productivity, Methven Publications 1984, s. 147.



Şekil 2.7. Histogram örneği

Histogramlar spesifikasyon ve sonuç arasındaki ilişkinin araştırılmasında, normal olmayan verilerin belirlenmesinde, malzemeleri ve aletleri gruplandırarak proses içerisinde değişikliklere yolaçan faktörlerin gözden geçirilmesinde kullanılmaktadır. Proses ile ilgili problemlerin analizinde ve ürün kalitesinin geliştirilmesinde histogramların etkili bir şekilde kullanılmaları mümkündür. Bununla birlikte proses hakkında devam etme veya etmeme kararlarının verilmesinde üzerinde durulan kalite karakteristiği ile ilgili verilerin histogram yardımıyla sınıflandırılması daha etkin ve çabuk kararlar verilmesini sağlayacaktır.

2.2.2.2. Kontrol tablosu

Kontrol tablosu, analizi yapılacak verilerin istenilen bir şekilde kaydedilmesi, özetlenmesi ve karşılaştırma yapılabilecek bir duruma getirilmesi için kullanılır.

Bu tablolar, proses kontrolünde hangi verilerin, nereden, ne zaman, kim tarafından, hangi araçlar kullanılarak toplanacağını, hangi standartların uygulanacağını göstermek üzere proses kontrol ve geliştirme çalışması yapacak grup tarafından basit ve pratik bir şekilde hazırlanır⁽¹⁰⁶⁾.

Proses kontrol programının ilk safhasında hazırlanacak kontrol tablosu, prosesin özelliğine göre farklı şekillerde düzenlenebilir. Boyut, ağırlık, çap

⁽¹⁰⁶⁾ O. L. Crocker, J.S.L. Chiu and C. Chorney, a.g.e., s. 115.

gibi değişken verileri toplamak için kullanılabilen bir kontrol tablosu örneği Şekil 2.8. de gösterilmiştir. Tablodan istenen faydanın elde edilebilmesinde şekil ve dizaynın etkisi olduğu gibi tecrübe birikiminin de büyük etkisi vardır⁽¹⁰⁷⁾.

KONTROL TABLOSU																NO: _____																		
ÜRÜN : _____				TARİH : _____				FABRİKA : _____				BÖLÜM : _____																						
KULLANIM : _____				VERİYİ TOPLAYAN : _____				GRUP ADI : _____				DÜŞÜNCELER : _____																						
SPESİFİKASYON : _____				KONTROL SAYISI : _____				TOPLAM SAYI : _____				PARTİ NO : _____																						
BOYUTLAR																1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	
																A	L	T														Ü	S	T
40																	S														S			
35																	P														P			
30																	E														E			
25																	S														S			
20																	İ														İ			
15																	F														F			
10																	İ														İ			
5																	K														K			
0																	A														A			
Toplam Frekans	1	2	6	13	10	16	19	17	12	16	20	17	13	8	5	6	1	2																

Şekil: 2.8. Kontrol tablosu örneği

(107) Montgomery, a.g.e., s. 119.

2.2.2.3 Pareto grafiği

Pareto grafikleri, Parkinson kanunlarının temel felsefesine dayanır. Bu grafikleri daha iyi anlamak için parkinson kanunlarından sözetmek faydalı olacaktır.

Parkinson insanların hatalı bir davranış tarzını şu şekilde açıklamaktadır⁽¹⁰⁸⁾:

- İnsan zekası büyük rakamlarla uğraşmaktan ziyade küçük rakamlarla uğraşmayı tercih eder.
- İnsanlar küsürlü rakamlarla uğraşmaktan ziyade yuvarlak rakamlarla uğraşmayı isterler.

İşletme yöneticilerinin yaptıkları hatalarda da bu felsefeyi görmek mümkündür. Mesela, tasarruf yapmak için çay, tebrik kartı, tuvalet kağıdı gibi küçük masraflar üzerinde önemle durulurda depolarda yıllardır yatan fazla ve kullanılmayan malzemeler üzerinde önemle durulmaz veya bütçe toplantılarında 250.000 TL'lik bir ağırlama masrafı uzun uzun tartışılırda, 80.472.500 TL'lik bir malzeme veya işçilik masrafı hiç tartışılmadan kabul edilir. Bu felsefenin ışığı altında 19. yüzyılda yaşamış olan İtalyan sosyolog Vilfredo Pareto, daha sonra kendi adıyla anılacak prensibini geliştirmiştir. Parato işletmelerde çeşitli incelemeler yapmış ve aldığı sonuçları şu şekilde genelleştirmiştir⁽¹⁰⁹⁾ :

Normal dağılımda sebeplerin en önemli % 20'si sonuçların % 80'nini, sonra gelen % 30'u sonuçların % 15'ini ve geri kalan % 50'si ise, sonuçların sadece % 5'ini oluşturmaktadır. Maliyetin yaklaşık % 80'ninin elemanların sadece % 20'sinden kaynaklandığı veya servetin yaklaşık % 80'ninin nüfusun % 20'sinin elinde olduğu gibi durumlarda bu konuya birer örnektir.

Literatürde "80-20 kuralı" veya ABC analizi" olarak da adlandırılan Pareto grafiği, ekonominin dışında da her alanda kullanılabilir niteliktedir. Özellikle kalite kontrol ve kalite geliştirme programlarında problemlerin sebepleri belirlenirken hangi hataların daha büyük bir yüzdeye sahip olduğu ve hangi tür hatalar üzerinde öncelikle durulması gerektiği bu teknik aracılığıyla kolayca belirlenebilmektedir⁽¹¹⁰⁾.

Pareto grafiğinin amacı, hatalı parçaların ve hata tiplerinin belirlenmesinde kalite kontrol elamanlarına yol göstererek çabaların en verimli

⁽¹⁰⁸⁾ QCC (Quality Control Circles). Yönetim Geliştirme Merkezi Seminer Notları, İstanbul 1984, s. 7.

⁽¹⁰⁹⁾ QCC (Quality Control Cireles), a.g.e., s. 8.

⁽¹¹⁰⁾ Kaoru Ishikawa. Guide Quality Control, Asian Productivity Organization, 2. Baskı 1982, s. 45.

Pareto grafiği hazırlanırken grafiği kullanacak kişilerin ihtiyaç duyacakları, bilgilerin bulunacağı bir bilgi kartıda grafiğe eklenmelidir. Bu bilgi kartında kimin ne zaman nerelerde verileri topladığı ve grafiği hazırlayanlarla hazırlanma tarihi mutlaka bulunmalıdır.

Pareto grafiği proses kontrol tekniklerinin en fazla kullanışlı olanlarından olduğu halde analizcinin mahareti ile sınırlıdır⁽¹¹³⁾.

Grafik parça bazında hazırlanabileceği gibi, atölye, işçi, tezgah ve üretim hattına göre de hazırlanabilir⁽¹¹⁴⁾.

2.2.2.4. Sebeb - sonuç diyagramları

İstatistiksel prose kontrolunda Pareto grafiği ile belirlenen herhangi bir problemin sebepleri, sebeb - sonuç diyagramı ile ortaya çıkarılabilir. Diyagram, hangi sebeplerin hangi sonucu meydana getirdiğini açıklamada etkili bir araçtır⁽¹¹⁵⁾.

Sebeb - sonuç diyagramında, genelde insangücü, makina, metod, malzeme ve denetim gibi ana başlıklar altında toplanabilen problemin muhtemel sebepleri ile incelenen probleme göre örneğin, satıcı, müşteriler ve çevre gibi faktörler de eklenebilir.

Diyagram hazırlanırken ana başlık olarak belirlenen birinci derecede önemli sebepler kalın çizgilerle orta çizgiye birleştirilirken, ikinci derecede önemli olan sebepler, kendilerini ilgilendiren ana başlıkların altında alt sebepler olarak yazılır. Bu şekilde belirlenen birinci derecede önemli sebepler ile ikinci derecede önemli sebepler, sonunda ok işareti olan yatay kalın bir çizgiye birleştirilir. Yatay çizginin önünde sonuç veya problemi tanımlayan bir kutu yerleştirilir. Balık kılçığını andıran bu görünümünden dolayı diyagrama "balık kılçığı diyagramı" veya Kaoru Ishikawa tarafından geliştirildiği için "Ishikawa diyagramı" da denilmektedir⁽¹¹⁶⁾.

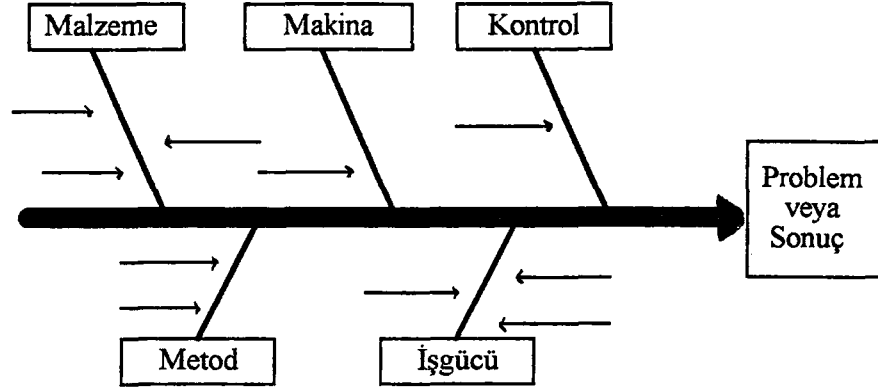
Şekil 2.10. da ana hatlarıyla bir sebeb - sonuç diyagramı örneğini görmek mümkündür.

(113) Montgomery, a.g.e., s. 121.

(114) Yağız, a.g.e., s. 8.

(115) Montgomery, a.g.e., s. 121.

(116) E. Barlow, "The Quality Circles", Industrial Management Data Systems, Mart-Nisan 1983 s. 23-25.



Şekil 2.10. Sebep - Sonuç diyagramı örneği

Hazırlanan diyagramların amacı sadece proses ile ilgili problemlerin çözümüne yardımcı olmak değildir. Bununla beraber diyagramlar, üretim kontrolü, maliyet kontrolü, kâr, eğitim ve öğretim, araştırma ve geliştirme, yeni yöntem geliştirme ve standartlaştırma gibi birçok konularda da kullanılabilir(117).

2.2.2.5 Dağılım diyagramları

Dağılım diyagramları, iki değişken arasındaki ilişkiyi açıklayan bir analiz aracıdır. Bu diyagramlar, incelenen değişkenler arasında bir neden - sonuç ilişkisi olup olmadığını göstermektedirler(118).

Bir dağılım diyagramı, çizmek için önce, aralarında anlamlı bir ilişki bulunan ve birbirlerini etkileyen iki değişken seçilir. Bu değişkenlere ait belirli bir zaman dilimi boyunca, 50 - 100 arasında örnek alınır.

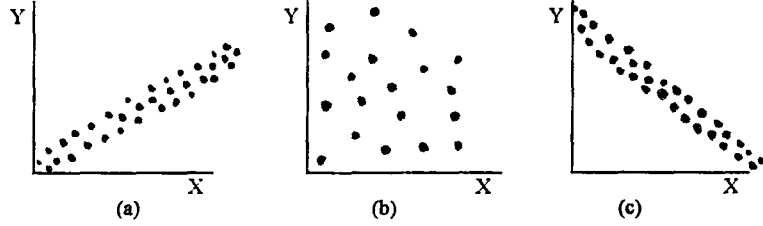
Değişkenlerden biri yatay eksene diğeri de dikey eksene yerleştirilir. Dikey eksene yerleştirilen değişken yatay eksene yerleştirilen değişkene bağımlı olarak değişmektedir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kesiştiği yere bir nokta yerleştirilir. Alınan bütün örnekler için bu şekilde noktalama yapıldıktan sonra oluşan şekile göre değişkenler arasındaki ilişkinin türü yorumlanır. Şekil 2.11(a)'da görüldüğü gibi, değişkenlerden biri artarken diğeri de artıyorsa aralarına pozitif bir ilişki olduğu Şekil 2 - 11(c)'deki gibi değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyorsa aralarında negatif bir ilişki olduğu söylenir. Bununla beraber

(117) D. M. Amsden and R.T. Amsden, Quality Control Circles: Applications, Tools and Theory, Quality Motivation Technical Committee 1985, s. 91.

(118) Montgomery, a.g.e., s. 125.

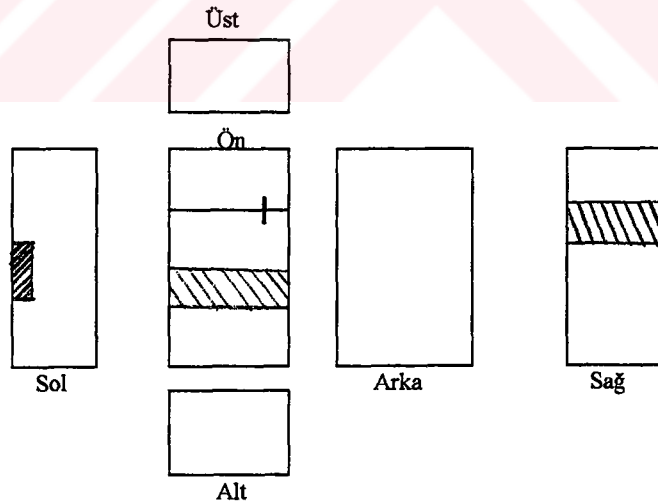
Şekil 2.11(b)'deki gibi değişkenler birbirlerinden etkilenmiyorsa, aralarında hiç bir ilişki olmadığı sonucuna varılır.



Şekil 2.11. Dağılım diyagramı örnekleri

2.2.2.6 Kusur konsantrasyon diyagramı

Kusur konsantrasyon diyagramı, ilgilenilen konuyu bütün açılardan gösteren bir resimdir. Yapılan kusurlar katagorilere ayrılıp her biri farklı renklerle tanımlanır. Şekil 2.12.'de bir buzdolabı üretim ünitesinin son aşamasında buzdolabı yüzeyinde değişik sebeplerle meydana gelen yıpranma ve hataları farklı renk tonlarıyla gösteren bir kusur konsantrasyon diyagramı görülmektedir⁽¹¹⁹⁾.



Şekil 2.12. Kusur konsantrasyon diyagramı örneği

Kusur konsantrasyon diyagramı, kaplamacılık, boyacılık giyim, döküm, makina ve elektronik sanayii olmak üzere bir çok endüstri dalında önemli bir problem çözme aracı olarak kullanılabilir⁽¹²⁰⁾.

(119) Montgomery, a.g.e., s. 124.

(120) Montgomery, a.g.e., s. 125.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

PROSES KONTROL METODLARINDAN SHEWHART KONTROL GRAFİĞİ TEKİNİN ERZURUM ŞEKER FABRİKASINDA UYGULAMALARI

3.1. Çalışmanın Amacı

Üretimin tasarım safhasında, kalite karakteristikleri için belirli kurallara göre tolerans sınırları belirlenmektedir. Ağırlık, boyut, renk, kimyasal özellik vb. karakteristiklerin önceden belirlenen sınırlar arasında değişme göstermesi normaldir. Bu değişmeler, sınırları aşarsa sebepleri araştırılmalı ve prosesin tekrar kontrol altına alınabilmesi için düzeltici tedbirler alınmalıdır. Bu faaliyetin gerçekleştirilmesinde Shewhart kontrol grafiği tekniği, kullanılan en etkin araçlardan biridir.

Bu teknik modern işletme yöntemleri uygulayan fabrikalarda özellikle belirli bir kalite hedefine ulaşmada hurda - fire - atık miktarını azaltmada ve istenilen özelliklere sahip mamül üretiminin gerçekleştirilmesinde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Uygulama sahası olarak seçtiğimiz Erzurum Şeker Fabrikası'nda 1993 Kampanya Dönemi şeker üretiminin proses kontrolü açısından durumunun izlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için, fabrika yetkililerinden alınan bilgilerin ışığı altında şeker prosesinin önemli safhaları belirlenmiş ve bu safhalarda Shewhart kontrol grafiği uygulamaları yapılmıştır.

3.2. Şeker Prosesinin Tanıtılması

3.2.1. Genel bilgi

Bugün önemli bir besin maddesi olan şeker ekonomik olarak şeker kamışı ve şeker pancarından elde edilmektedir. Şeker kamışından şeker üretimi çok eskiden beri bilindiği halde şeker pancarından şeker üretimi son 170 sene içinde önem kazanmıştır. Şeker kamışı tropik iklim bitkisi olduğu için yurdumuzda şeker, şeker pancarından üretilmektedir. İlk şeker fabrikamız 1925'te Uşak'ta, ilk şeker üretimimizde 1926 Ekim ayında Alpullu Şeker Fabrikasında gerçekleştirilmiştir.

Şeker pancarı bitkisi esas itibariyle kök ve yapraklar olmak üzere iki kısma ayrılır. Pancarın ortalama bileşimi:

%	18	Polar şeker
%	5	Suda çözünmeyen şeker dışı maddeler
%	3	Suda çözünen şeker dışı maddeler
%	74	Su

Bu rakamlara göre pancarın kuru madde oranı % 26 olup, bu oranı iklime, toprağın kalitesine ve tohum cinsine bağlı olarak % 20 ile % 28 arasında değişir⁽¹²¹⁾.

3.2.2. Şeker prosesinin safhaları

Sonbaharda tarladan sökülen pancarlar, yaprak ve başları kesilip, pancar gövdesi üzerindeki toprak temizlendikten sonra, fabrikaya alınmak üzere fabrika meydanlarındaki özel kanallarda silo edilir.

Silolanan pancarlar kanallarda şiddetle püskürtülen su aracılığıyla yüzdürülerek fabrikaya alınır. Ancak pancarla birlikte gelen taş, kum ve ot gibi maddelerin fabrikaya girmemesi için kanalın fabrika girişine yakın bir yerine taş tutucu onun peşine de ot tutucu yerleştirilerek bu maddelerin pancarlardan ayrılması sağlanır.

Pancarlar taş ve ot gibi maddelerden ayrıldıktan sonra yıkama teknelerinde yıkanarak şerbet üretimi için hazır hale getirilir.

(121) Nihal Şendökmen, Labovatuvar El Kitabı, Türkiye Şeker Enstitüsü Yayını, Birinci Bölüm, Ankara: s. 2.

3.2.2.1. Şerbet üretimi

Şerbet üretiminin amacı şekeri pancar kıyımlarından en ekonomik şekilde elde etmek olduğundan bu bölüm işletme yönünden şeker fabrikasının en önemli bir kısmını oluşturur.

Temizlenen pancarlar, pancar bıçakları üzerindeki bunkerde toplanarak hemen altındaki bıçaklar vasıtasıyla kıyılır ve haşlama teknesine alınır. Pancar kıyımları haşlandıktan sonra difüzyon kulesinde paletler vasıtasıyla bir uçtan diğer uca hareket ederken aksi istikametten gelen 80° C su ile temas ettirilir. Böylece pancar kıyımları içindeki şeker ve şeker dışı maddeler suya geçer. Suyu geçen diğer maddeler dolayısıyla koyu renkli bir sıvı elde edilir ve buna "ham şerbet" denir. Şekerini suya bıraktıktan sonra geriye kalan pancar kıyımına "küspe" denir. Küspe daha sonra preslere nakledilerek suyu sıkılır ve fabrika dışına çıkartılır. Hayvan yemi olarak kullanılacak küspede şeker miktarını sıfıra indirmek ekonomik değildir. Bu yüzden pancar kıyımından şekerin alınması belirli bir kademede kesilir. Küspede % 1 ile % 3 arasında şeker kalabilir⁽¹²²⁾.

Difüzyonda pancar kıyımından elde edilen ham şerbette pancarın kalitesine göre % 12 - 17 arasında kuru madde bulunur. Bu kuru maddenin büyük bir kısmı şekerdir. Geri kalan kısımda pancardan şekerden geçen protein, pektin, sapanin, invert şeker, rafinaz gibi maddeler ile organik ve inorganik asitler ile bunların tuzlarını da kapsayan şeker dışı maddeleridir. ham şerbet içindeki şekerin kuru maddeye nazaran yüzde oranına "aralık katsayısı" veya fabrikalarda çok kullanılan bir deyimle "safiyet" denir.

S = Kuru madde %

P = Polar şeker %

Q = Aralık katsayısı

$$Q = \frac{P}{S} 100$$

Aralık derecesi pancarın kalitesine ve işletme şartlarına bağlı olarak 85 ila 90 arasında değişir⁽¹²³⁾.

⁽¹²²⁾ Şendökmen, a.g.e.. Birinci Bölüm, s. 7.

⁽¹²³⁾ Şendökmen, a.g.e.. Birinci Bölüm, s. 13.

3.2.2.2. Şerbetin arılaştırılması

Ham şerbet içindeki şeker dışı maddelerin uzaklaştırılması için yapılan işlemlere "şerbetin arılaştırılması" denir. Arılık derecesini yükseltmek ve açık renkli bir şerbet elde etmek için uygulanan işlemler üç kısımda toplanır :

- Kireçleme
- Karbonatlama
- Süzme

Şerbet içindeki kolloid maddeleri pıhtılaştırmak ve organik asidleride çözünmeyen kalsiyum tuzu halinde ayırmak için kireç kullanılır. Kireç südü şeklinde verilen kireç bir defada verilmeyip iki kısımda verilir. Yani kireçleme I. kireçleme ve II. kireçleme olmak üzere iki safhada uygulanır.

Kireçleme tamamlandıktan sonra şerbet karbonatlama kazanlarına alınır ve CO_2 gazı geçirilerek kalsiyum iyonları $CaCO_3$ halinde çökeltilir. Karbonatlamada iki ayrı safhada uygulanır. I. karbonatlamadan sonra şerbet süzülür. Tekrar karbonatlanarak I. karbonatlama şerbetinde kalan kireç tuzları mümkün olduğu kadar uzaklaştırılmaya çalışılır. II. karbonatlamadan sonra şerbet yine süzülür ve elde edilen bu şerbete SO_2 gazı verilerek üçüncü defa satüre edildikten sonra tekrar süzülür ve kaynatıldıktan sonra sulu şerbet elde edilir.

I. karbonatlamadan çıkan çamurlu şerbet dekantör denilen durultma kazanlarına verilir. Burada çamur dibine birikir. Üst kısımda ise berrak şerbet toplanır. Bu berrak şerbet ince torba süzgeçlerinden geçirilerek tamamen berraklaşması temin edilir ve II. karbonatlamaya verilir. Dekantör dibinde toplanan çamurlu kısım ise vakumum döner filtrelerinden süzülür ve süzülen şerbet içindeki bulanıklılığı almak için bir defa da gözenekleri sık torba ile veya seramik süzgeçlerinden süzülür. Böylece elden geldiği kadar bulanıklığı az şerbet elde edilmeye çalışılır. Açık renkli ve berrak şerbetten elde edilen şekerin kalitesi yüksek olur.

3.2.2.3 Koyu şerbetin elde edilmesi

Arılaştırılıp süzülen şerbete "sulu şerbet" denir. Arılığı 90-93 kadar yükselen sulu şerbet yaklaşık olarak % 14 - 16 arasında kuru madde kapsar. Arılaştırma sırasında kolloidlerin tümü, diğer şeker dışı maddelerinde büyük bir kısmı uzaklaştırılmıştır.

Elde edilen bu şerbetten kristal şeker pişirmek için şerbeti % 60 - 65 kuru madde kapsayacak şekilde koyulaştırmak gerekir. Böyle seyreltik bir çözeltiyi koyulaştırmak için kademeli buharlaştırma sistemi kullanılır⁽¹²⁴⁾.

Buharlaştırma, sıra ile birbirine bağlı buharlaştırma kazanlarında gerçekleştirilir. Buharlaştırma kazanlarının ısıtma kamerasından geçen buhar vasıtasıyla şerbet kaynatılır. Şerbet koyulaştıkça bir sonraki kazana geçer ve burada da bir önceki kazandan elde edilen buhar yardımıyla tekrar kaynatılır. En son kazandan 60 - 65 Bx kadar koyulaştırılmak suretiyle koyu şerbet olarak alınır.

3.2.2.4 Beyaz şeker ve melasın elde edilmesi

Buharlaştırma kazanlarında 60 - 65 Bx kadar koyulaştırmak suretiyle elde edilen koyu şerbet şeker dairesine (rafineri) alınır. Muhtemel bir bulanıklığı gidermek için torba süzgeçlerinden süzülür. Şeker pişirimine hazır olan koyu şerbet vakum kazanlarına alınır.

Vakum pişirme kazanlarında şerbet düşük sıcaklıkta kaynatılır. Burada bir miktar daha koyulaşan şerbet aşırı doymuş hale geldiğinde pudra şeker halinde aşı billuru verilerek tane tutturulur. Vakum lapa ile doluncaya kadar koyu şerbet çekilir. Pişirim sona erince vakum ventili kapatılır ve hava ventili açılarak aparata hava verilir. Alttaki kapak açılır ve içinde karıştırıcı kanatları bulunan ve soğuk su ile soğutulan tekne şeklindeki soğutuculara alınır.

Kristallenmiş şekeri ana şuruptan ayırmak için soğutma teknesine alınan lapa santrifüjlenir. Lapa içindeki ara şurup elekten dışarı akar. Şeker ise santrifüj içinde kalır.

Santrifüjden çıkan şeker hem sıcak hem de ıslak olduğundan sıcak hava ile çalışan kurutma tesislerine sevk edilerek kuruması temin edilir. Soğuduktan sonra elekten geçirilerek torbalara doldurulur.

Kristal şeker lapaasının santrifüjlemesinden elde edilen şuruplar II. şeker vakumuna çekilerek II. şeker lapaası pişirilir. Soğutucuda biraz bekletildikten sonra santrifüj edilir. Yukarda olduğu gibi lapadan gene şuruplar ayrılır ve şeker elde edilir. Elde edilen bu ikinci şeker piyasa tüketim kalitesinde olmayıp kristal beyaz şeker pişiriminde kullanılır.

İkinci şekerin şuruplarından aynı şekilde üçüncü şeker pişirilir. Şeker dışı maddeleri fazla olan bu şurup daha uzun bir pişirim süresinden sonra tekrar santrifüjde kalan şekere de üçüncü şeker denir.

⁽¹²⁴⁾ Şendökmen, a.g.e., Birinci Bölüm, s. 20.

Üçüncü şeker lapasının santrifüj şurubundan normal fabrikasyon şartlarında kristal şeker elde etmek mümkün değildir. Melas olarak adlandırılan bu şurupta % 50 civarında şeker bulunmakta ve şeker fabrikasyonunun yan ürünü olarak çeşitli kullanım yerleri olan kıymetli bir hammaddedir⁽¹²⁵⁾.

Küp şeker üreten fabrikalarda ayrı bir rafineri şeması uygulanır. Küp şeker lapası yüksek aralıktaki şuruplarla pişirildiğinden pişirme koyu şerbet değil de ikinci şekerden elde edilen klere ve küp şekerin kendi şurupları ile pişirilir. Yukarıdaki işlemler takip edildikten sonra lapa santrüfjlenerek çeşitli şekillerde kalıp haline konarak kurutulur ve istenilen bir şekilde ambalajlanır. Şekil 3 - 1'de şeker üretiminin akış şemasını görmek mümkündür.

(125) Şendökmen, a.g.e., Birinci Bölüm, s. 25.



Şekil : 3 -1 Şeker Üretimi Akış Şeması



Şekil : 3 -1 (devam)Şeker Üretimi Akış Şeması

3.2.3. Beyaz şekerde kalite tayini

Şeker pancarı veya şeker kamışından elde edilen beyaz şekerin tüketim şekeri olarak iç ve dış piyasaya takdim edilebilmesi için belirli bir kalitede olması gerekir. Dünyada bu durum bir çok devletin üye olduğu organizasyonlar (FAO / WHO) tarafından standardize edilmiştir.

Tüketim şekerinin kalitesini belirlemede şu üç husus dikkate alınır ⁽¹²⁶⁾ :

- Polarizasyon değeri
- Kurutma kaybı
- Puan verme sistemine göre şekerin kalitesi

Polarizasyon değerinin dünya standartlarında % 99.7'nin altında olmaması şart konulmuştur. Bununla beraber, şekerin gerek doğrudan gerekse diğer gıda maddelerinin üretiminde hammadde olarak kullanımını etkileyen yirmiden fazla kalite faktörü vardır. Bu faktörlerin başlıcalarını aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür ⁽¹²⁷⁾ :

- Şekerin kristal halinde göze görünen rengi
- Çözeltisinin renk ve bulanıklılığı
- Kapsadığı kül miktarı

Bu genel faktörlerin yanında ayrıca:

- Şekerin depolama dayanıklılığını gösteren kapsadığı su miktarı, bağıl nem denge değeri, invert şeker ve pH değeri
- Mikroorganizma, kirlilik maddeleri ve çözünmeyen madde kapsamı,
- Zehirli ağır metaller arsenik, bakır ve kurşun miktarları
- Pancarda uzun süre silolanma, donma, çözünme veya çürümeyle oluşan sapanın miktarı gibi faktörlerde şekerin kalitesini etkiler.

Tüketim şekerinin kalite faktörleri ve bu faktörlerin üst sınır değerleri uluslararası ve ulusal şeker standartlarıyla belirlenmiştir.

Puan verme sistemine göre şekerin kalitesi belirlenirken, şekerin kristal halinde göze görünen rengi, çözeltisinin renk ve bulanıklılığı ve kapsadığı kül miktarı gözönünde bulundurulur. Bu faktörler için, Batı Almanya'da Braunschweig Şeker Enstitüsü'nde bazı testler geliştirilmiştir. Bu testlerde numune şekerler standart şekerlerle karşılaştırılarak renk tipi belirlenir. Analiz sonuçlarının puan değerleri aşağıdaki gibidir ⁽¹²⁸⁾ :

⁽¹²⁶⁾ Nihal Şendökmen, Labovatuvar El Kitabı, Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Şeker Enstitüsü, 14. Bölüm, Ankara, s. 1.

⁽¹²⁷⁾ Sabriye Akoğlu, "Şekerlerimizin Dünya Şeker Standartları ve Değerlendirme Sistemindeki Yeri", Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Şeker Enstitüsü Yayını, Ankara.

⁽¹²⁸⁾ Şendökmen, a.g.e., s.4.

- Renk tipi : 0.5 Renk tipi = 1 puan
- Çözeltide renk ve bulanıklık : 0.008 Ekstinksiyon = 1 puan
- Kül : 0.00179 kül (%) = 1 puan

Bu puanların toplamı 25'i aşmadığı takdirde şeker, normal tüketim şekeri evsafındadır ⁽¹²⁹⁾ .

3.3. Şeker Prosesinde Shewhart Kontrol Grafiği Uygulamaları

Fabrika yetkililerinden alınan bilgilerin ışığı altında, prosesinde Shewhart kontrol grafikleriyle uygulama yapılacak proses safhaları belirlendi.

Belirlenen bu safhalarla ilgili olarak, fabrikanın kimya labovatuvarında 1993 kampanya dönemi boyunca yapılan analiz verilerinden yararlanılmıştır. Bu veriler ölçülebilir nitelikte olduklarından uygulama sürekli değişkenler için kullanılan \bar{X} ve R kontrol grafikleri ile yapılacaktır.

Alt gruplar, her gün her saat yapılan ölçümlerden farklı saatlerde tesadüfi olarak beş verinin seçilmesiyle oluşturulmuştur. Alt ve üst kontrol sınırları bilinmediğinden ilk önce prosesin kontrolde olduğu düşünüldüğü otuz günlük bir dönemde "standartların belli olmaması" durumu uygulanarak tahmini standartlar belirlenmiş, daha sonra belirlenen tahmini standartlarla prosesin otuz günü müteakip yirmi günü için "standartların belli olması" durumu uygulanmıştır. Aşağıda uygulama yapılacak safhalar alt başlıklar halinde sunulacaktır.

3.3.1. Sıkılmış küspede şeker miktarı kontrolü

Şeker prosesinin en önemli safhalarından biri, pancarların kıyılarak sulu kısmının "ham şerbet" olarak bir tarafa, geriye kalan katı kısmının da "küspe" olarak diğer bir tarafa ayrıldığı safhadır.

Bu safhada hayvan yemi olarak kullanılarak küspede % 0,1 ile % 0,3 arasında şeker bırakılmaya çalışılır. Sıkılmış küspeyle birlikte fabrika dışına çıkan şeker miktarının kontrol grafikleriyle izlenmesi iki safhada gerçekleştirilecektir.

⁽¹²⁹⁾ Şendökmen, a.g.e., s.4.

3.3.1.1. Standartların belli olmaması durumu

Standartların belli olmaması durumunda, \bar{X} ve R kontrol grafiklerinin hazırlanmasında prosesin kontrolde olduğu düşünöldüğü 18 - 10 - 1993 ile 18 - 11 - 1993 tarihleri arasındaki küspeyle birlikte dışarıya atılan şeker miktarı ölçüm verilerinden yararlanılmıştır.

Bu verilerden oluşturulan 5 büyüklüğünde 30 alt grup Tablo 3.1 de sunulmuştur.

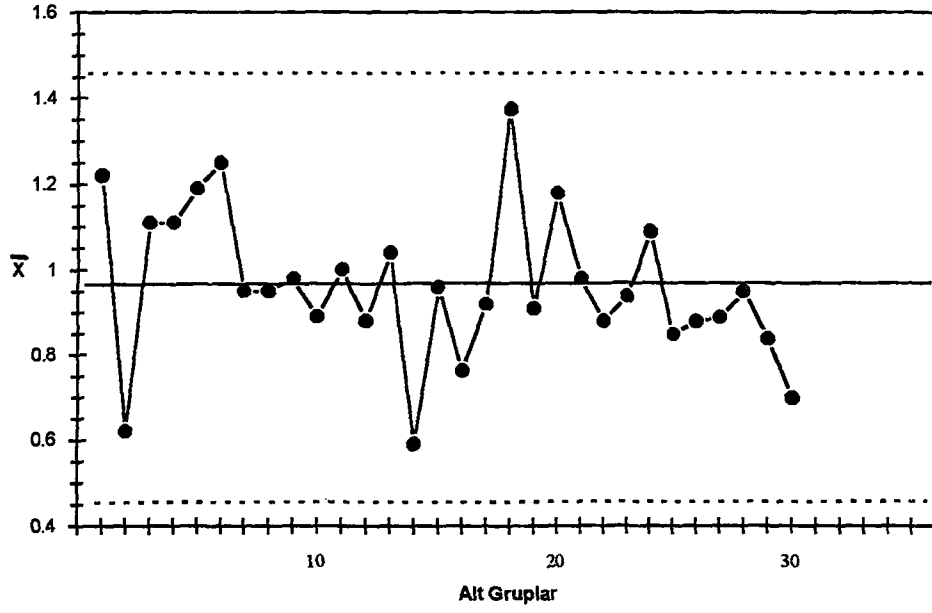
R-grafiğinin çiziminde kullanılacak D_3 ve D_4 faktörleri, alt grup büyüklüğünün 5 olduğu durumda, Ek.1'den $D_3 = 0$ ve $D_4 = 2.115$ olarak bulunur.

\bar{X} grafiğinin çiziminde kullanılacak A_2 faktörü ise yine Ek - 1'den $A_2 = 0.577$ olarak bulunur.

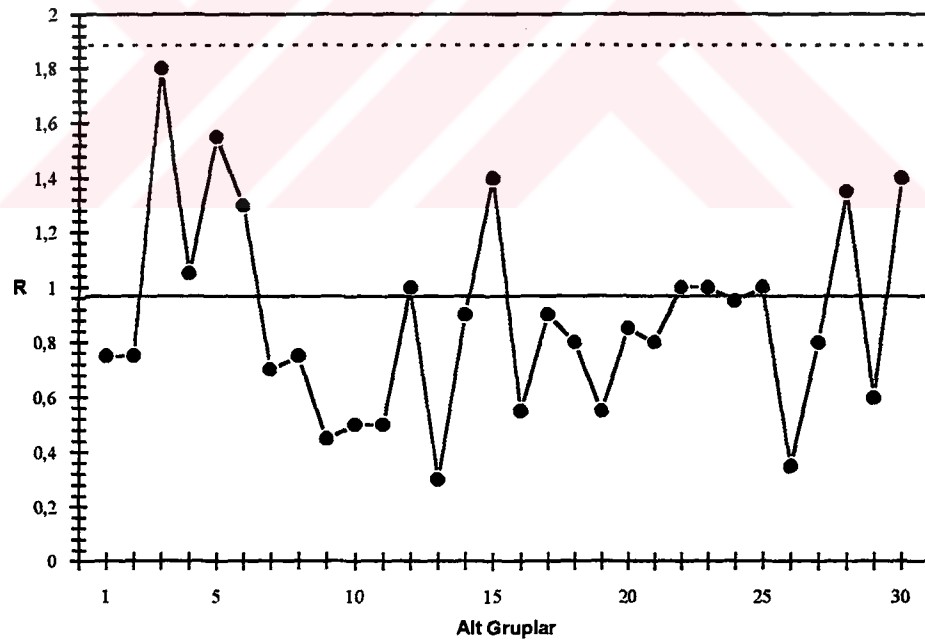
Buna göre hesaplanan kontrol sınırlarıyla çizilen \bar{X} ve R-kontrol grafikleri Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'de gösterilmiştir.

Tablo: 3.1 Sıkılmış küspede şeker miktarı \bar{X} ve R Kontrol grafiği
veri kayıt tablosu (Birinci dönem)

□ \bar{X} VE R KONTROL GRAFİKLERİ VERİ KAYIT TABLOSU													
Üretim .. Tüketim şekeri.....										Maksimum			
Karakteristik : Sıkılmış küspede şeker miktarı										Belirlenmiş Limitler			
Ölçüm Birimi .%P										Minimum.....			
Altgrup No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		\bar{X}	R
a	0.85	1.05	2.15	1.55	1.4	1.95	1.1	1.3	0.7	0.9	1	1.22	0.75
b	0.95	0.6	1.3	1.1	0.35	0.9	0.6	0.55	1.1	1.15	2	0.62	0.75
c	1.4	0.3	1.1	0.5	1.9	1.1	0.8	0.9	1.05	1	3	1.11	1.8
d	1.6	0.7	0.65	0.9	1	1.65	1.3	0.7	1.15	0.15	4	1.11	1.05
e	1.3	0.45	0.35	1.5	1.3	0.65	0.95	1.3	0.9	0.65	5	1.19	1.55
Toplam	6.1	3.1	5.55	5.55	5.95	6.25	4.75	4.75	4.9	4.45	6	1.25	1.3
Ortalama, \bar{X}	1.22	0.62	1.11	1.11	1.19	1.25	0.95	0.95	0.98	0.89	7	0.95	0.7
Ranj, R	0.75	0.75	1.8	1.05	1.55	1.3	0.7	0.75	0.45	0.5	8	0.95	0.75
Tarih / Zaman	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	9	0.98	0.45
Altgrup No:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10	0.89	0.5
a	1.3	0.9	1.2	0.45	0.1	0.85	0.8	1.5	1	1	11	1	0.5
b	0.8	0.7	1	1	1.3	1.1	1.4	1.27	0.75	0.75	12	0.88	1
c	1	1.4	0.9	0.8	1.5	0.7	1.3	1	0.6	1.3	13	1.04	0.3
d	0.9	1	0.9	0.1	0.55	0.62	0.5	1.3	1.05	1.25	14	0.59	0.9
e	1	0.4	1.2	0.6	1.35	0.55	0.6	1.8	1.15	1.6	15	0.96	1.4
Toplam	5	4.4	5.2	2.95	4.8	3.8	4.6	6.85	4.55	5.9	16	0.76	0.55
Ortalama, \bar{X}	1	0.88	1.04	0.59	0.96	0.76	0.92	1.37	0.91	1.18	17	0.92	0.9
Ranj, R	0.5	1	0.3	0.9	1.4	0.55	0.9	0.8	0.55	0.85	18	1.37	0.8
Tarih / Zaman	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	19	0.91	1.55
Altgrup No:	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	20	0.18	0.55
a	1.2	0.95	1.6	1	1.1	0.9	1.2	0.6	1.15	1.15	21	1.98	0.8
b	0.5	0.85	0.75	1.1	1.3	0.85	1	0.15	0.95	0.55	22	0.88	1
c	0.8	0.5	0.85	1.55	1.15	1.1	0.8	1.4	0.55	1.5	23	0.94	1
d	1.3	0.6	0.6	1.2	0.4	0.8	0.4	1.5	0.85	0.2	24	1.09	0.95
e	1.1	1.5	0.9	0.6	0.3	0.75	1.05	1.1	0.7	0.1	25	0.85	1
Toplam	4.9	4.4	4.7	5.45	4.25	4.44	4.45	4.75	4.2	1.4	26	0.88	0.35
Ortalama, \bar{X}	0.98	0.88	0.94	1.09	0.85	0.88	0.89	0.95	0.84	0.7	27	0.89	0.8
Ranj, R	0.8	1	1	0.95	1	0.35	0.8	1.35	0.6	1.4	28	0.95	1.35
Tarih / Zaman	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	29	0.84	0.6
											30		
Sınırların	$\bar{\bar{X}} = 28.89 \div 30 = 0.963$												
Hesaplanması	$\bar{R} = 26.61 \div 30 = 0.887$												
	$\bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$												
	$= 0.963 + 0.511$												
	$= 1.474$												
	$AKS\bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$												
	$= 0.963 + 0.511$												
	$= 0.452$												
	$A_2\bar{R} = 0.577 (0.887) = 0.511$												
	$\bar{D}_4\bar{R} = 2.115 (0.887) = 1.876$												
	$\bar{U}KS_R = D_4\bar{R}$												
	$= 1.876$												
	$AKS_R = D_3\bar{R}$												
	$= 0$												



Şekil: 3.2 Standartların belli olmaması durumunda sıkılmış küspede şeker miktarı \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3.3 Standartların belli olmaması durumunda sıkılmış küspede şeker miktarı R - Kontrol Grafiği

\bar{X} ve R-Kontrol Grafiklerinde görüldüğü gibi birinci döneme ait alt grup ortalamalarından hiç biri kontrol sınırlarının ötesine düşmemiştir. \bar{X} ve R kontrol grafiklerinin her ikisinin birden kontrol durumunu göstermesi, sözkonusu prosesin belirli bir ortalama civarında kontrol altında olduğunu gösterir.

Belirlenen bu kontrol sınırları, proses için tahmini standartlar kabul edilip takip eden 20 günlük ikinci dönem için proses kontrol uygulaması yapılacaktır.

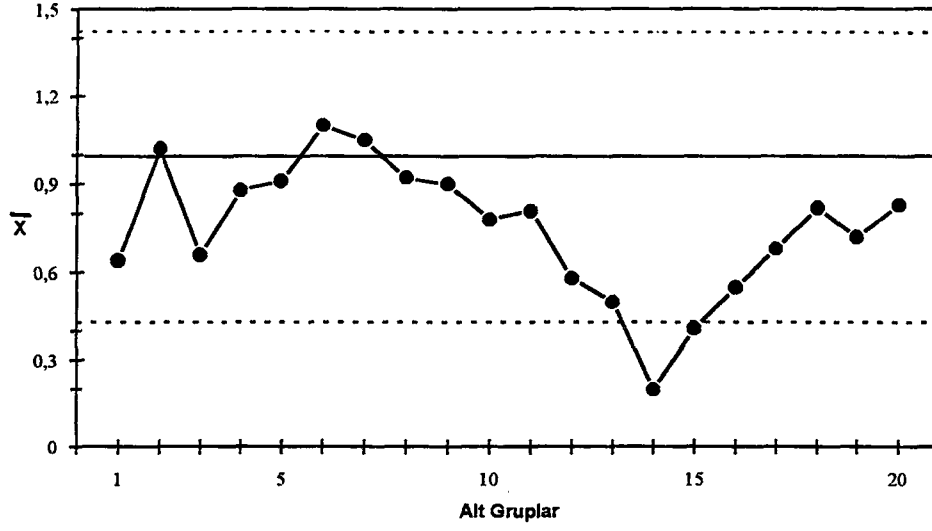
3.3.1.2. Standartların belli olması durumu

Prosesin kontrolde olduğu düşünüldüğü 18-10-1993 ile 18-11-1993 arasındaki birinci dönem verileriyle tahmini standartlar belirlendi.

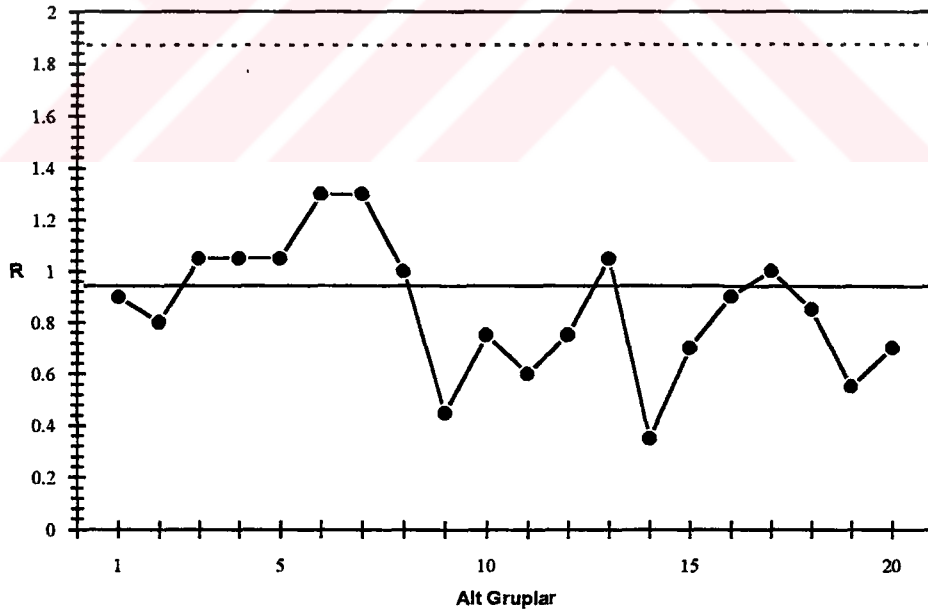
Bu bölümde, belirlenen tahmini standartlar kullanılarak prosesin müteakip 20 günlük ikinci dönemi için \bar{X} ve R-kontrol grafikleri hazırlanacaktır. Grafiklerle ilgili veriler Tablo 3.2'de sunulmuştur. Buna göre çizilen \bar{X} ve R kontrol grafikleri Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te gösterilmiştir.

Tablo: 3.2 Sıkılmış küspede şeker miktarı \bar{X} ve R Kontrol Grafiği
Veri Kayıt Tablosu (İkinci Dönem)

\bar{X} VE R KONTROL GRAFİKLERİ VERİ KAYIT TABLOSU													
Üretim . Tüketim Şekeri										Maksimum . 1,474			
										Belirlenmiş Limitler			
Karakteristik : Sıkılmış küspede şeker miktarı										Minimum : 0,452			
Ölçüm Birimi %P													
Altgrup No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		\bar{X}	R
a	0.1	1.1	0.2	0.8	0.75	1.7	1.7	1.3	1.15	1.05	1	0.64	0.9
b	0.5	0.9	0.4	0.2	1.35	1.6	1.4	0.3	0.7	0.65	2	1.02	0.8
c	1	0.55	0.8	0.9	0.45	0.4	0.4	0.8	0.9	0.55	3	0.66	1.05
d	0.85	1.2	1.25	1.25	0.5	1	0.95	1.3	1	0.45	4	0.88	1.05
e	0.75	1.35	0.65	1.25	1.5	0.8	0.8	0.9	0.75	1.2	5	0.91	1.05
Toplam	3.2	5.1	3.3	4.4	4.55	5.5	5.25	4.6	4.5	3.9	6	1.1	1.3
Ortalama, \bar{X}	0.64	1.02	0.66	0.88	0.91	1.1	1.05	0.92	0.9	0.78	7	1.05	1.3
Ranj, R	0.9	0.8	1.05	1.05	1.3	1.3	1	0.45	0.75	0.6	8	0.92	1
Tarih / Zaman	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	9	0.9	0.45
Altgrup No:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10	0.78	0.75
a	1.2	0.9	0.15	0.15	0.05	0.15	0.1	0.8	0.6	0.5	11	0.81	0.6
b	0.8	0.45	0.3	0.1	0.35	0.7	0.2	0.35	0.75	0.55	12	0.58	0.75
c	0.65	0.3	1.2	0.45	0.3	1	1	1.2	0.45	0.75	13	0.5	1.05
d	0.6	0.25	0.65	0.1	0.6	0.1	1.1	0.65	1	1.15	14	0.2	0.35
e	0.8	1	0.2	0.2	0.75	0.8	1	1.1	0.8	1.2	15	0.41	0.7
Toplam	4.05	2.9	2.5	1	2.05	2.75	3.4	4.1	3.6	4.15	16	0.55	0.9
Ortalama, \bar{X}	0.81	0.58	0.5	0.2	0.41	0.55	0.68	0.82	0.72	0.83	17	0.68	1
Ranj, R	0.6	0.75	1.05	0.35	0.7	0.9	1	0.85	0.55	0.7	18	0.82	0.85
Tarih / Zaman	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	19	0.72	0.55
Altgrup No:	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	20	0.83	0.7
a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-
b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-
c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-
d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-
e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-
Toplam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	-
Ortalama, \bar{X}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-	-
Ranj, R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	-
Tarih / Zaman	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-	-
											30	-	-
\bar{X} - grafiği için													
Tahmini	ÜKS _X = +3.0 sigma = 1.474						R - grafiği için						
	AKS _X = -3.0 sigma = 0.452						ÜKS _R = +3.0 sigma = 1.876						
Standartlar	Orta çizgi = 0.963						AKS _R = -3.0 sigma = 0						
							Orta çizgi = 0.887						



Şekil 3.4 Tahmini standartlarla sıkılmış küspede şeker miktarı
 \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3.5. Tahmini standartlarla sıkılmış küspede şeker miktarı
R - Kontrol Grafiği

\bar{X} -Kontrol grafiğinde görüldüğü gibi 14 ve 15 nolu alt gruplar, alt kontrol sınırının ötesine düşmüştür. R kontrol grafiğinde ise bütün alt gruplar, kontrol sınırlarının arasında kalmıştır.

\bar{X} grafiğinde kontrol sınırlarının ötesine düşen alt gruplar, prosesin bu safhada alt grup ortalamaları yönüyle kararsız olduğunu ve tahmin edilen sınırlar arasında kontrol durumunun mevcut olmadığını göstermektedir. Ancak R kontrol grafiğinde bütün noktaların kontrol sınırlarının içine düşmesi, alt grupların kendi aralarında uyum halinde olduğunu gösterir.

Şeker prosesinin bu safhasında daha önce belirttiğimiz gibi küspede %0,1 ile % 0,3 arasında şeker kalması arzulanırdı. Ancak grafiklerde de görüldüğü gibi Erzurum Şeker Fabrikası'nda gerçekleştirilen şeker üretiminde bu oranın arzulanın hayli üzerinde yani %0,25 ile %1,10 arasında olduğu görülmektedir. Özellikle ikinci, altıncı, ve yedinci alt grupların seçildiği 19,23 ve 24-11-1993 tarihlerinde sıkılmış küspede %1 civarında şeker miktarı bulunmaktadır. Bugünlerdeki üretim, kontrol edilerek bu oranın düşürülmesi için gerekli düzeltici tedbirler alınmalıdır.

3.3.2. Çamurlu atıkta şeker miktarı kontrolü

Şeker prosesinde birinci ve ikinci karbonatlamadan sonra sulu şerbet içindeki kolloid maddelerin ve pıhtılaşmış kalsiyum tuzlarının şerbetten ayrılması için süzme işlemleri uygulanır. Ancak, süzülen bu artıklarla birlikte bir miktar şeker dışarı atılmaktadır. Bu miktar, fabrika şartlarının elverdiği nispette % 50 kuru maddeye göre 0.05'in altında olması istenir.

Çamurlu atıkla birlikte atılan şeker miktarı, "standartların belli olmaması durumu" ve tahmin edilen standartlarla "standartların belli olması durumu" uygulanarak kontrol edilecektir.

3.3.2.1. Standartların belli olmaması durumu

Standartların belli olmaması durumunda, \bar{X} ve R-kontrol grafiklerini çizmek için, prosesin kontrolde olduğunu düşündüğümüz 10-10-1993 ile 10-11-1993 tarihleri arasındaki çamurlu atıkla atılan şeker miktarı verilerden, 5 büyüklüğünde 30 alt grup oluşturulmuştur. Bu veriler Tablo 3.3'de sunulmuştur.

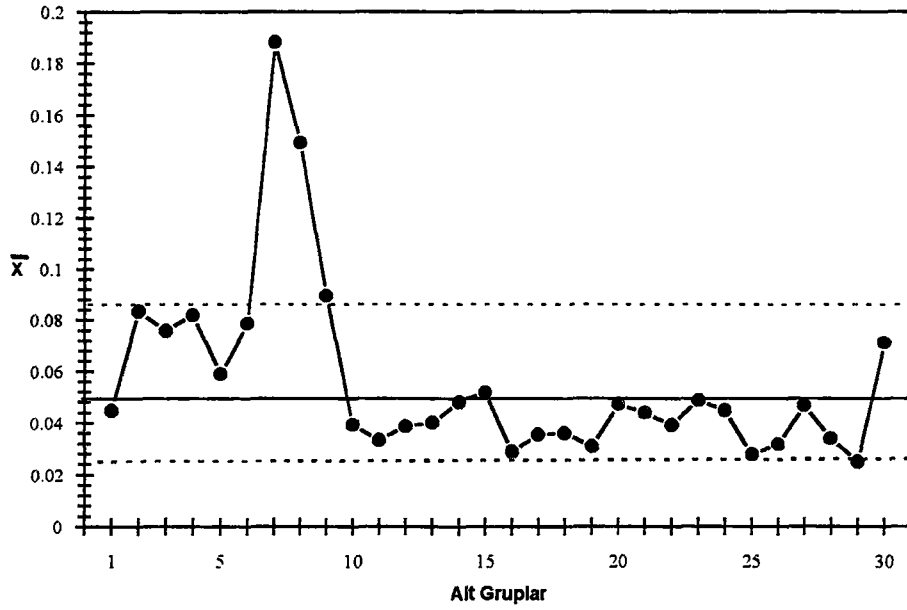
\bar{X} -kontrol grafiğinin çiziminde gerekli A_2 faktörü Ek-1'den $n=5$ durumunda $A_2=0.577$ olarak, R grafiğinin çiziminde gerekli D_3 ve D_4 faktörleri Ek - 1'den $n=5$ durumunda $D_3 = 0$ ve $D_4 = 2.115$ olarak bulunur.

Buna göre hesaplanan kontrol sınırları ile çizilen \bar{X} ve R-kontrol grafikleri Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de gösterilmiştir.

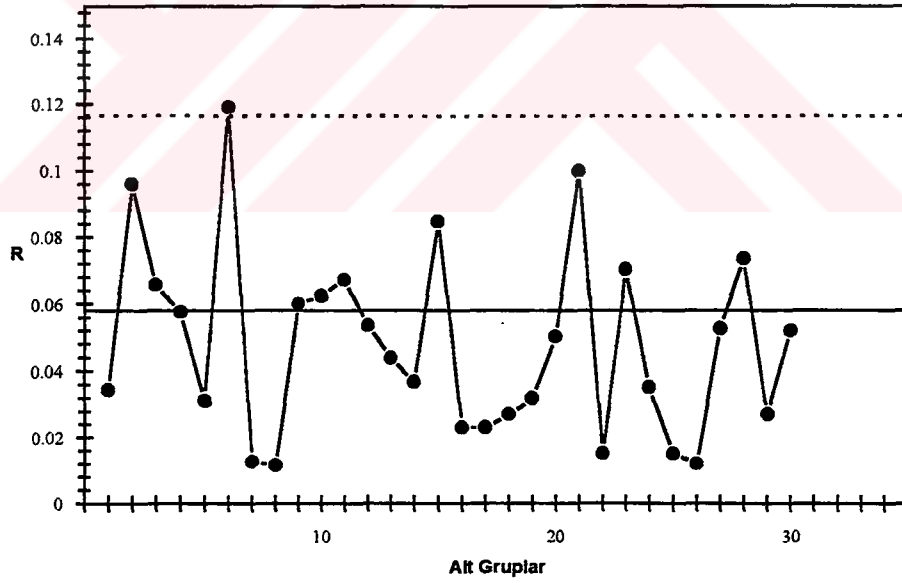


Tablo: 3.3 Çamurlu atıkta şeker miktarı \bar{X} ve R Kontrol Grafiği
veri kayıt tablosu (Birinci Dönem)

\bar{X} VE R KONTROL GRAFİKLERİ VERİ KAYIT TABLOSU													
Üretim . Tüketim şekeri											Maksimum		
Karakteristik : % 50 KMG'ye göre çamurlu atıkta şeker miktarı											Belirlenmiş Limitler		
Ölçüm Birimi %P											Minimum		
Altgrup No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	R	
a	0.0328	0.0832	0.0672	0.0528	0.0544	0.0520	0.1888	0.1416	0.1184	0.0440	1	0.0448	0.0344
b	0.0440	0.0416	0.0616	0.0784	0.0568	0.1392	0.2640	0.1032	0.0648	0.0424	2	0.0833	0.0960
c	0.0400	0.0760	0.1112	0.0880	0.0736	0.1096	0.1688	0.1512	0.1248	0.0128	3	0.0758	0.0656
d	0.0400	0.1376	0.0456	0.0800	0.0424	0.0200	0.1376	0.2176	0.0680	0.0224	4	0.0819	0.0576
e	0.0672	0.0784	0.0936	0.1104	0.0672	0.0720	0.1816	0.1328	0.0720	0.0752	5	0.0589	0.0312
Toplam	0.224	0.417	0.379	0.410	0.295	0.393	0.940	0.745	0.448	0.197	6	0.0786	0.1192
Ortalama, \bar{X}	0.0448	0.0833	0.0758	0.0819	0.0589	0.0786	0.1882	0.1493	0.0896	0.0394	7	0.1882	0.1264
Ranji, R	0.0344	0.0960	0.650	0.0570	0.0312	0.1192	0.1264	0.1144	0.0600	0.0624	8	0.1493	0.1144
Tarih / Zaman	10 / 10	11 / 10	12 / 10	13 / 10	14 / 10	15 / 10	16 / 10	17 / 10	18 / 10	19 / 10	9	0.0896	0.0600
Altgrup No:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10	0.0394	0.0624
a	0.0800	0.0192	0.0128	0.0472	0.0464	0.0224	0.0304	0.0528	0.0288	0.0584	11	0.0331	0.0672
b	0.0216	0.0192	0.0288	0.0720	0.1024	0.0184	0.0256	0.0392	0.0440	0.0312	12	0.0387	0.0536
c	0.0176	0.0344	0.0536	0.0400	0.0744	0.0416	0.0296	0.0304	0.0232	0.0784	13	0.0402	0.0440
d	0.0128	0.0480	0.0568	0.0352	0.0176	0.0352	0.0488	0.0256	0.0128	0.0400	14	0.0480	0.0368
e	0.0336	0.0728	0.0488	0.0456	0.0184	0.0272	0.0424	0.0328	0.0448	0.0280	15	0.0518	0.0848
Toplam	0.166	0.194	0.200	0.240	0.259	0.145	0.177	0.181	0.154	0.236	16	0.0289	0.0232
Ortalama, \bar{X}	0.0331	0.0387	0.0402	0.0480	0.0518	0.0289	0.0354	0.0362	0.0307	0.0472	17	0.0354	0.0232
Ranji, R	0.0672	0.0534	0.0440	0.0368	0.0848	0.0232	0.0232	0.0272	0.0320	0.0504	18	0.0362	0.0272
Tarih / Zaman	20 / 10	21 / 10	22 / 10	23 / 10	24 / 10	25 / 10	26 / 10	27 / 10	28 / 10	29 / 10	19	0.0307	0.0320
Altgrup No:	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	20	0.0472	0.0504
a	0.0328	0.0456	0.0384	0.0536	0.0200	0.0360	0.0728	0.0800	0.0080	0.0816	21	0.0440	0.1000
b	0.1128	0.0408	0.0984	0.0424	0.0320	0.0256	0.0480	0.0344	0.0304	0.0912	22	0.0392	0.0152
c	0.0128	0.0304	0.0296	0.0416	0.0224	0.0248	0.0392	0.0320	0.0352	0.0720	23	0.0488	0.0704
d	0.0240	0.0416	0.0496	0.0608	0.0352	0.0368	0.0536	0.0072	0.0328	0.0392	24	0.0448	0.0352
e	0.0376	0.0376	0.0280	0.0256	0.0288	0.0352	0.0200	0.0152	0.0176	0.0720	25	0.0277	0.0152
Toplam	0.220	0.195	0.244	0.224	0.139	0.158	0.234	0.169	0.124	0.0356	26	0.0317	0.0120
Ortalama, \bar{X}	0.0440	0.0392	0.0488	0.0448	0.0277	0.0317	0.0467	0.0339	0.0248	0.0712	27	0.0467	0.0528
Ranji, R	0.1000	0.0152	0.0704	0.0352	0.0152	0.0120	0.0528	0.0736	0.0272	0.0520	28	0.0339	0.0736
Tarih / Zaman	30 / 10	1 / 11	2 / 11	3 / 11	4 / 11	5 / 11	6 / 11	7 / 11	8 / 11	9 / 11	29	0.0248	0.0272
											30	0.0712	0.0520
Sınırların	$\bar{X} = 1.68 \div 30 = 0.056$												
Hesaplanması	$\bar{R} = 1.65 \div 30 = 0.055$												
	$A_2R = 0.577 (0.055) = 0.032$												
	$D_4R = 2.115 (0.055) = 0.116$												
	$\bar{X} + A_2\bar{R} = 0.056 + 0.032 = 0.088$												
	$\bar{X} - A_2\bar{R} = 0.056 - 0.032 = 0.024$												
	$D_4\bar{R} = 0.116$												
	$D_3\bar{R} = 0$												



Şekil: 3.6. Standartların belli olmaması durumunda çamurlu atıktaki şeker miktarı \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3.7 Standartların belli olmaması durumunda çamurlu atıktaki şeker miktarı R - Kontrol Grafiği

\bar{X} -kontrol grafiğinde görüldüğü gibi 7, 8 ve 9'ncü alt gruplar, R-kontrol grafiğinde ise 6 ve 7 nolu alt gruplar kontrol sınırlarının ötesine düşmüştür. Dolayısıyla bu sınırlar bizim için deneme kontrol sınırları olup, ancak bu

sınırları aşan alt gruplar elemine edildikten sonra, geriye kalan alt gruplarla oluşturulacak 3. sigma kontrol sınırları tahmini standartlar olarak kabul edilecektir.

Deneme kontrol sınırlarını aşan 6, 7, 8, 9 nolu alt gruplar ile potansiyel olarak kontrol sınırlarının ötesine düşme ihtimali olan 2, 3, 4, 15, 21 ve 30 nolu alt gruplar elemine edilmiştir. Geriye kalan alt gruplar ile aşağıdaki şekilde kontrol sınırları hesaplanmıştır:

$\bar{\bar{X}}$ - grafiği için

$$\bar{\bar{X}} = 0.78 \div 20 = 0.09$$

$$A_2\bar{R} = 0.577 (0.04) = 0.023$$

R - grafiği için

$$\bar{R} = 0.8 \div 20 = 0.04$$

$$D_4\bar{R} = 2.115 (0.04) = 0.08$$

$$\bar{ÜKS\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

$$= 0.09 + 0.023$$

$$= 0.062$$

$$\bar{AKS\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

$$= 0.09 - 0.023$$

$$= 0.016$$

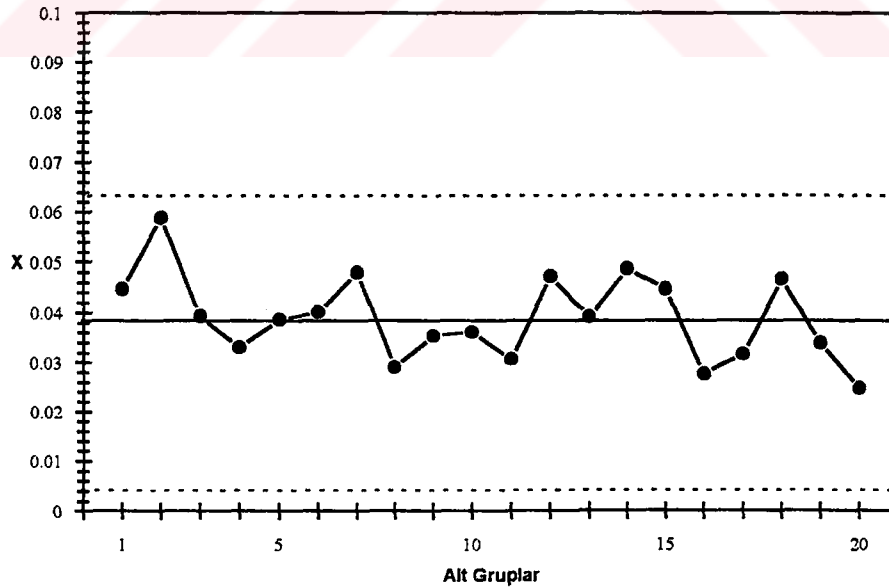
$$\bar{ÜKS\bar{R}} = D_4\bar{R}$$

$$= 0.08$$

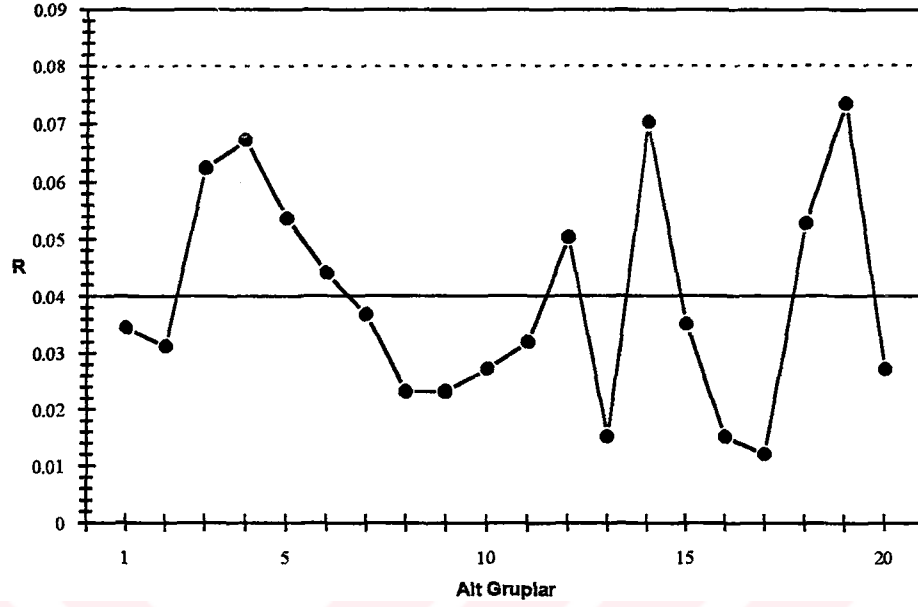
$$\bar{AKS\bar{R}} = D_3\bar{R}$$

$$= 0$$

İkinci defa hesaplanan kontrol sınırları ile çizilen \bar{X} ve R-Kontrol Grafikleri Şekil 3.8 ve Şekil 3.9'da gösterilmiştir.



Şekil: 3.8 Deneme kontrol sınırlarını aşan alt grupların elemine edilmesiyle çamurlu atıkta şeker miktarı \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3 -9 Deneme kontrol sınırlarını aşan alt grupların elemine edilmesiyle çamurlu atıkta şeker miktarı R - Kontrol Grafiği

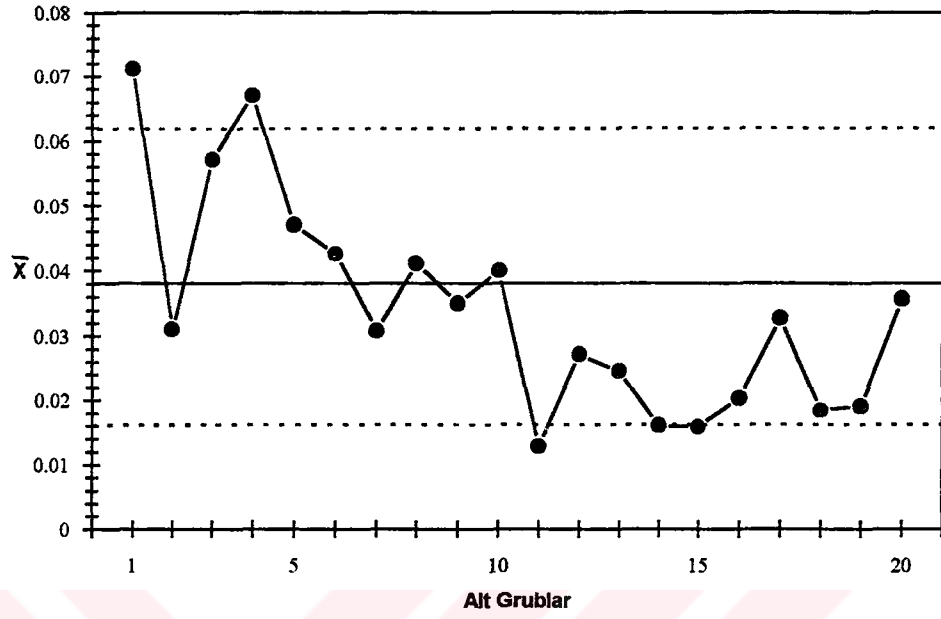
3.3.2.2. Standartların belli olması durumu

Prosesin kontrolde olduğu düşünüldüğü 10-10-1993 ile 10-11-1993 tarihleri arasındaki dönemi verileriyle tahmini standartlar belirlendi.

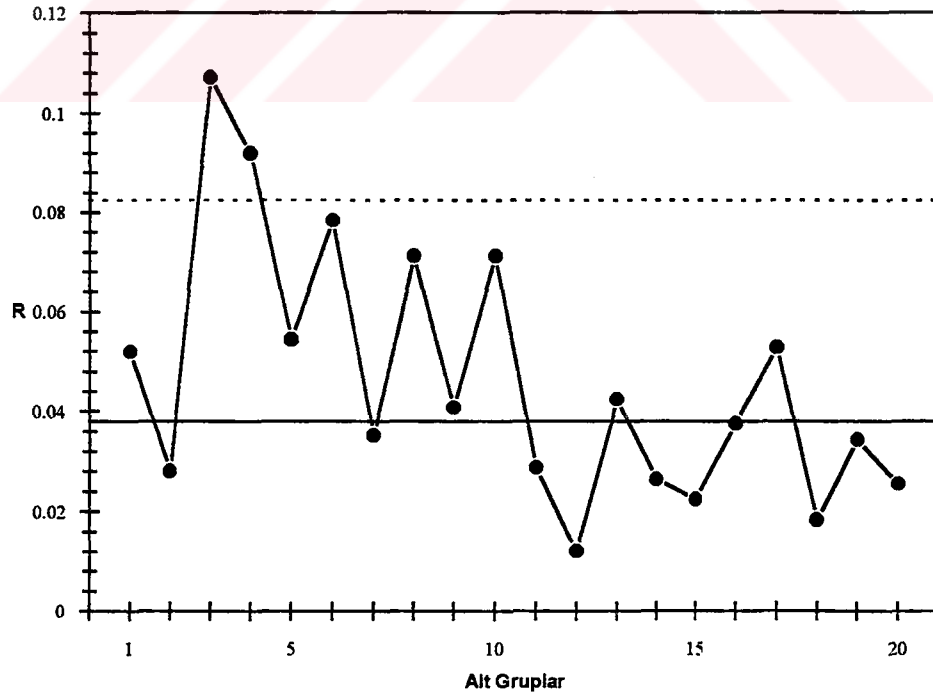
Bu bölümde, belirlenen tahmini standartlar kullanılarak prosesin devam eden 20 günlük ikinci dönemi için \bar{X} ve R kontrol grafikleri hazırlanacaktır. Grafiklerle ilgili veriler ve tahmini standartlar Tablo 3.5'de sunulmuştur. Buna göre çizilen \bar{X} ve R kontrol grafikleri, Şekil 3.10 ve Şekil 3.11'de gösterilmiştir.

Tablo: 3. 4. Çamurlu atıkta şeker miktarı \bar{X} ve R Kontrol Grafiği
veri kayıt tablosu (İkinci dönem)

\bar{X} VE R KONTROL GRAFİKLERİ VERİ KAYIT TABLOSU													
Üretim . Tüketim şekeri										Maksimum : 0,062			
Karakteristik : % 50 KMG'ye göre çamurlu atıkta şeker miktarı										Belirlenmiş Limitler			
Ölçüm Birimi : %P										Minimum : 0,016			
Alterup No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{X}	R	
a	0.0816	0.0448	0.04	0.0832	0.0784	0.0264	0.0448	0.0192	0.0272	0.0448	1	0.0071	0.052
b	0.0912	0.0416	0.0272	0.04	0.0304	0.024	0.016	0.0424	0.0216	0.0768	2	0.0310	0.028
c	0.072	0.0168	0.1344	0.0208	0.024	0.0976	0.0144	0.012	0.024	0.02	3	0.0571	0.107
d	0.0392	0.0224	0.044	0.0784	0.0336	0.0456	0.0296	0.0832	0.04	0.0056	4	0.0670	0.092
e	0.072	0.0296	0.04	0.1128	0.0688	0.0192	0.0496	0.0488	0.0624	0.0528	5	0.0470	0.054
Toplam	0.355	0.155	0.285	0.335	0.235	0.213	0.155	0.206	0.175	0.200	6	0.0426	0.078
Ortalama, \bar{X}	0.0071	0.0310	0.0571	0.0670	0.0470	0.0426	0.0309	0.0411	0.0350	0.04	7	0.0309	0.035
Ranj, R	0.052	0.028	0.107	0.092	0.054	0.078	0.035	0.071	0.041	0.071	8	0.0411	0.071
Tarih / Zaman	10 / 11	11 / 11	12 / 11	13 / 11	14 / 11	15 / 11	16 / 11	17 / 11	18 / 11	19 / 11	9	0.0350	0.041
Alterup No:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10	0.04	0.071
a	0.0048	0.0016	0.0104	0.0296	0.0296	0.0088	0.0216	0.02	0.0152	0.0336	11	0.0128	0.029
b	0.0112	0.0056	0.02	0.0248	0.0216	0.0096	0.0688	0.0168	0.024	0.0272	12	0.027	0.012
c	0.0064	0.008	0.0352	0.0144	0.0088	0.0112	0.0272	0.0288	0.04	0.0224	13	0.0245	0.042
d	0.0336	0.004	0.0496	0.0032	0.012	0.0256	0.016	0.016	0.0056	0.048	14	0.016	0.026
e	0.008	0.0136	0.0072	0.008	0.0072	0.0464	0.0304	0.0104	0.0104	0.0472	15	0.0158	0.022
Toplam	0.065	0.014	0.0122	0.080	0.079	0.102	0.164	0.092	0.095	0.179	16	0.0203	0.038
Ortalama, \bar{X}	0.0128	0.027	0.0245	0.016	0.0158	0.0203	0.0328	0.0184	0.0190	0.0357	17	0.0328	0.053
Ranj, R	0.029	0.012	0.042	0.026	0.022	0.038	0.053	0.018	0.034	0.026	18	0.0184	0.018
Tarih / Zaman	20 / 11	21 / 11	22 / 11	23 / 11	24 / 11	25 / 11	26 / 11	27 / 11	28 / 11	29 / 11	19	0.0190	0.034
Alterup No:	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	20	0.0357	0.026
a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-
b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-
c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-
d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-
e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-
Toplam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	-
Ortalama, \bar{X}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-	-
Ranj, R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	-
Tarih / Zaman	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-	-
											30	-	-
<p style="text-align: center;">\bar{X} - grafiği için</p> <p>Sınırların \bar{X} ÜKS\bar{X} = + 3.0 sigma = 0.062</p> <p>Hesaplanması \bar{X} AKS\bar{X} = -3.0 sigma = 0.016</p> <p>Orta çizgi = 0.039</p>													
<p style="text-align: center;">R - grafiği için</p> <p>Sınırların R ÜKS_R = +3.0 sigma = 0.08</p> <p>Hesaplanması R AKS_R = -3.0 sigma = 0</p> <p>Orta çizgi = 0.04</p>													



Şekil:3.10. Tahmini standartlarla çamurlu atıkta şeker miktarı
 \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3.11 Tahmini standartlarla çamurlu atıkta şeker miktarı
R-Kontrol Grafiği

\bar{X} - kontrol grafiğinde görüldüğü gibi 1 ve 4 nolu alt gruplar üst kontrol sınırını, 11, 12, 14 ve 15 nolu alt gruplar da alt kontrol sınırını aşmıştır. R- Kontrol Grafiğinde ise, 3 ve 4 nolu alt gruplar üst kontrol sınırının ötesine düşmüştür.

Her iki grafikte de kontrol sınırlarını aşan alt grupların bulunması, prosesin bu safhada hem alt grup ortalamaları hem de alt grupların kendi içlerindeki uyum yönüyle kararsız olduğu ve prosesin bu safhasında belirlenen sınırlar içerisinde kontrol durumunun mevcut olmadığını göstermektedir..

Şeker prosesinin bu safhasında, daha önce belirttiğimiz gibi fabrika şartlarının elverdiği nispette çamurlu atıkla beraber dışarıya atılan şeker miktarının az olması istenirdi. Bu oranın % 50 kuru maddeye göre 0.05'in altında olması arzulanırdı. Ancak söz konusu proseste özellikle 1. ve 4. alt grupların seçildiği 11 ve 14-11-1993 tarihlerinde bu oran bazen 0,07 lere kadar yükselmiştir. Bu günlerdeki üretimin kontrol edilerek buna sebep olan faktörlerin düzeltilmesi gerekir.

3.3.3. Filtre çıkışı koyu şerbette briks kontrolü

Ham şerbetin arılaştırılıp süzülmesiyle elde edilen şerbete "sulu şerbet" denir. Sulu şerbet yaklaşık olarak % 14 - 16 arasında kuru madde kapsar. Bu şerbetten kristal şeker pişirmek için, şerbetin % 60 - 65 kuru madde kapsayacak şekilde koyulaştırılması gerektiğinden daha önce söz edilmişti.

Bu bölümde filtre çıkışı koyu şerbetteki kuru madde oranı, "standartların belli olmaması durumunda" ve "standartların belli olması durumunda" uygulanan kontrol grafikleriyle izlenecektir.

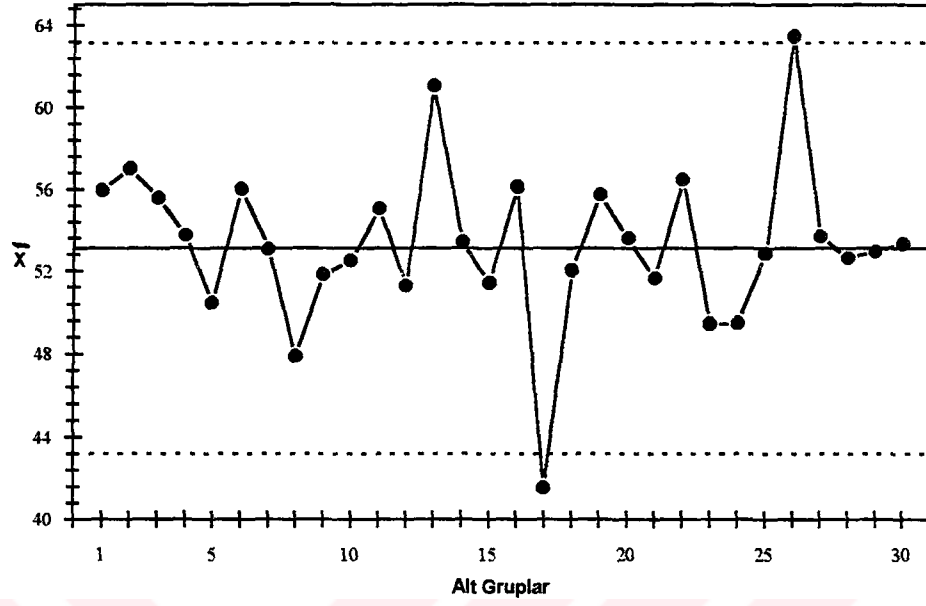
3.3.3.1. Standartların belli olmaması durumu

Standartların belli olmaması durumunda \bar{X} ve R kontrol grafiklerinin hazırlanmasında, prosesin kontrolde olduğu düşünüldüğü 15. 10. 1993 ile 15 - 11 1993 tarihleri arasındaki filtre çıkışı koyu koyu şerbette kuru madde oranı ile ilgili verilerden yararlanılmıştır. Bu verilerden oluşturulan 5 büyüklüğünde 30 alt grup tablo 3.5 'de sunulmuştur.

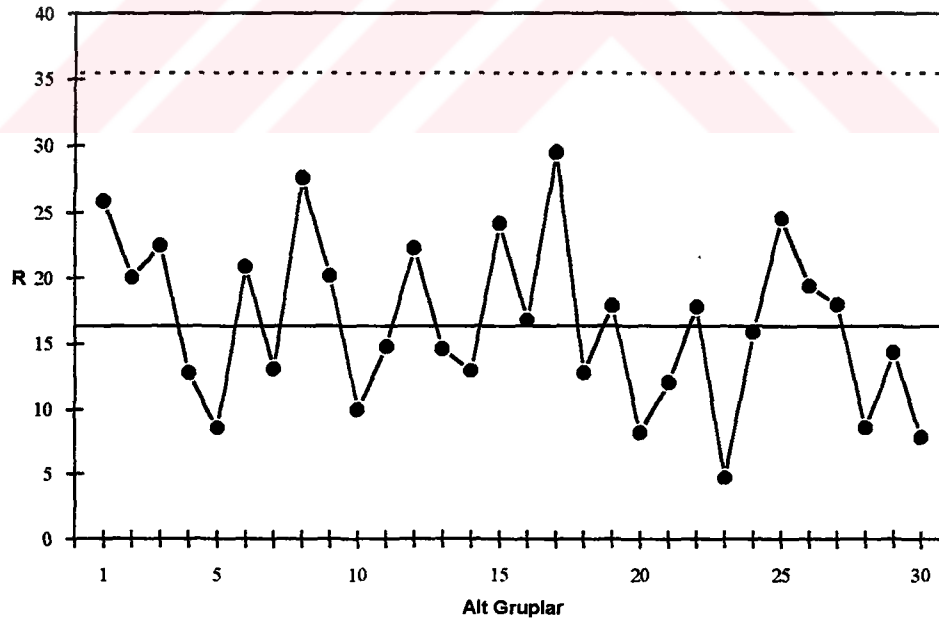
\bar{X} - kontrol grafiğinin çiziminde kullanılacak A_2 faktörü, Ek - 1'den $n=5$ durumunda $A_2 = 0.577$ olarak, R - kontrol grafiğinin çiziminde kullanılacak D_3 ve D_4 faktörleri, Ek - 1'den $n=5$ durumunda $D_3 = 0$ ve $D_4 = 2.115$ olarak bulunur. Buna göre hesaplanan kontrol sınırlarıyla çizilen \bar{X} ve R kontrol grafikleri, Şekil 3.12 ve Şekil 3.13'de gösterilmiştir.

Tablo: 3.5. Koyu şerbet brikisi \bar{X} ve R Kontrol Grafiği
veri kayıt tablosu (Birinci Dönem)

\bar{X} VE R KONTROL GRAFİKLERİ VERİ KAYIT TABLOSU														
Üretim : Tüketim şekeri											Maksimum			
Karakteristik : Koyu şerbette kuru madde											Belirlenmiş Limitler			
Ölçüm Birimi : %S											Minimum			
Alterup No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{X}	R		
a	66.2	68.0	52.8	52.4	47.4	57.4	57.6	52.6	56.6	53.9	1	55.98	25.9	
b	63.0	57.2	64.8	61.1	53.3	49.6	49.6	62.6	50.7	51.0	2	57.04	20.1	
c	62.2	57.6	51.0	56.0	54.6	56.4	56.4	41.8	47.7	53.1	3	55.62	22.5	
d	37.1	47.9	66.0	48.3	51.0	57.3	57.3	48.0	42.0	47.3	4	53.74	12.8	
e	57.4	54.5	43.5	50.9	46.0	44.5	44.5	35.0	62.2	57.3	5	50.46	8.6	
Toplam	279.9	285.2	278.1	268.7	252.3	280.2	265.2	239.4	259.2	262.6	6	56.04	20.9	
Ortalama, \bar{X}	55.98	57.04	55.62	53.74	50.46	56.04	53.08	47.88	51.84	52.52	7	53.08	13.1	
Ranj. R	25.9	20.1	22.5	12.8	8.6	20.9	13.1	27.6	20.2	10	8	47.88	27.6	
Tarih / Zaman	15/10	16/10	17/10	18/10	19/10	20/10	21/10	22/10	23/10	24/10	9	51.84	20.2	
Alterup No:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10	52.52	10	
a	52.2	39.3	62.1	59.1	44.7	48.8	28.3	30.6	54.1	53.6	11	55.08	14.8	
b	61.3	61.0	61.5	54.4	41.9	51.4	33.4	47.3	65.5	57.4	12	51.3	22.3	
c	58.8	61.6	63.5	54.9	66.1	62.8	57.8	50.4	47.6	49.2	13	61.06	14.6	
d	56.6	51.0	66.4	52.6	56.7	65.6	54.0	51.9	48.4	53.1	14	53.42	13	
e	46.5	43.6	51.8	46.1	47.8	52.1	34.3	60.1	63.1	54.8	15	51.44	24.2	
Toplam	275.4	256.5	305.3	267.1	257.2	280.7	207.8	260.3	278.7	268.1	16	56.14	16.8	
Ortalama, \bar{X}	55.08	51.3	61.06	53.42	51.44	56.14	41.56	52.06	55.74	53.62	17	41.56	29.5	
Ranj. R	14.8	22.3	14.6	13	24.2	16.8	29.5	12.8	17.9	8.2	18	52.06	12.8	
Tarih / Zaman	25/10	26/10	27/10	28/10	29/10	30/10	1/11	2/11	3/11	4/11	19	55.74	17.9	
Alterup No:	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	20	53.62	8.2	
a	56.1	58.8	51.2	47.7	54.6	51.7	63.5	52.7	56.0	51.7	21	51.66	12.1	
b	52.3	68.0	51.6	60.5	63.3	61.0	47.3	55.9	50.4	57.5	22	56.5	17.8	
c	44.0	50.2	47.7	44.6	38.7	71.1	45.5	54.0	45.6	49.6	23	49.44	4.7	
d	52.6	50.5	46.9	45.8	53.3	70.0	61.0	47.3	60.0	55.5	24	49.48	15.9	
e	53.3	55.0	49.8	48.8	54.3	63.7	51.2	53.3	52.8	52.4	25	52.84	24.6	
Toplam	258.3	282.5	247.2	247.4	264.2	317.5	268.5	263.2	264.8	266.7	26	63.5	19.4	
Ortalama, \bar{X}	51.66	56.5	49.44	49.48	52.84	63.5	53.7	52.64	52.96	53.34	27	53.7	18	
Ranj. R	12.1	17.8	4.7	15.9	24.6	19.4	18	8.6	14.4	7.9	28	52.64	8.6	
Tarih / Zaman	5/11	6/11	7/11	8/11	9/11	10/11	11/11	12/11	13/11	14/11	29	52.96	14.4	
											30	53.34	7.9	
Sınırların	$\bar{X} = 1601.7 \div 30 = 53.39$				$\bar{X} = 1601.7 \div 30 = 53.39$				$\bar{X} = 1601.7 \div 30 = 53.39$					
Hesaplanması	$R = 499.2 \div 30 = 16.64$				$U_{KSr} = \bar{X} + A_2R = 53.39 + 9.6 = 62.99$				$AKS_r = \bar{X} - A_2R = 53.39 - 9.6 = 43.79$					
	$A_2R = 0.577 (16.64) = 9.60$				$U_{KSr} = D_4R = 35.19$				$AKS_r = D_3R = 0$					
	$D_4R = 2.115 (16.64) = 35.19$													



Şekil: 3.12. Standartların belli olmaması durumunda koyu şerbet briksi
 \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3.13. Standartların belli olmaması durumunda koyu şerbet briksi
R - kontrol grafiği

\bar{X} -Kontrol grafiğinde görüldüğü gibi 17 nolu alt grup alt kontrol sınırının ötesine 26'nolu alt grupta üst kontrol sınırının ötesine düşmüştür.

Hesaplanan sınırlar deneme kontrol sınırları olup bu sınırları aşan alt gruplar elemine edildikten sonra geriye kalan alt gruplarla oluşturulacak 3-sigma kontrol sınırları, tahmini standartlar olarak kabul edilecektir.

Deneme kontrol sınırlarını aşan 17 ve 16 nolu alt gruplar ile potansiyel olarak kontrol sınırlarının ötesine düşme ihtimali olan 13 nolu alt grup elemine edilmiştir. Geriye kalan alt gruplarla hesaplanan kontrol sınırları aşağıdaki gibidir.

\bar{X} - grafiği için

$$\bar{\bar{X}} = 1435.6 \div 27 = 53.17$$

$$A_2\bar{R} = 0.577 (16.14) = 9.31$$

$$\bar{ÜKS\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

$$= 53.17 + 9.31$$

$$= 62.48$$

$$\bar{AKS\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

$$= 53.17 - 9.31$$

$$= 43,86$$

R - grafiği için

$$\bar{R} = 435.8 \div 27 = 16.14$$

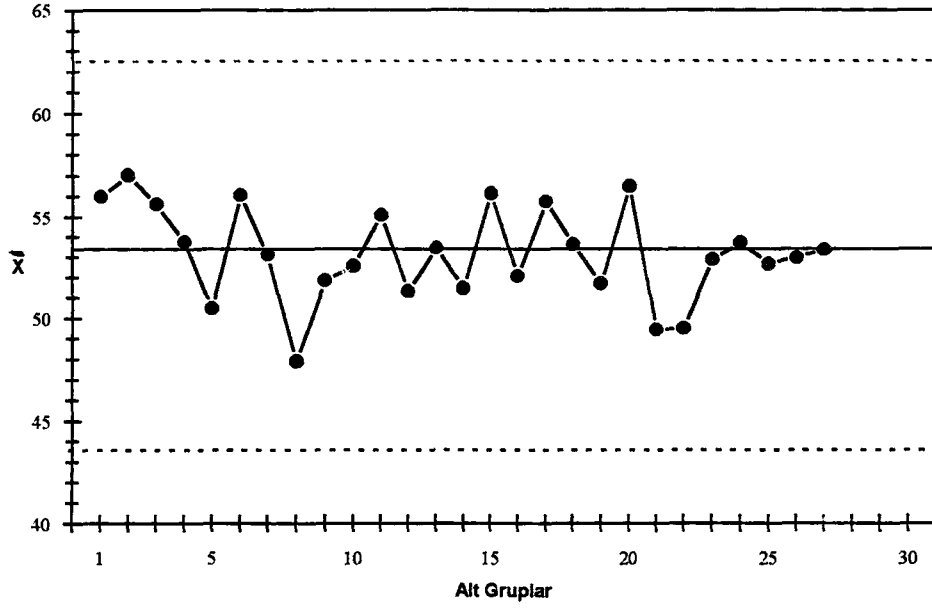
$$\bar{ÜKS_R} = D_4\bar{R}$$

$$= 34.13$$

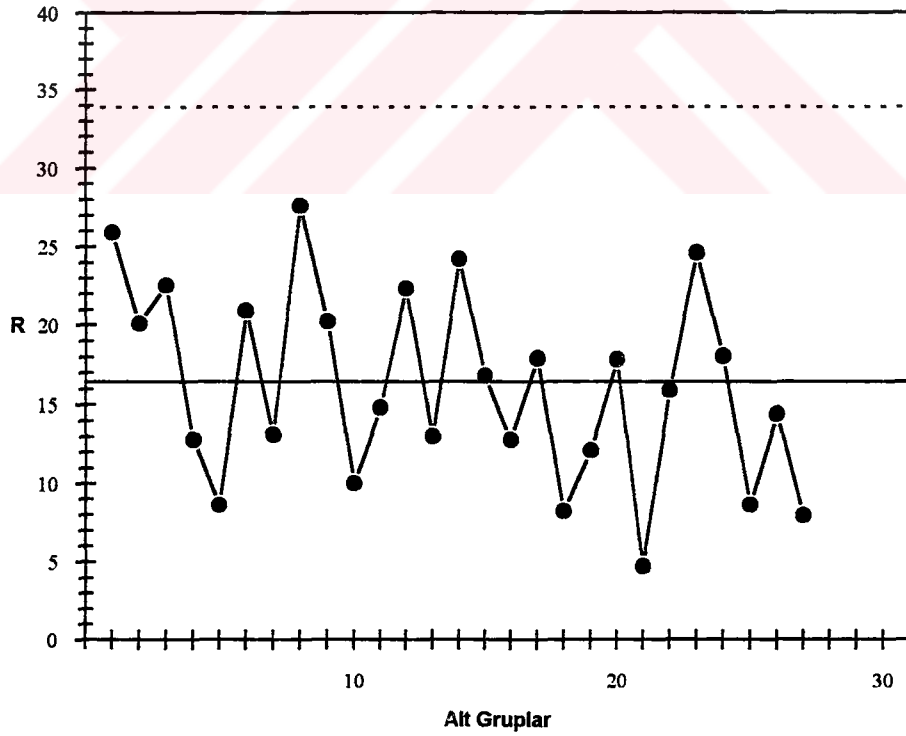
$$\bar{AKS_R} = D_3\bar{R}$$

$$= 0$$

Buna göre \bar{X} ve R-Kontrol Grafikleri Şekil 3.14. ve Şekil 3.15'te gösterilmiştir.



Şekil: 3.14. Deneme kontrol sınırlarını aşan alt grupların elemine edilmesiyle koyu şerbet briksi \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3.15. Deneme kontrol sınırlarını aşan alt grupların elemine edilmesiyle koyu şerbet briksi R - Kontrol Grafiği

3.3.3.2 Standartların belli olması durumu

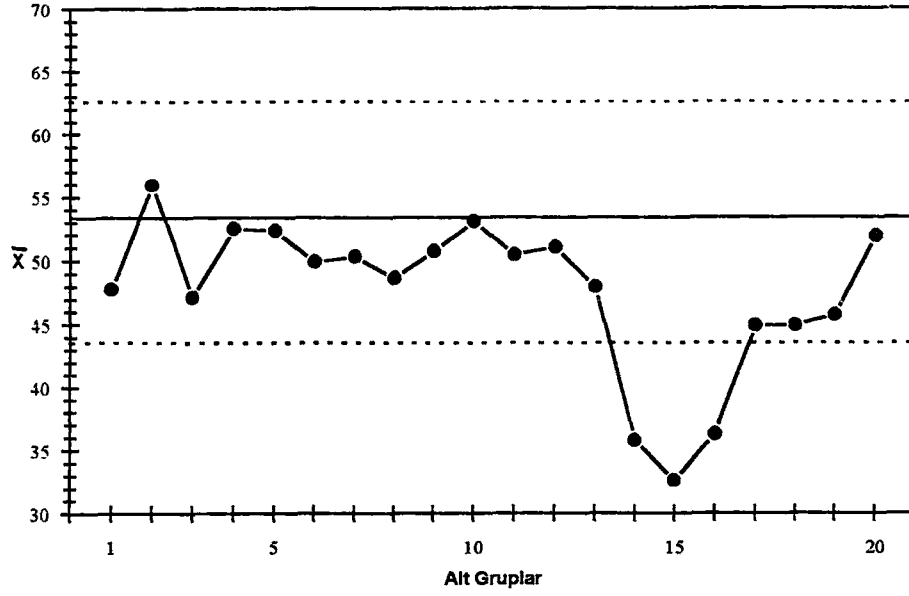
Prosesin kontrolde olduğu düşünöldüğü 15 - 10 - 1993 ile 15 - 11 - 1993 tarihleri arasındaki dönem verileriyle tahmini standartlar belirlendi.

Bu bölümde, belirlenen tahmini standartlar kullanılarak prosesin takip eden 20 günlük ikinci dönemi, \bar{X} ve R-kontrol grafikleriyle izlenecektir. Grafiklerle ilgili veriler ve tahmini standartlar Tablo 3 - 7'de sunulmuştur. Buna göre, hazırlanan \bar{X} ve R-kontrol grafikleri, Şekil 3.16 ve Şekil 3.17'de gösterilmiştir.

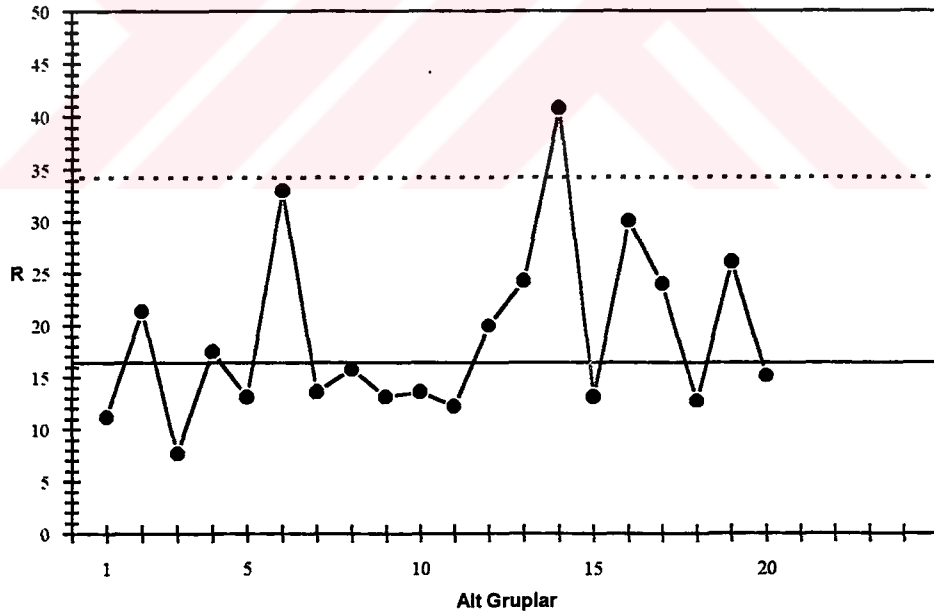


Tablo: 3.6. Koyu şerbet briksi \bar{X} ve R Kontrol Grafiği
veri kayıt tablosu (İkinci dönem)

\bar{X} VE R KONTROL GRAFİKLERİ VERİ KAYIT TABLOSU													
Üretim . Tüketim şekeri .										Maksimum :62,48			
Karakteristik : koyu şerbette kuru madde										Belirlenmiş Limitler			
Ölçüm Birimi : %S										Minumum : 43,86			
Altgrup No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		\bar{X}	R
a	52.8	46.8	49	52.2	52.5	50.5	57.7	49.1	44	62	1	47.8	11.2
b	50.9	50.4	51	63.1	58.8	38.1	44.1	43.7	57.1	51.4	2	55.94	21.4
c	41.6	68.2	45.7	47.1	47.5	71.1	52.7	52.2	52.3	53	3	47.16	7.7
d	46.1	62.7	43.3	45.6	45.7	41.4	51.1	41.2	50.8	50.4	4	52.48	17.5
e	47.6	51.6	46.8	54.4	57.2	48.5	46	57	49.4	48.4	5	52.34	13.1
Toplam	239	279.7	235.8	262.4	261.7	249.6	251.6	243.2	253.6	265.2	6	49.92	33
Ortalama, \bar{X}	47.8	55.94	47.16	52.48	52.34	49.92	50.32	48.64	50.72	53.04	7	50.32	13.6
Ranj, R	11.2	21.4	7.7	17.5	13.1	33	13.6	15.8	13.1	13.6	8	48.64	15.8
Tarih / Zaman	15/11	16/11	17/11	18/11	19/11	20/11	21/11	22/11	23/11	24/11	9	50.72	13.1
Altgrup No:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10	53.04	13.6
a	46.2	50.9	49.6	45.9	31.2	26.6	29.8	41.6	46.6	44.7	11	50.46	12.2
b	47	47.2	40.7	20	39.8	24.9	52.8	37.3	33.3	59.6	12	51.02	20
c	46.3	43.4	63.3	18.1	32.9	26.3	41.7	48.6	40.6	53.2	13	48	24.3
d	58.4	63.4	39	36.1	26.7	55	53.8	47	48.7	57.6	14	35.8	40.8
e	54.4	50.2	47.4	58.9	32.5	48.7	46.5	50	59.4	44.4	15	32.62	13.1
Toplam	252.3	255.1	240	179	163.1	181.1	224.6	224.5	228.6	259.1	16	36.3	30.1
Ortalama, \bar{X}	50.46	51.02	48	35.8	32.62	36.3	44.92	44.9	45.72	51.9	17	44.92	24
Ranj, R	12.2	20	24.3	40.8	13.1	30.1	24	12.7	26.1	15.2	18	44.9	12.7
Tarih / Zaman	25/11	26/11	27/11	28/11	29/11	30/11	1/12	2/12	3/12	4/12	19	45.72	26.1
Altgrup No:	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	20	51.9	15.2
a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-
b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-
c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-
d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-
e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-
Toplam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	-
Ortalama, \bar{X}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-	-
Ranj, R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	-
Tarih / Zaman	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-	-
											30	-	-
<p style="text-align: center;">\bar{X} - grafiği için</p> <p>Sınırların \bar{X} ÜKS\bar{X} = +3.0 sigma = 62,48</p> <p>Hesaplanması AKS\bar{X} = -3.0 sigma = 43,86</p> <p>Orta çizgi = 53,17</p>													
<p style="text-align: center;">R - grafiği için</p> <p>Sınırların ÜKSR = +3.0 sigma = 34,13</p> <p>Hesaplanması AKSR = -3.0 sigma = 0</p> <p>Orta çizgi = 16,14</p>													



Şekil: 3.16. Tahmini standartlarla koyu şerbet briksi \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3.17. Tahmini standartlarla koyu şerbet briksi R - Kontrol Grafiği

\bar{X} - kontrol grafiğinde görüldüğü gibi 14,15 ve 16 nolu alt gruplar alt kontrol sınırının ötesine düşmüştür. R - kontrol grafiğinde ise 14 nolu alt grup üst kontrol sınırını aşmıştır.

\bar{X} ve R-kontrol grafiğinin her ikisinde de sınırları aşan noktaların bulunması, prosesin bu safhada alt grup ortalamaları yönüyle olduğu gibi alt grupların kendi aralarındaki uyum yönüyle de kararsız olduğunu ve belirlenen sınırlar içinde kontrol durumunun mevcut olmadığını gösterir.

Daha önce belirttiğimiz gibi şeker prosesinin bu safhasında filtre çıkışı koyu şerbette kuru madde oranının % 60-65 arasında olması arzulanırdı. Ancak, üzerinde uygulama yaptığımız Erzurum Şeker Fabrikası'nda bu oranın %45 ile %60 arasında bazen de 14,15 ve 16. alt grupların seçildiği 28, 29, ve 30-11-1993 tarihlerinde %35'lere kadar düştüğü görülmektedir. Bu günlerde üretimin kontrol edilerek buna yol açan faktörlerin araştırılıp düzeltici tedbirlerin alınması gerekir.

3.3.4. Melasta şeker miktarı kontrolü

Buharlaştırma kazanlarında 60 -65 Bx kadar koyulaştırılmak süretiyle elde edilen koyu şerbet pişirilerek şurup haline getirilir. Bu şuruplardan şeker prosesinin teknik ve ekonomik imkanlarının elverdiği nispette şeker alındıktan sonra geriye kalan ana şurupta (melas) % 50 civarında şeker kalması istenir. Bu oranın üzerindeki ve altındaki değerler fabrikanın aleyhinedir.

Bu bölümde, şeker prosesinin bu safhadaki seyri \bar{X} ve R kontrol grafikleriyle incelenecektir. İlk olarak prosesin bu safhası için tahmini standartlar belirlenecek daha sonra bu standartlar kullanılarak prosesin müteakip ikinci dönemdeki kararlılığı araştırılacaktır.

3.3.4.1. Standartların belli olmaması durumu

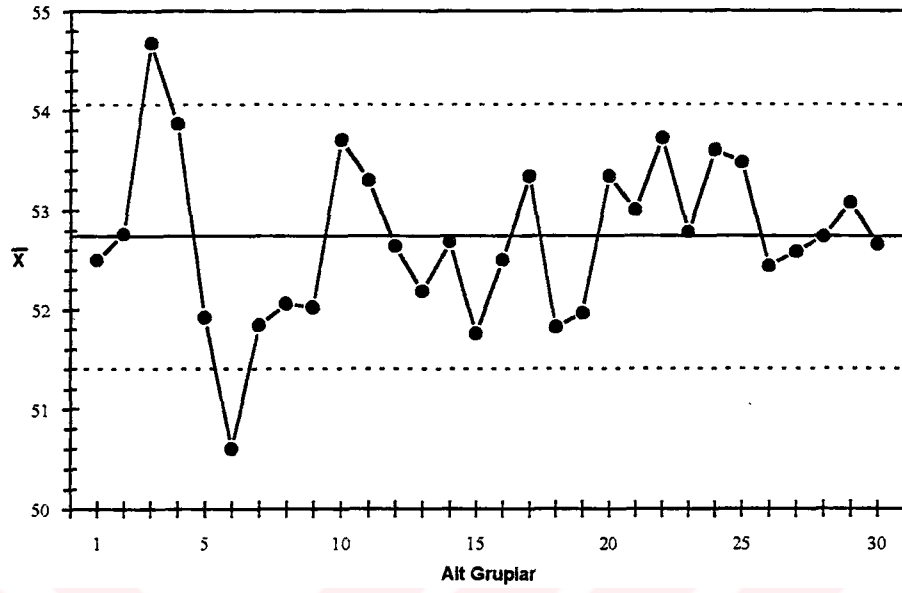
Prosesin kontrolde olduğu düşünüldüğü 15-10-1993 ile 15-11-1993 tarihleri arasında melastaki şeker miktarıyla (polar) ilgili verilerden yararlanılarak tahmini standartlar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu verilerden tesadüfî olarak oluşturulan 5 büyüklüğünde 30 alt grup Tablo 3.7.'de sunulmuştur.

\bar{X} ve R grafiklerinin çiziminde gerekli A_2 , D_3 ve D_4 faktörleri Ek-1'den $n = 5$ durumunda $A_2 = 0.577$, $D_3 = 0$ ve $D_4 = 2.115$ olarak bulunmuştur.

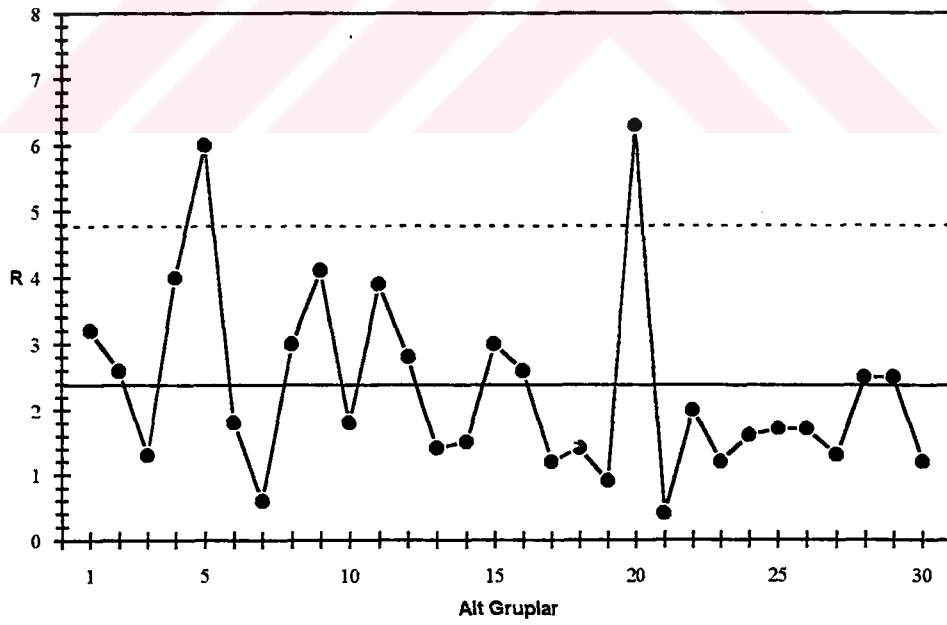
Buna göre hesaplanan kontrol sınırlarıyla çizilen \bar{X} ve R-kontrol grafikleri Şekil 3.18. ve 3.19'da gösterilmiştir.

Tablo: 3.7. Melas polarizasyonu \bar{X} ve R Kontrol Grafiği
veri kayıt tablosu (Birinci dönem)

\bar{X} VE R KONTROL GRAFİKLERİ VERİ KAYIT TABLOSU													
Üretim . Melas											Maksimum		
Karakteristik : Melastaki şeker											Belirlenmiş Limitler		
Ölçüm Birimi : %P											Minimum		
Altgrup No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{X}	R	
a	51.5	54	54.6	55.0	52.6	51.0	52.0	52.0	50.4	53.0	1	52.5	3.2
b	54.6	53.4	54.8	55.2	50.0	49.8	51.8	53.0	52.0	54.8	2	52.76	2.6
c	53	51.8	54.0	51.2	49.0	50.0	52.0	52.4	51.4	53.0	3	54.68	1.3
d	52	51.4	55.3	54.0	53.0	51.6	51.4	52.9	54.5	54.0	4	53.86	4
e	51.4	53.2	54.68	53.85	55.0	50.60	52.0	50.0	51.8	53.7	5	51.92	6
Toplam	262.5	263.8	272.4	269.3	259.6	253	259.2	260.3	260.1	268.5	6	50.6	1.8
Ortalama, \bar{X}	52.5	52.76	54.68	53.86	51.92	50.6	51.84	52.06	52.02	53.7	7	51.84	0.6
Ranj, R	3.2	2.6	1.3	4	6	1.8	0.6	3	4.1	1.8	8	52.06	3
Tarih / Zaman	15/10	16/10	17/10	18/10	19/10	20/10	21/10	22/10	23/10	24/10	9	52.02	4.1
Altgrup No:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10	53.7	1.8
a	53.0	52.4	52.8	52.0	53.0	52.4	52.6	51.2	52.0	51.3	11	53.3	3.9
b	53.8	52.6	52.7	52.4	52.0	53	53.0	51.7	51.5	52.0	12	52.64	2.8
c	55.2	53.0	51.6	53.5	52.7	53.6	53.8	52.6	52.4	52.0	13	52.18	1.4
d	53.2	54.0	51.4	52.8	51.1	51.0	53.6	52.0	51.9	53.8	14	52.68	1.5
e	51.3	51.2	52.4	52.68	50.0	52.5	53.7	51.6	52.0	57.6	15	51.76	3
Toplam	266.5	263.2	260.9	263.4	258.8	262.5	266.7	259.1	259.8	266.7	16	52.5	2.6
Ortalama, \bar{X}	53.3	52.64	52.18	52.68	51.76	52.5	53.34	51.82	51.96	53.34	17	53.34	1.2
Ranj, R	3.9	2.8	1.4	1.5	3	2.6	1.2	1.4	0.9	6.3	18	51.82	1.4
Tarih / Zaman	25/10	26/10	27/10	28/10	29/10	30/10	1/11	2/11	3/11	4/11	19	51.96	0.9
Altgrup No:	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	20	53.34	6.3
a	53.0	54.0	53.0	54.0	54.4	52.5	53	51.5	54.5	52.4	21	53	0.4
b	53.2	54.1	52.7	53.0	54.0	51.6	52	52	52.3	53.2	22	53.72	2
c	52.8	54.6	53.2	52.8	52.8	52.8	53.3	53.2	53.8	53.1	23	52.78	1.2
d	53.0	53.3	52.0	54.4	52.7	53.3	52.5	54	52.8	52.6	24	53.6	1.6
e	53.0	52.6	53.0	53.8	53.48	52	52.1	53	52	52	25	53.48	1.7
Toplam	265	268.6	263.9	268	267.4	262.2	262.9	263.7	265.4	263.3	26	52.44	1.7
Ortalama, \bar{X}	53	53.72	52.78	53.6	53.48	52.44	52.58	52.74	53.08	52.66	27	52.58	1.3
Ranj, R	0.4	2	1.2	1.6	1.7	1.7	1.3	2.5	2.5	1.2	28	52.74	2.5
Tarih / Zaman	5/11	6/11	7/11	8/11	9/11	10/11	11/11	12/11	13/11	14/11	29	53.08	2.5
											30	52.66	1.2
Sınırların	$\bar{X} = 1581.7 \div 30 = 52.72$												
Hesaplanması	$R = 69.6 \div 30 = 2.32$												
	$A_2\bar{R} = 0.577 (2.32) = 1.33$												
	$D_4\bar{R} = 2.115 (2.32) = 4.90$												
	$\bar{X} + A_2\bar{R} = 52.72 + 1.33 = 54.05$												
	$\bar{X} - A_2\bar{R} = 52.72 - 1.33 = 51.39$												
	$D_4\bar{R} = 4.90$												
	$D_3\bar{R} = 0$												



Şekil: 3.18. Standartların belli olmaması durumunda melas polarizasyonu
 \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3.19. Standartların belli olmaması durumunda melas polarizasyonu
R - Kontrol Grafiği

\bar{X} -kontrol grafiğinde görüldüğü gibi 3 nolu alt grup üst kontrol sınırının ötesine, 6 nolu alt grupta alt kontrol sınırının ötesine düşmüştür. R-Kontrol Grafiğinde de 5 ve 20 nolu alt gruplar üst kontrol sınırını taşmıştır. Dolayısıyla, bu alt grupların elemine edilmesiyle geriye kalan alt gruplarla oluşturulacak 3-sigma kontrol sınırları, tahmini standartlar olarak kabul edilebilecektir.

Deneme kontrol sınırlarını aşan 3, 5, 6 ve 20 nolu alt alt grupların elemine edilmesiyle hesaplanan kontrol sınırları aşağıdaki gibidir:

\bar{X} - grafiği için

$$\bar{\bar{X}} = 1371 \div 26 = 52.73$$

$$A_2\bar{R} = 0.577 (2.08) = 1.2$$

$$\bar{ÜKS}_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

$$= 52.73 + 1.2$$

$$= 53.93$$

$$AKS_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

$$= 52.73 - 1.2$$

$$= 51.53$$

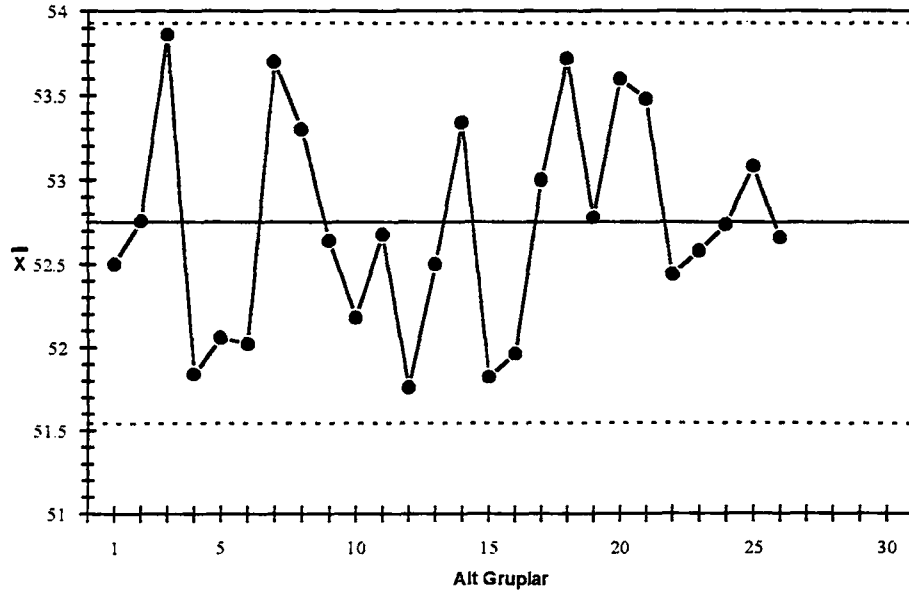
R - grafiği için

$$D_4\bar{R} = 2.115 (2.08) = 4.4$$

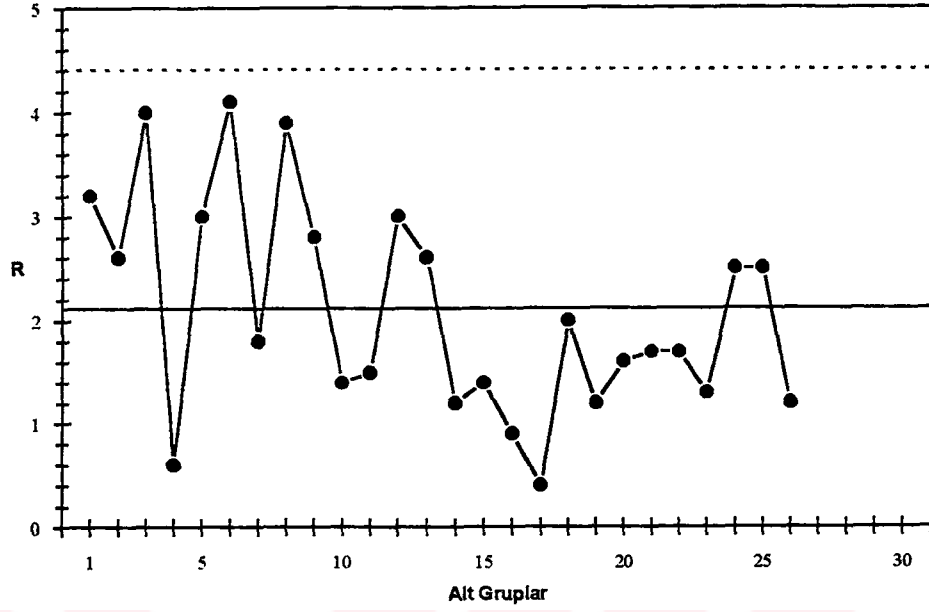
$$\bar{ÜKS}_R = D_4\bar{R} = 4.40$$

$$AKSR = D_3\bar{R} = 0$$

Buna göre hazırlanan X ve R-Kontrol grafikleri Şekil 3.20. ve Şekil 3.21. de gösterilmiştir.



Şekil : 3.20. Deneme sınırları aşan noktaların elemine edilmesiyle melas polarizasyonu \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3.21. Deneme sınırları aşan noktaların elemine edilmesiyle melas polarizasyonu R - Kontrol Grafiği

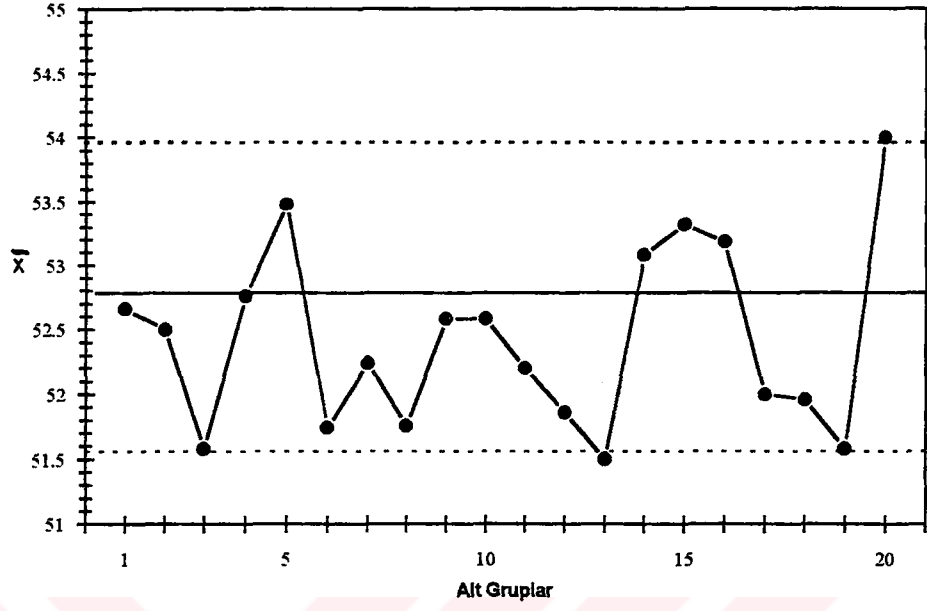
3.3.4.2. Standartların belli olması durumu

Prosesin kontrolde olduğu düşünüldüğü 15-10-1993 ile 15-11-1993 tarihleri arasındaki dönem verileriyle tahmini standartlar belirlendi.

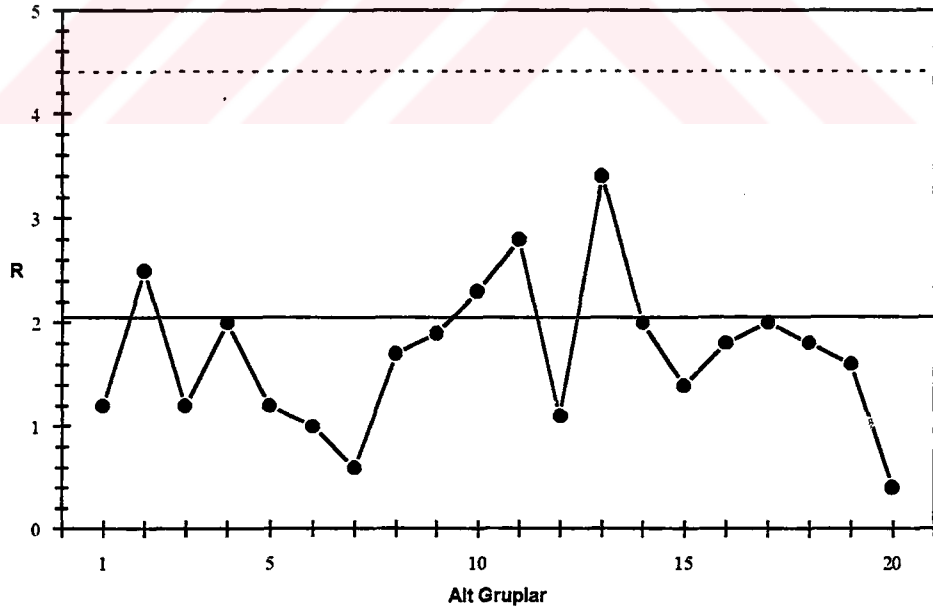
Bu bölümde, belirlenen tahmini standartlar kullanılarak prosesin takip eden 20 günlük ikinci dönemi \bar{X} ve R kontrol grafikleriyle izlenecektir. Grafiklerle ilgili veriler ve tahmini standartlar Tablo 3.8'de sunulmuştur. Buna göre hazırlanan \bar{X} ve R kontrol grafikleri Şekil 3.22 ve Şekil 3.23'de gösterilmiştir.

Tablo: 3.8. Melas polarizasyonu \bar{X} ve R Kontrol Grafiği
veri kayıt tablosu (İkinci dönem)

\bar{X} VE R KONTROL GRAFİKLERİ VERİ KAYIT TABLOSU													
Üretim : Melas											Maksimum : 53,93		
Karakteristik : Melasta şeker											Belirlenmiş Limitler		
Ölçüm Birimi : %P											Minumum : 51,93		
Altgrup No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		\bar{X}	R
a	52.4	52.8	51.6	54	53.4	52.2	52	52.7	53.4	53.9	1	52.66	1.2
b	53.2	52.2	50.8	53.6	53.5	51.2	52	51.6	52.6	52.8	2	52.5	2.5
c	53.1	53	51.9	52	52.8	51.3	52.6	51	52.8	51.6	3	51.58	1.2
d	52.6	53.5	52	52	54	52.2	52.3	51.8	51.5	52	4	52.76	2
e	52	51	51.6	52.2	53.7	51.8	52.3	51.7	52.6	52.6	5	53.48	1.2
Toplam	263.3	262.5	257.9	263.8	267.4	258.7	261.2	258.8	262.9	262.9	6	51.74	1
Ortalama, \bar{X}	52.66	52.5	51.58	52.76	53.48	51.74	52.24	51.76	52.58	52.58	7	52.24	0.6
Ranj, R	1.2	2.5	1.2	2	1.2	1	0.6	1.7	1.9	2.3	8	51.76	1.7
Tarih / Zaman	15/11	16/11	17/11	18/11	19/11	20/11	21/11	22/11	23/11	24/11	9	52.58	1.9
Altgrup No:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10	52.58	2.3
a	53.6	51.2	53.4	53.6	52.9	53.8	52	51.2	52	54	11	52.2	2.8
b	53.2	52.2	51.9	54.4	54.2	52	53	51.2	50.6	54.2	12	51.86	1.1
c	50.8	51.6	51	52.5	53.7	53.4	51	52.4	51.1	53.8	13	51.5	3.4
d	51.6	52.3	51.2	52.4	52.8	53.5	52	53	52	54	14	53.08	2
e	51.8	52	50	52.5	53	53.2	52	52	52.2	54	15	53.32	1.4
Toplam	261	259.3	257.5	265.4	266.6	265.9	260.0	259.8	257.9	270	16	53.18	1.8
Ortalama, \bar{X}	52.2	51.86	51.5	53.08	53.32	53.18	52	51.96	51.58	54	17	52	2
Ranj, R	2.8	1.1	3.4	2	1.4	1.8	2	1.8	1.6	0.4	18	51.96	1.8
Tarih / Zaman	25/11	26/11	27/11	28/11	29/11	30/11	1/12	2/12	3/12	4/12	19	51.58	1.6
Altgrup No:	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	20	54	0.4
a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam												-	-
Ortalama, \bar{X}												-	-
Ranj, R												-	-
Tarih / Zaman												-	-
\bar{X} - grafiği için													
Sınırların	ÜKSN = + 3.0 sigma = 53,93						ÜKSR = +3.0 sigma = 4,40						
Hesaplanması	AKSN = -3.0 sigma = 51,53						AKSR = -3.0 sigma = 0						
	Orta çizgi = 52,73						Orta çizgi = 2,08						



Şekil: 3.22. Tahmini standartlarla melas polarizasyonu
 \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3.23. Tahmini standartlarla melas polarizasyonu
R- Kontrol Grafiği

\bar{X} - Kontrol Grafiğinde görüldüğü gibi 13 ve 20 nolu alt gruplar kontrol sınırlarının ötesine düşmüştür. R - kontrol grafiğinde ise bütün noktalar kontrol sınırlarının arasındadır. Bu durum, prosesin bu safhada alt grupların kendi aralarındaki uyum yönüyle kararlı olmasına rağmen alt grup ortalamaları yönüyle kararsız olduğunu gösterir.

Daha önce belirttiğimiz gibi melasta bulunması istenen ideal şeker miktarı (polar) % 50 idi. Üzerinde uygulama yaptığımız proseste ise özellikle 5, 14, 15, 16 ve 20 nolu alt grupların seçildiği 19, 28, 29 ve 30-11-1993 tarihleri ile 1-12-1993 tarihlerinde melastaki şeker miktarı %50'nin üzerine çıkmıştır. Bugünlerdeki üretimin kontrol edilerek buna yol açan faktörlerin araştırılıp düzeltici tedbirlerin alınması gerekir.

3.3.5. Beyaz şekerde kalite kontrolü

Tüketim şekeri olarak kullanılacak şekerin belirli bir kalitede olması gerekir. Şekerin puanlama sistemine göre kalitesini; renk tipi, çözeltilisinin renk ve bulanıklılığı ve kapsadığı kül miktarı oluştururdu.

Bu bölümde Erzurum Şeker Fabrikası 1993 kampanya döneminde üretimi gerçekleştirilen şekerin kalitesi \bar{X} ve R-Kontrol Grafikleriyle izlenecektir. Bunun için fabrika labovatuvarında hesaplanan toplam puan değerleri kullanılacaktır. Labovatuvarında şekerin toplam puanı her saat hesaplanmakla beraber, 12 saatin ortalaması alınarak değerlendirme yapılmaktadır. Bu yüzden hazırlayacağımız \bar{X} ve R kontrol grafiklerinde hergün için sadece iki veri kullanılmıştır.

3.3.5.1. Kristal şekerde kalite kontrolü

Kristal şekerin kalitesini \bar{X} ve R kontrol grafikleriyle izlemek için prosesin 30 günlük toplam puan verileri kullanıldı. Bu veriler Tablo: 3.9.'da sunulmuştur.

Tablo: 3.9. Kristal şeker toplam puan değerleri

Alt Grup Numarası	Alt Grup Değerleri		\bar{X}	R
1	18	17.9	17.95	0.1
2	18.6	17.3	17.95	1.3
3	16.5	16.5	16.5	0
4	18.4	17.4	17.9	1
5	20.3	19.3	19.8	1
6	19.2	20	19.6	0.8
7	22.2	21.1	21.65	1.1
8	19.7	19.4	19.55	0.3
9	19.8	19.6	19.7	0.2
10	24.6	17.2	20.9	7.4
11	20.9	22.6	21.75	1.7
12	22.8	15.4	19.1	7.4
13	26.1	18.3	22.2	7.8
14	21.6	22.4	22	0.8
15	25.8	26.8	26.3	1
16	25.1	25.2	25.15	0.1
17	25.7	28	26.85	2.3
18	26.3	25.5	25.9	0.8
19	23.1	22.2	22.65	0.9
20	23.4	21.5	22.45	1.9
21	21.5	21.9	23.05	0.7
22	25.9	23.9	24.9	2
23	23.9	18.5	21.2	5.4
24	18.5	18.8	18.65	0.3
25	20	19.6	19.8	0.4
26	16.9	23.4	20.15	6.5
27	16.3	19.1	17.7	2.8
28	20.4	23.4	21.9	3
29	19.4	25.9	22.65	6.5
30	20.7	22.1	21.4	1.4
			$\Sigma \bar{X} = 637.25$	$\Sigma R = 66.9$
			$\bar{\bar{X}} = 21.24$	$\bar{R} = 2.23$

R-Kontrol Grafiğinin çiziminde kullanılacak D_3 ve D_4 faktörleri, alt grup büyüklüğünün 2 olması durumunda Ek-1'den $D_3 = 0$ ve $D_4 = 3.267$ bulunur.

\bar{X} -Kontrol Grafiğinin çiziminde kullanılacak olan A_2 faktörü Ek-1'den $n = 2$ olduğunda $A_2 = 1.880$ olarak bulunur. Buna göre \bar{X} ve R kontrol grafiklerinin sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}} &= 637.25 \div 30 = 21.24 \\ \bar{R} &= 66.9 \div 30 = 2.23\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_2\bar{R} &= 1.880 (2.23) = 4.19 \\ D_4\bar{R} &= 3.267 (2.23) = 7.28\end{aligned}$$

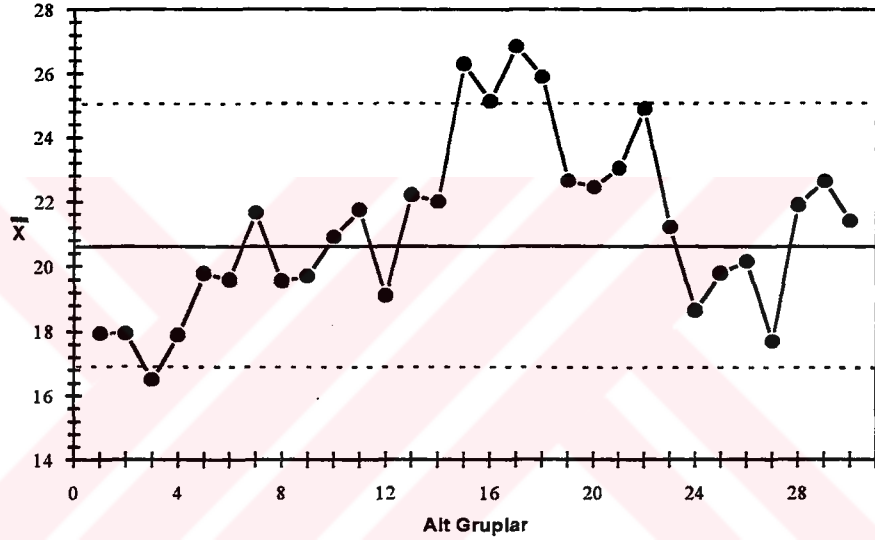
$$\begin{aligned}\text{ÜKS}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} \\ &= 21.24 + 4.19 \\ &= 25.43\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{AKS}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} \\ &= 21.24 - 4.19 \\ &= 17.04\end{aligned}$$

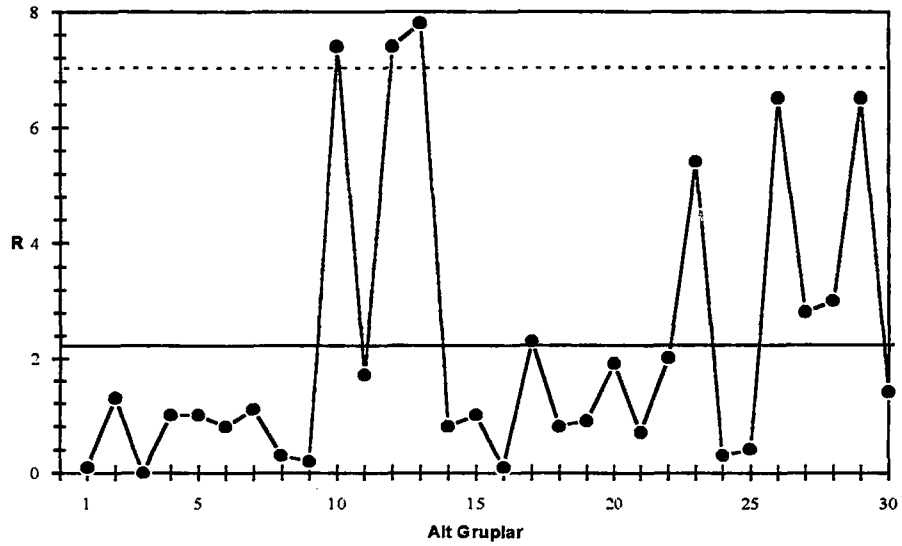
$$\text{ÜKS}_R = D_4\bar{R} = 7.28$$

$$\text{AKS}_R = D_3\bar{R} = 0$$

Hesaplanan kontrol sınırlarıyla çizilen \bar{X} ve R kontrol grafikleri Şekil: 3.24. ve Şekil: 3.25.'de gösterilmiştir.



Şekil: 3.24 Kristal şeker toplam puan değerleri \bar{X} -Kontrol Grafiği



Şekil: 3.25 Kristal şeker toplam puan değerleri R-Kontrol Grafiği

\bar{X} - kontrol grafiğinde görüldüğü gibi 17, 18, 19 ve 20 nolu alt gruplar üst kontrol sınırının ötesine düşmüştür. R - kontrol grafiğinde de 10, 12 ve 13 nolu alt gruplar üst kontrol sınırını aşmıştır. Her iki grafikte de kontrol sınırlarını aşan alt grupların bulunması prosesin hem alt grup ortalamaları hem de alt grupların kendi içlerindeki uyum yönüyle kararsız olduğunu ve belirlenen sınırlar içerisinde kontrol durumunun mevcut olmadığını gösterir.

Daha önce sözünü ettiğimiz gibi tüketim şekeri olarak kullanılacak şekerde toplam puan değerinin 25 puanı aşmaması istenirdi. Ancak \bar{X} - kontrol grafiğinde de görüldüğü gibi bu sınır 15,16,17 ve 18 nolu alt gruplarda aşılmıştır. Özellikle bu alt grupların seçildiği günlerde buna sebep olan faktörlerin araştırılıp tedbir alınması gerekir.



3.3.5.2. Küp şekerde kalite kontrolü

Üretimi tamamlanan küp şekerin kalitesini \bar{X} ve R kontrol grafikleriyle izlemek amacıyla fabrika labovatuvarından küp şekerin toplam puanı ile ilgili 30 günlük veri kullanıldı. Bu veriler Tablo: 3.10'da sunulmuştur.

Tablo: 3.10. Küp şeker toplam puan değerleri

Alt Grup Numarası	Alt Grup Değerleri		\bar{X}	R
1	18.2	18.2	18.2	0
2	19	17.8	18.4	1.2
3	20.1	18.7	19.4	1.4
4	19.1	17.7	18.6	1.8
5	20.3	19.3	19.8	1
6	20.8	20.5	20.65	0.3
7	25.7	21.8	23.75	3.9
8	20.9	20.5	20.7	0.4
9	21.6	21.9	21.75	0.3
10	25.6	19.4	22.5	6.2
11	22.3	23.6	22.95	1.3
12	26.6	20.1	23.35	6.5
13	23	26.3	24.65	3.3
14	26.8	29.7	28.25	2.9
15	26.5	26.4	26.45	0.1
16	26.8	28.9	27.85	2.1
17	30	28.3	29.15	1.7
18	24.5	24.5	24.5	0
19	26.3	23.8	25.05	2.5
20	25.4	25.2	25.3	0.2
21	21.5	21.9	21.07	0.4
22	24.2	23.8	24	0.4
23	24.1	20.1	22.1	4
24	19.8	19.9	19.85	0.1
25	23.1	19.8	21.45	3.3
26	18.8	24.4	21.6	5.6
27	17.6	20	18.8	2.4
28	20.4	26.6	23.5	6.2
29	21.4	23.1	22.45	1.7
30	23.4	25.3	24.35	1.9
			$\Sigma \bar{X} = 680.42$	$\Sigma R = 63.1$
			$\bar{\bar{X}} = 22.68$	$\bar{R} = 2.10$

R-Kontrol Grafiğinin çiziminde kullanılacak D_3 ve D_4 faktörleri, alt grup büyüklüğü $n = 2$ olduğundan Ek-1'den $D_3 = 0$ ve $D_4 = 3.267$ bulunur.

\bar{X} -Kontrol Grafiğinin çiziminde kullanılacak A_2 faktörü ise Ek - 1'den $n = 2$ durumunda $A_2 = 1.880$ bulunur. Buna göre grafiklerin kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\bar{\bar{X}} = 680.42 \div 30 = 22.68$$

$$\bar{R} = 63.1 \div 30 = 2.10$$

$$A_2\bar{R} = 1.880 (2.10) = 3.95$$

$$D_4\bar{R} = 3.267 (2.10) = 6.86$$

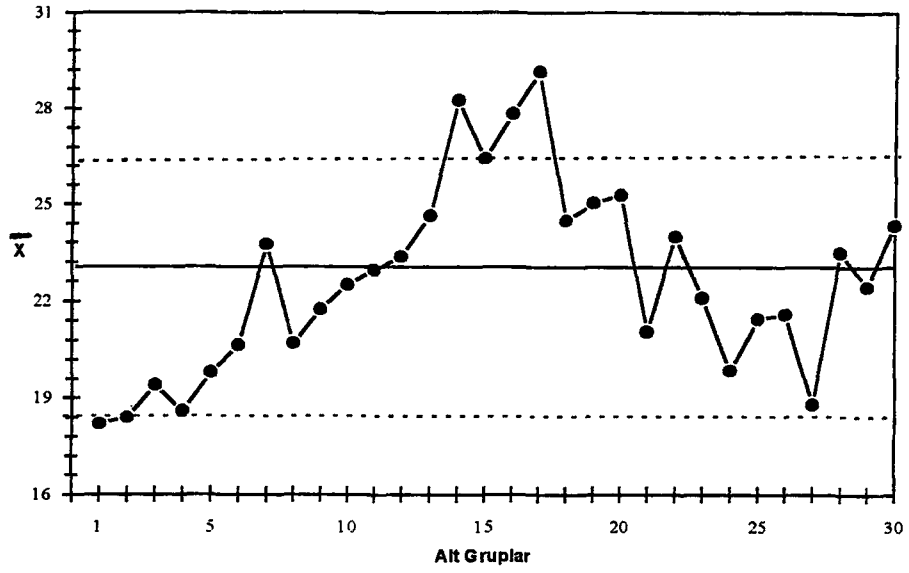
$$\begin{aligned} \text{ÜKS}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} \\ &= 22.68 + 3.95 \\ &= 26.63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AKS}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} \\ &= 22.68 - 3.95 \\ &= 18.73 \end{aligned}$$

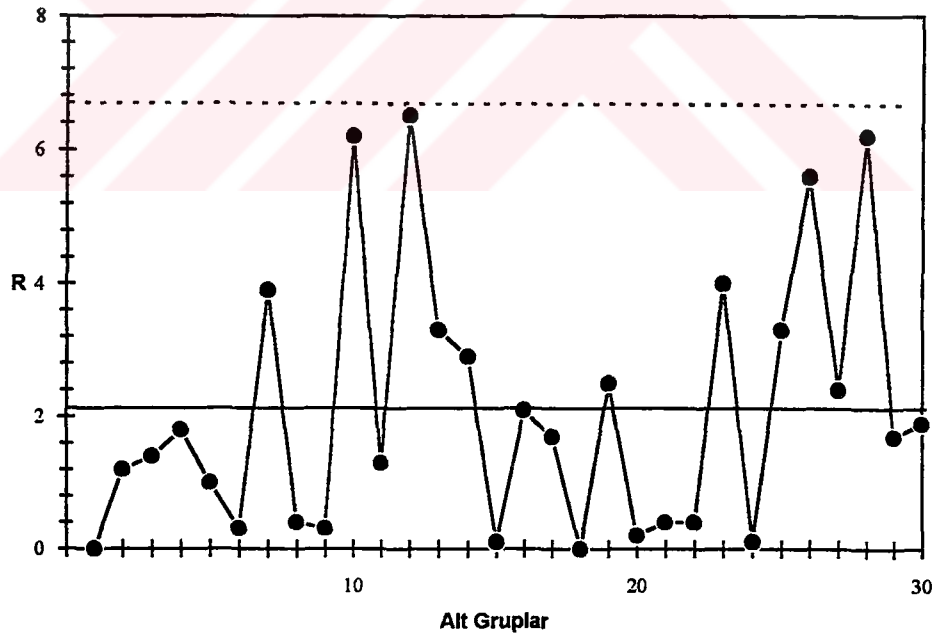
$$\text{ÜKS}_R = D_4\bar{R} = 6.86$$

$$\text{AKS}_R = D_3\bar{R} = 0$$

Hesaplanan kontrol sınırlarıyla çizilen \bar{X} ve R-Kontrol Grafikleri Şekil 3.26 ve Şekil 3.27'de gösterilmiştir.



Şekil: 3.26 Küp şeker toplam puan değerleri \bar{X} - Kontrol Grafiği



Şekil: 3.25 Küp şeker toplam puan değerleri R-Kontrol Grafiği

\bar{X} -Kontrol grafiğinde görüldüğü gibi 13, 14, 15 ve 16 nolu alt gruplar üst kontrol sınırının ötesine düşmüştür. R-Kontrol Grafiğinde ise bütün alt gruplar kontrol sınırlarının arasında kalmıştır. \bar{X} -Kontrol Grafiğinde sınırı aşan alt grupların bulunması, prosesin ortalamalar yönüyle kararsız olduğunu fakat R-Kontrol grafiğinde bütün alt grupların kontrol sınırları arasında kalması alt grupların kendi içlerindeki uyum yönüyle kararlı olduğunu gösterir.

Daha önce söz ettiğimiz gibi tüketim şekeri olarak kullanılacak şekerde toplam puan değerinin 25 puanı aşmaması gerekirdi. Ancak \bar{X} -Kontrol Grafiğinde görüldüğü gibi bu sınır, 14,15,16,17,19, ve 20 nolu alt gruplarla aşılmıştır. bu alt grupların seçildiği günlerdeki üretimin kontrol edilerek buna sebep olan faktörlerin araştırılıp düzeltici tedbirlerin alınması gerekir.



SONUÇ

Proses kontrol metotları, herhangi bir proseste hammadde veya parçaların üretim sistemine girmesinden mal ve hizmet olarak çıkmasına kadar üretimin bütün safhalarında kullanılabilir. Bu metotlar, üretimde kaliteyle ilgili çıkabilecek problemlerin çözümlenmesinde olduğu gibi üretimde belirlenen standartlar çerçevesinde kontrol durumunun mevcut olup olmadığının ortaya konmasında ve istenen kalite düzeyine ulaşılarak bu kalitenin kontrol altında tutulmasının sağlanmasında son derece etkilidirler.

Bu çalışmada, kalite ve kalite kontroluyla ilgili temel kavramlar tanımlanarak proses kontrol metotları incelenmiştir. İncelenen bu metotlardan Shewhart Kontrol Grafiği Tekniği kullanılarak Erzurum Şeker Fabrikasında istatistiksel proses kontrol uygulaması yapılmıştır. Uygulama söz konusu proseste verimlilik ve kalite açısından önemlilik arz eden sıkılmış küspede şeker miktarının kontrolü, çamurlu atıkta şeker miktarının kontrolü, filtre çıkışı koyu şerbette kuru madde oranının kontrolü ve melasta şeker miktarının kontrolü olmak üzere dört bölümde gerçekleştirilmiştir. Ancak söz konusu proseste bu bölümlerle ilgili yapılan Shewhart Kontrol Grafiği uygulamaları için standartlar daha önce bilinmediğinden ilk olarak prosesin kontrolde olduğu düşünüldüğü otuz günlük verilerle tahmini standartlar belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bu tahmini standartlar prosesin müteakip yirmi günü için kullanılarak standartların belli olması durumu uygulanmıştır.

Yapılan uygulama ile söz konusu proseste otuz günlük birinci dönem verileriyle sıkılmış küspedeki şeker miktarı için $AKS = 0,452$ $ÜKS = 1,474$ olarak, çamurlu atıkta şeker miktarı için $AKS = 0,016$, $ÜKS = 0,062$ olarak, filtre çıkışı koyu şerbette kuru madde oranı için $AKS=43,86$, $ÜKS = 62, 48$ olarak melastaki şeker miktarı için $AKS = 51,53$, $ÜKS = 53,93$ olarak belirlenmiştir. Prosesin devam eden yirmi günlük ikinci dönem verileri, belirlenen bu sınırlar çerçevesinde değerlendirildiğinde zaman zaman bu sınırlar aşıldığı görülmüştür. Bu durum söz konusu prosesin belirlenen sınırlar yönüyle kontrolde olmadığını göstermektedir. Bununla beraber prosesin optimum bir seviyede faaliyet göstermediği proseste, verimlilik ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen problemlerin var olduğu görülmüştür.

Nitekim Shewhart Kontrol Grafiği ile uygulama yaptığımız birinci safha pancarların kıyılarak sulu kısmının ham şerbet olarak bir tarafa, katı kısmının da küspe olarak diğer bir tarafa ayrıldığı üretim safhasıydı. Bu safhada hayvan yemi olarak kullanılacak küspede ekonomik olarak %0,1 ile %0,3 arasında

şeker kalması arzulanırken söz konusu proseste bu miktarın %0,45 ile %1,45 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda gereğinden fazla şekerin fabrika dışına çıkmasıyla verimin düşeceği açıktır.

Proseste uygulama yapılan ikinci safha çamurlu atıktaki şeker miktarıyla ilgiliydi. Şeker prosesinde birinci ve ikinci karbonatlamadan sonra sulu şerbetteki kolloid maddelerin ve pıhtılaşmış kalsiyum tuzlarının şerbetten arıtılması safhasında bu atık maddelerle birlikte bir miktar şekerin de zayı olduğu belirtilmişti. Bu miktarın fabrika şartlarının elverdiği nisbette %50 kuru maddeye göre 0,05'in altında olması arzulanmaktaydı. Ancak söz konusu proseste bu oranın 0,07 civarında seyrettiği ve bazen de 0,18 lere kadar da çıktığı görülmüştür. aşırı miktarda şeker zayıatına sebep olan bu durumun düzeltilmesi için fabrika yetkilileri gereken tedbirleri almalıdırlar.

Proseste uygulama yapılan diğer bir safha filtre çıkışı koyu şerbet briksi üzerindeydi. Sulu şerbetten kristal şeker elde etmek için, şerbetin %60-65 kuru madde kapsayacak şekilde koyulaştırılması gerekirdi. Ancak söz konusu proseste bu oranın %50 civarında seyrettiği ve bazen de %35 lere kadar düştüğü görülmüştür.

Proseste uygulama yapılan diğer bir safha üretim sonunda şekerle birlikte yan ürün olarak elde edilen ve kıymetli bir hammadde olan melas için olmuştur. Buharlaştırma kazanlarında %60-65 briks kadar koyulaştırılmak suretiyle elde edilen koyu şerbet pişirilerek şurup haline getirilir. Bu şuruptan şeker prosesinin teknik ve ekonomik imkanlarının elverdiği nisbette şeker alındıktan sonra geriye kalan ana şurupta (melas) %50 civarında şeker kalması arzulanırdı. Ancak söz konusu proseste yapılan uygulama ile bu oranın %50 den fazla olduğu ve bazen de %54 lere kadar çıktığı görülmüştür. Fabrika yetkilileri bu duruma yol açan faktörleri araştırıp gerekli düzeltici tedbirleri almalıdır.

Fabrikada uygulama yapılan diğer bir safha elde edilen nihai ürün tüketim şekerinin kalitesi üzerindeydi. Daha önce belirtildiği gibi tüketim şekeri olarak kullanılacak şekerin bir takım özellikleri taşıması ve puanlama sistemine göre toplam puan değerinin 25 puanı aşmaması ulusal ve uluslararası şeker standartlarıyla şart koşulmuştu. Ancak söz konusu proseste yapılan uygulama ile elde edilen tüketim şekerinde bu standartların yer yer aşıldığı görülmüştür. Proses yetkilileri özellikle toplam puan değerinin 25 puanı aştığı günlerde üretimi kontrol ederek buna yol açan faktörleri araştırmalı ve düzeltici tedbirleri almalıdırlar.

YÜKSEK
DİREKTÖR

Üretim sürecinde kontrol durumunun mevcut olup olmadığının ortay konmasında ve sürecin nasıl bir seyir takip ettiğinin belirlenmesinde Shewhart Kontrol grafiklerinin rahatça kullanılabileceği, yapılan uygulama ile bir kez daha görülmüştür. Günümüz de bilgisayar teknolojisinde meydana gelen büyük gelişmelerin de desteğiyle bu grafikler, başta elektronik sanayii olmak üzere beyaz eşya, otomobil, tekstil, yağ ve makina gibi bir çok imalat sanayiinde oldukça büyük bir kullanım alanı bulmuştur. Bu grafiklerin kullanılmasıyla üretimde kaliteyle ilgili bir çok problemin çözüme kavuşturulacağı ve verimliliğin yükseltileceği rahatlıkla söylenebilir.



YARARLANILAN KAYNAKLAR

- AKOĞLU, S. **Şekerlerimizin Dünya Şeker Standartları ve Değerlendirme Sistemindeki Yeri.** Ankara: Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Şeker Enstitüsü Yayını
- AMERICAN STANDART ASSOCIATION. **Control Chart Method of Controlling Quality During Production.** (İstihsal Sırasında Kalitenin Kontrolü Hakkında Amerikan Standart Kontrol Grafiği Metodu. Çev. Necati İşcil ve Mustafa Fotozoğlu), Ankara: İş Matbaacılık ve Tic., 1967.
- AMSDEN, D.; R.T. AMSDEN, **Quality Control Circles; Applications Tools and Theory.** Quality Motivation Technical Committe, 1985.
- ASIAN PRODUCTIVITY ORGANIZATION, **Japan Quality Control Circles** Hong Kong: 1972.
- BAŞAR, A. **Uygulamalı İstatistik (Kalite Kontrolü).** Erzurum: Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Araştırma Merkezi Ders Notları, No: 119, 1985.
- BARENSEN, M.L.; D.M. LEVINE **Business Statistics Concepts and Basic Applications .** 1992.
- BARLOW, E. **The Quality Circles. Industrial Management Data Systems.** March-April, 1983.
- BARUTÇUGİL, S.İ. **Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri.** Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1988,
- BAŞER, G. **Kalite Kontrolü.** İstanbul: Çağlayan Kitabevi, 1972.
- BESTERFILO, H. **Quality Control.** New Jersey: Prentice Hill Inc., Englewood Cliffs, 1979.
- CAPPIS, M.C. **Üst Yönetici-Kalite İlişkisi.** (Çev. İlhan Güçlü). Standart Dergisi, Temmuz-1987, 26-30
- CROCKER, O.L.; J.S. CHIV; C. CHORNEY. **Quality Circles A Guide to Participation and Productivity.** Methven Publications, 1984.
- CULLAGH, J. Mc. **Fabrika İçi Kalite Kontrol Sistemlerinin Kurulması.** Ankara: Ulusal Kalite Kontrol Semineri, 16-19 Ekim MPM-UNIDO, 1978.

- DEMING, E.W. **İstatistik Kalite Kontrolunun İkel Esasları.** (Çev. Necati İşçil), Ankara: Bakanlıklararası Prodüktivite Merkezi, 1962.
- DOĞAN, Ü. **Kalite Yönetimi ve Kontrolü.** İzmir: İstiklal Matbaası, 1991.
- DUNCAN, A.J. **Quality Control Industrial Istatistics.** Homewood, Richard Irwin Inc., 19973.
- EGERMAYER, A. **Pareto Analysis in Incoming Inspection at verdor.** Quality, European Organization for Quality Control ,June, 1988.
- ERCAN, F. **Makina Sanayiinde Kalite Kontrolü.** Ankara: Gazi Üniversitesi Basın-Yayın Yüksekokulu Matbaası, 1987.
- FAWZI, F. **Kalite Yönetimi.** TSE Kalite Seminer Notları. Ankara:1988.
- FEIGENGAUM, A.V. **Total Quality Control.** McGrawhill Inc., 1961.
- GALVIN, A.D. **"What does Product Quality Realy Mean?"** Sloon Management Review No:1, 1986.
- GRANT, E.L. **Statistical Quatity Control.** New York: McGraw Hill Book Com. Inc. 5.Ed. 1980.
- GÜMÜŞ, H. **Kalite Kontrol.** Standart Dergisi, Haziran-1987, S.306.
- İŞÇİL, N. **İstatistiksel Kalite Kontrolü.** Ankara: Kalite Matbaası, 1976.
- İŞÇİL, N. **İstatistiksel, Kalite Kontrolü Ders Notları,** Sevşinç Matbaası, 1971.
- ISHIKAWA, K. **Guide Quality Control.** Asian Productivity Organization, 2. Ed., 1982.
- ISHIKAWA,K. **Kalite Sağlama ve Fabrika İçi Yaygın Kalite Kontrolunun Gelişimi.** (Çev. Sema Çancı) Standart Dergisi, Nisan-1985.
- JURAN, J.M. **Quality Control Handbook.** New York: Mc Graw Hill Book, 1962.
- KAÇKAR, R.N. **Taguschis Quality Philosophy Analysis and Commentory.** Quality Progress December-1986.
- KARAYALÇIN, İ.İ. **Üretim Yönetimi ve Endüstri Mühendisliği El Kitabı. 2.C.** İstanbul: Çağlayan Kitabevi, 1986.
- KAVRAKOĞLU, İ. **Kalite ve Verimlilik.** Ankara: Verimlilik Dergisi, MPM Özel Sayı 1990.

- KOBU, B. **Üretim Yönetimi**. İstanbul: İşletme Fakültesi Yay., No:211, 7.Baskı, 1989.
- KOBU, B. **Endüstriyel Kalite Kontrolü**. İstanbul: İstanbul Üniversitesi yayınları No:3425, 1987.
- KÖKSAL, B.A. **İstatistik Analiz Metotları**. İstanbul: Çağlayan Kitabevi, 1985.
- KUMRU, M. **Kalite Sistemi Geliştirme, Uygulama Stratejisi ve Karşılaşılan Güçlükler**. Standart Dergisi, Temmuz-1988.
- KUMRU, M. **Mamul Tasarımına Taguchi Yaklaşımı ve Uygulanabilirliği**. Standart Mart-1990.
- KUTAY, F. **Çok Değişkenli Kalite Kontrolü**. Ankara: Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, C:3 S:1-2, Ocak-Temmuz 1988.
- KUTAY, F. **Çok Değişkenli Kalite Kontrolü**. Ankara: Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, C:4 S:1-2, Ocak-Temmuz 1989.
- MİLLİ PRODİKTİVİTE MERKEZİ. **Küçük İşletmelerde Kalite Kontrol Yöntemleri**. Ankara: MPM Yay., No:156, 1974.
- MONTGOMERY, D.C. **Introduction to Statistical Quality Control**. New York: 2.Ed. Jhon Willey & Sons, 1991.
- PEŞKİRCİOĞLU, N. S. TAN, **Kalitesizliğin Maliyeti**. Ankara: MPM Yay. No:316, 1991.
- QUALITY CONTROL CIRCLES. **Yönetim Geliştirme Merkezi, Seminer Notları**. İstanbul: 1984.
- SAYGILI, İ. **Üretim Yönetiminin Fonksiyonları**. İstanbul: İşletme Fakültesi Yay. No: 244, 1991.
- SHEWHART, W.. **Statistical Method from the Wiewpointof Quality Control**. Washington Graduate School Department of Agriculture, 1939.
- SIMMONS, D.A. **Practical Quality Control**. Massachsets: Addison-Wasley Pub. Com. Inc., Reading, 1970.
- ŞEN, S. **Üretim-Stok Sistemleri Sayısal Yöntemler**. Ankara: Emel Matbaacılık San., 1985.
- ŞENDÖKMEN, N. **Laboratuvar El Kitabı**. Ankara: Türkiye Şeker Fabrikası A.Ş. Şeker Enstitüsü Yayını.

- TEKİN, M. **Üretim Yönetimi**. Konya: Güney Matbaası, 1993.
- TOMAÇ, Ö. **Kalite ve Kalite Kontrol**. Standart Dergisi, Ekim-1983, S.262.
- ÜLKEN, Z. **Fiyat Teorisi**. C:2, İstanbul: İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi yay., No:407, 1978.
- ÜNVER, Ö. **İstatistiksel Kalite Kontroluna Giriş**. Ankara: Ankara İ.İ.B.A. Yay., No:98, 1977.
- YAĞIZ, Ö. **Kalite Planlaması ve Kontrolü (Seminer Notları)**. Ankara: Segem Yayınları., 1981,
- YAYLA, N. **Toplam Kalite Kontrol Nedir?** İstanbul: Kalite, S: 4, Türkiye Şişe Cam Fabrikaları A.Ş., Toros Matbaası, 1987.
- YÜKSEL, N. **Endüstriyel İşletmelerde Toplam Kalite Kontrol (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi)**. Kayseri: 1990.
- WALPOLE, E.R.; H.M. YERS. **Probability and Statistic for Engineers and Scientists**. 4.Ed. 1989.

ÖZGEÇMİŞ

1970 tarihinde Siirt'te doğan Mehmet Selami Yıldız ilk, orta ve lise öğrenimini Siirt'te tamamladı. 1987 tarihinde Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesine kaydoldu. 1991 tarihinde 4 yıl süren lisans eğitimini başarıyla tamamladı.

Yazar, 1991 tarihinde İnönü Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü Üretim Yönetimi ve Pazarlama Anabilim Dalında araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Halen aynı Üniversitede akademik çalışmalarına devam etmektedir.

Ek:1 Değişken Nicelik Kontrol Grafiklerini Düzenlemede Kullanılan Faktörler

Örnekteki Müşahede Sayısı, n	Ortalamlar için Kontrol Grafiği										Standart Sapmalar için Kontrol Grafiği										Ranjlar için Kontrol Grafiği									
	Orta Çizgi için Faktörler					Kontrol Sınırları için Faktörler					Orta Çizgi için Faktörler					Kontrol Sınırları için Faktörler					Orta Çizgi için Faktörler					Kontrol Sınırları için Faktörler				
	A	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	c ₁	1/c ₁	B ₃	B ₄	B ₅	B _k	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₃	D ₄	D ₅	D _k	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₃	D ₄	D ₅	D _k					
2	1.732	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267														
3	1.500	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.575														
4	1.342	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282														
5	1.225	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.115														
6	1.134	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004														
7	1.061	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924														
8	1.000	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864														
9	0.949	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816														
10	0.905	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777														
11	0.866	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744														
12	0.832	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717														
13	0.802	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693														
14	0.775	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672														
15	0.750	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653														
16	0.728	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637														
17	0.707	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622														
18	0.688	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608														
19	0.671	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597														
20	0.655	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585														
21	0.640	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575														
22	0.626	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566														
23	0.612	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557														
24	0.600	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548														
25		0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541														