



## ŞEKER ÜRETİMİNDE İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL (İPK) UYGULAMASI

**Emre ASLAN<sup>1</sup>**

### ÖZ

*Bu çalışmanın amacı şeker üretiminde İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) ile sürecin kontrol altında olup olmadığının belirlenmesidir. Bu amaçla Orta Anadolu Bölgesinde bir şeker fabrikasının üretim sürecinden toplanıp kalite kontrol laboratuvarında incelenen numunelerden elde edilen veriler kontrol çizelgeleri ile analiz edilmiştir. Fabrikada şu anda düzenli numuneler alınarak sürecin takibi yapılmakta, elde edilen değerlerde aşırı bir değişim gözlemlendiğinde sürece müdahalede bulunmaktadır. Fakat sürecin genel seyri izlenmemektedir. Kontrol çizelgeleri ile sürecin genel seyri izlenebilecek ve sürece erken müdahale şansı doğabilecektir.*

**Anahtar Kelimeler:** Şeker üretimi, istatistiksel proses kontrol, İPK, kontrol çizelgeleri

**Jel Kodu:** D24, E23, C19, M11

## STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) IN SUGAR PRODUCTION

### ABSTRACT

*The purpose of this study is to determine whether the process is under control in sugar production by Statistical Process Control (SPC). For this purpose, the data obtained from the samples taken from the production process and analyzed in the quality control laboratory of a sugar factory in the Central Anatolian region were analyzed with the control charts. Regular samples are taken at the plant and the process is followed. When the values obtained are observed to be changed excessively, intervention is made. But the general pattern of the data is not followed. By the help of control charts, the progress of the process can be monitored and the possibility of early intervention may arise.*

**Keywords:** Sugar production, statistical process control, SPC, control charts

**Jel Codes:** D24, E23, C19, M11

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr., Gaziosmanpaşa Üniversitesi, emre.aslan@gop.edu.tr

## GİRİŞ

Genel olarak amaca, şartlara, kullanıma uygunluk olarak tanımlanan kaliteyi sağlamak için çok çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Üretim sürecinin sonunda ürünlerin kalitesinin muayenesi ile kaliteyi sağlamanın maliyeti yüksek olduğundan, kaliteyi kaynağında sağlamaya yönelik olarak, üretim süreci içinde ürünlerin izlenerek, hataların tespit edilip, hataların kaynaklarının yok edilmesi düşüncesi ortaya çıkmıştır. İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) araçlarından kontrol çizelgeleri de süreç içindeki değişimleri takip edip, kaliteyi süreç içinde sağlamaya yönelik yaygın olarak kullanılan bir kalite aracıdır. Bu çalışmada da kontrol çizelgeleri kullanılarak bir şeker fabrikasında üretim süreçlerinden birisine ait veri kontrol çizelgeleri ile incelenmiştir.

Şeker üretiminde istatistiksel tekniklerin kullanımı üzerine fazla sayıda çalışmaya rastlanamamıştır. İngiltere’de şeker fabrikalarında istatistiksel proses kontrol tekniklerinin uygulanmaya başlanması üzerine bir çalışma yapılmıştır (Sanigar, 1990). Bu çalışmada ilk olarak üretim ve mühendislik ile ilgili anahtar elemanların eğitimi, sonrasında verilerin hızlı ve kolay istatistiksel analizi için firma içinde bir yazılım geliştirilmesi, kültürel engelleri aşmak için yapılan çalışmalardan bahsedilmektedir. Standart olmayan istatistiksel proses kontrol tekniklerinin şeker üretimine uygulanabilirliği üzerine Ooi ve McFarlane’in (1998) yapmış olduğu bir çalışma vardır. Şeker kristalizasyon sürecinin istatistiksel proses kontrol ile çevrimiçi izlenmesi üzerine bir çalışmada üretim sürecinin anlık olarak izlendiği klasik çevrimiçi tek değişkenli istatistiksel proses kontrol, yığın dinamik temek bileşen analizi, hareketli pencere temel bileşen analizi, yığın gözlem seviyesi analizi ve zamana göre değişen durum modellemesi yöntemleri kullanılmış ve zamana göre değişen durum modellemesi yönteminin anormal olayları ve zaman aralıklarını yeterince erken ve başarılı şekilde tespit edebildiği ifade edilmiştir (Simoglou vd. 2005).

Bu çalışmanın birinci bölümünde kısaca şeker üretimi ve şeker üretiminde kontrol altında tutulmaya çalışılan değişkenlere değinilmiştir. İkinci bölümde istatistiksel proses kontrol teknikleri ve bu tekniklerden kontrol çizelgeleri açıklanmıştır. Üçüncü bölümde şeker fabrikasından alınan veriler kontrol çizelgeleri ile izlenmiştir. Son bölümde çalışma özetlenerek ve bazı önerilerde bulunularak çalışma sonlandırılmıştır.

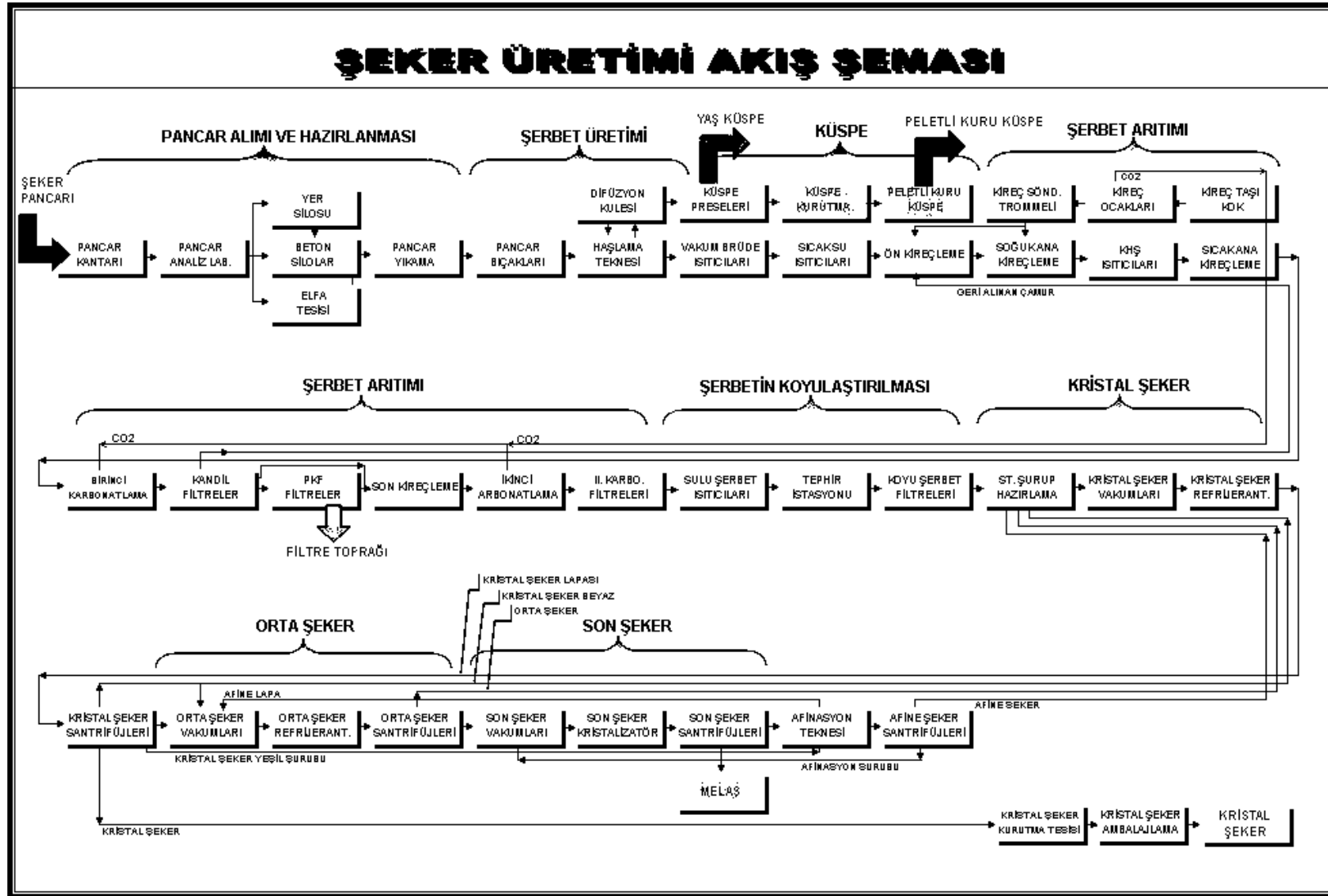
## 1. ŞEKER ÜRETİMİ

Bünyesinde ekonomik olarak şeker elde edilebilecek kadar şeker bulunduran iki bitki şeker kamışı ve şeker pancarıdır. Türkiye’yi de kapsayan ılıman iklimdeki kuşakta, şeker pancarı yetişmesinden dolayı Türkiye’deki şeker fabrikaları şeker pancarından şeker elde etmektedirler (Konya Şeker, 2006). Şeker pancarından şeker üretim süreci (Şekil 1) başlıca üç bölümden oluşmaktadır:

- Meydan işleri ve pancarın işlenmeye hazırlanması
- Ham fabrika işlemleri
- Rafineri ünitesi

Meydan işleri ve pancarın işlenmeye hazırlanmasında günlük işletmeye yönlendirilen pancarlar önce fabrika sahasındaki beton silolara alınarak su yardımıyla yıkama tesisine sevk edilir. Bu tesiste pancarlar, suyla beraber kanallardan hareket ederken taş tutucular ağırlık farkından dolayı pancarla beraber gelen taşı ve kumu, ot tutucular da otu tutarak pancarı bu yabancı maddelerden temizlerler. Pancar daha sonra yıkama kısmına gelir ve burada suyla yıkanarak toprağından arındırılır. Nihai olarak bir durulama tesisinden geçen pancarlar bantlarla taşınarak günlük üretime alınırlar. Ham fabrika işlemlerinde sırasıyla pancarların kıyılması, difüzyon, şerbetin arıtılması, filtrasyon ve şerbetin koyulaştırılması işlemi gerçekleştirilir. Koyu şerbet kristalizasyon kademeleri için rafineri ünitesine gönderilir. Kristalizasyon kademeleri kristal şeker pişirimi, orta şeker pişirimi ve son şeker pişirimi olarak üç aşamada gerçekleştirilir. Bu süreç sonunda kristal şekerle birlikte son şeker santrifüjlerinde şeker fabrikalarının atık maddesi olan melas elde edilir (Konya Şeker, 2006).

Kısacası şeker pancarından şeker üretimi, kıyılmış pancarın sıcak suyla teması sonucunda pancarın özünün (yüksek oranda şeker) suya geçmesi ve şerbet oluşması, sonrasında ise bu şerbetin içindeki yabancı maddelerin ve suyun ayrılması sonucunda şekerin elde edilmesi temeline dayanmaktadır.



Şekil 1: Şeker Üretim Şeması

Kaynak: Konya Şeker. (2007). Şeker Üretim Şeması, <<http://www.konyaseker.com.tr/default.asp?pg=detay&id=95>> [11.11.2007].

Şeker üretiminde üretim sürecinin hemen hemen her noktasından numuneler alınarak analizleri yapılmaktadır. Alınan numunelerde temel olarak incelenen dört değer vardır: S, P, Q ve pH değerleri. S (brix – kuru madde) alınan numunenin içindeki kuru madde oranını yüzde olarak ifade etmektedir. P (pol) numune içindeki şeker oranını yüzde olarak ifade etmektedir. Numunelerde sakaroz dışında aktif maddelerin değişen miktarlarda bulunması bu değerlerin şeker değil, polar şeker olarak isimlendirilmesine neden olmuştur. Q (safiyat) değeri P/S formülü ile elde edilir ve numunedeki kuru madde içindeki şeker miktarını yani numunenin verimini yüzde olarak ifade eder.

## 2. İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL

İstatistiksel Proses Kontrol (İPK), istatistik tekniklerinin veri toplamak, analiz etmek, yorumlamak ve çözümler getirmek üzere kalite problemlerine uygulanması olarak tanımlanmaktadır. İPK uygulamalarında proses sürekli gözlemlenerek problemler tespit edilir, problemin sebepleri belirlenir, çözüm geliştirilir, geliştirilen çözüm uygulanır ve proses tekrar izlenir. Bu döngü sonsuz olup, bu sayede prosesin sürekli iyileştirilmesi sağlanır (Elevli vd., 2006: 20). İPK'nın çok geniş uygulama alanı vardır. Değişkenliğin olduğu ve bunun kontrol altına alınması istendiği her yerde İPK'nın uygulamalarına rastlanılabilir. (İPK uygulamaları ile ilgili literatür için bkz: Kaya vd., 2004).

İPK; istatistiksel tekniklerin, bir üretim veya hizmet prosesinin olağan biçimde devam edip etmediğinin istatistiksel tekniklerle kontrolü, olağan dışı bir durum varsa bunun fark edilmesi ve nedenlerinin belirlenerek ortadan kaldırılması olarak ifade edilebilir. İstatistiksel kalite kontrol ise; istatistiksel proses kontrolünü, örnekleme planlarını ve diğer istatistiksel teknikleri (genellikle yedi temel istatistiksel tekniği) içerir ve kalitenin sürekli olarak izlenip önlem alınmasına dayanan bir yöntemdir (Işığışık, 2005: 38). İstatistiksel kalite kontrolündeki yedi temel teknik (Montgomery, 1997: 130; Işığışık, 2005: 52):

- Frekans Dağılımı (Çetele Tablosu)
- Histogram
- Pareto Analizi
- Sebep-Sonuç Diyagramı (Balık Kılçığı)
- Gruplandırma
- Serpilme Diyagramı
- Kontrol Çizelgeleri

Bu tekniklerin en önemlisi kontrol çizelgeleridir. Bu çizelgeler kısa vadede süreç hatalarının tespiti ve giderilmesini, uzun vadede ise süreç kalitesinin iyileştirilmesini hedefler (Koçer vd., 2004: 59).

Bir üretim sürecinde üretilen her ürünün kalite özellikleri ile ilgili olarak değişkenlik göstermesi doğaldır. Kalite ile ilgili özelliklerde meydana gelen değişimler tesadüfi (genel) değişimler ve belirlenebilir (özel) değişimler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Tesadüfi değişimler prosesin doğasında olan değişimlerdir ve toplam değişime içerisindeki payı oldukça küçüktür. Bu değişkenlik kaçınılmazdır ve kabul edilebilir düzeydedir. Öte yandan işçi, makine ve malzemeler arasındaki farklılıktan kaynaklanan belirlenebilir değişimler daha önemli olup, bu değişimlere yol açan etkenlerin tespit edilip düzeltilmesi İPK'nın ana amaçlarından biridir. Sadece tesadüfi etkenlerden kaynaklanan değişimler olması durumunda proses istatistiksel anlamda kontrol altında, özel etkenlerden kaynaklanan değişimler olması durumunda proses kontrol dışındadır (Elevli vd., 2006: 20).

Kontrol çizelgeleri süreçteki tesadüfi olmayan durumu veya kontrol dışı olma durumunu saptamaya yarayan bir araçtır. Kontrol çizelgeleri tasarlanırken üç unsur göz önünde bulundurulur. Bunlar numune büyüklüğü, numune sıklığı ve kontrol sınırlarıdır. Kontrol sınırları genellikle süreç standart sapmasının belirli bir katsayı ile çarpılıp ortalamaya eklenmesiyle hesaplanmaktadır. İPK çizelgelerini geliştiren Shewhart, bu katsayının 3 olmasını önermiştir, bu öneri günümüzde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Özel vd., 2005: 9)

Kontrol çizelgelerinin oluşturulmasında, numune alma maliyeti, proseste hatayı ortaya çıkarma ve düzeltme maliyeti ve gereklilikleri karşılamayan ürün üretme maliyetini bilmek gerekir. Bu bilgilere dayanarak optimum kontrol çizelgesinin oluşturulmasında ekonomik bir karar modeli oluşturulabilir. Prosesin kendine has özellikleri de kontrol çizelgesinin oluşturulmasında önemli bir

etkendir. Eğer  $2\sigma$  ya da daha fazlası sapmalarla ilgileniliyorsa küçük numune büyüklüğü ( $n=4,5$  veya 6) yeterlidir. Ancak daha küçük sapmalarla ilgileniliyorsa numune büyüklüğü arttırılmalıdır ( $n= 15, n= 25$ ). Numune büyüklüğü ve numune alma sıklığını belirlemede iki alternatif vardır. Küçük ve sık numune alma veya büyük ve daha az sık numune alma. Bu üretim sürecine, hızına, numune alma maliyetine, hata maliyetine vb. faktörlere göre değişecektir. (Montgomery, 1997: 196).

İstatistiksel bir bakış açısıyla kontrol çizelgeleri, doğal değişkenliği ifade eden dağılımda sapma olduğu hipotezinin çizelgelenen her yeni noktaya sürekli test edilmesi işlemidir. Çizelgelenen bir noktanın  $\pm 3\sigma$  kontrol sınırlarının dışına çıkmasıyla hipotez kabul edilir (Koçer vd., 2004: 60).

Bir kontrol çizelgesi esas olarak üç çizgiden oluşur. Bunlar alt kontrol limiti (AKL), üst kontrol limiti (ÜKL) ve orta değer çizgisidir. Kalite özelliğinin ortalama değeri aynı zamanda hedeflenen değer olarak da ifade edilen orta çizgi ile temsil edilir. Eğer ilgilenilen kalite özelliği ölçülebilir özellikte ise, bu durumda merkezi eğilim ölçülerinden aritmetik ortalama, dağılım ölçülerinden ise değişim aralığı ve standart sapma kullanılır. Bu şekilde oluşturulan kontrol çizelgeleri “Değişkenler için kontrol çizelgeleri” olarak adlandırılır. Kalite özelliğinin sürekli ve sayısal olarak ölçülememesi, yani kusur sayısı gibi belli bir olayın gözlem sayısına dayanması durumunda kullanılan kontrol çizelgelerine ise “özellikler için kontrol çizelgeleri” adı verilir (Elevli vd., 2006: 20).

Pek çok kalite karakteristiği sayısal ölçülerle ifade edilebilir. Uzunluk, ağırlık, hacim gibi ölçülebilen bir kalite karakteristiğine ‘değişken’ denmektedir. Ölçülebilen her değişken için kontrol çizelgesi oluşturulabilir. Değişim gösteren bir kalite karakteristiğiyle ilgilenirken, kalite karakteristiğinin ortalaması ve değişkenliğini izlemek gerekir. Genellikle alınan numune büyüklüğüne bağlı olarak üç farklı kontrol çizelgesi oluşturulabilir (Montgomery, 1997, 179). Bunlar:

- $x$  ve  $R$  ( $1 < n \leq 7$ )
- $x$  ve  $S$  ( $n > 7, 10$ )
- $IX - MR$  (tek ölçümler için,  $n=1$ )

Buradaki çizelgelerin birbirlerinden farkı,  $n$  ile ifade edilen numune büyüklüğüdür. Kontrol çizelgeleri oluşturulurken öncelikle numune büyüklüğüne göre hangi çizelgelerin çizileceği belirlenir, sonrasında numunelerden elde edilen değerlerden orta çizgi, alt ve üst kontrol limitleri belirlenir.

Çizelgelerde üretim sürecinden alınan ölçüm değerleri ya da bunlardan üretilen bir istatistik değeri kullanılır. Bu değer, kontrol bölgesi olarak adlandırılan bir değer aralığındaysa sürecin kontrol altında olduğu kabul edilir. Değer kontrol bölgesi dışında ise bu durum bir kontrol dışı sinyal olarak nitelenir ve süreçte hataya yol açan özel bir nedenin etkili olduğuna hükmedilir. Süreç, mümkünse durdurularak, bu neden araştırılır, saptanır ve ortadan kaldırılması için gerekli önlemler alınır (Koçer vd., 2004: 60).

Kontrol çizelgesine işlenen noktalar, kontrol limitleri arasında kalacak şekilde uzayıp gidiyorsa prosesin kontrol altında olduğu farz edilir ve herhangi bir müdahaleye ihtiyaç duyulmaz. Bununla birlikte, kontrol limitleri dışına çıkmamakla beraber noktaların sistematik bir eğilim göstermesi veya noktalardan en az bir tanesinin kontrol limitleri dışına çıkmış olması kontrol dışı duruma işaret etmektedir (Elevli vd., 2006: 21).

Kontrol çizelgelerinin etkin bir şekilde analiz edilmesi için, analiz eden kişinin hem kontrol çizelgelerinin altında yatan istatistik prensiplere hem de prosesin kendisine aşina olması gerekir. Normal şartlar altında (değişime neden olan özel bir sebep yoksa) grafikteki noktalar orta çizgi etrafında tamamen tesadüfi dağılmalıdır. Eğer rastgele dağılmıyorsa proseste sorun vardır. Bu durumlara örnek olarak (Montgomery, 1997: 203-205):

**Döngüsel dağılım:** Noktalar belli bir zamanda yukarı doğru, sonra aşağı doğru bir trend izler. Sistematik çevresel değişikliklerden kaynaklanabilir. Sıcaklık, operatörlerin veya makinelerin düzenli rotasyonu, voltajdaki yükselip alçalmalar gibi

**Karışım:** Noktalar kontrol limitleri arasında iki farklı çizgide toplanmıştır. Genellikle iki farklı makineden gelen parçalardan kaynaklanır.

**Proses seviyesinde kayma:** Prosesin orta çizgisinin değişmesi durumudur. Noktalar belli bir değerdeki orta çizgi etrafında dağılırken bir yerden sonra başka bir değer etrafında dağılmaya başlar.

Yeni bir işçinin, makinenin, metodun başlamasından kaynaklanabilir.

**Trend:** Noktaların devamlı bir şekilde artma ya da azalma eğiliminde olmasıdır. Zamanla bazı makine parçalarının yıpranmasıyla ortaya çıkabilir.

**Katmanlaşma:** Noktaların merkez çizgi etrafında toplanma eğilimidir. Kontrol limitleri yanlış hesaplanmış, çok geniş tutulmuş olabilir.

### 3. UYGULAMA

Orta Anadolu Bölgesinde bulunan bir şeker fabrikasında kampanya süresince, üretim sürecinin çeşitli noktalarından düzenli aralıklarla numuneler alınarak kalite kontrol laboratuvarında analiz edilmekte ve elde edilen değerler günlük analiz sonuçları formuna kaydedilmektedir. Buradaki verilerin hemen hemen hepsi istatistiksel proses kontrolünde kullanılabilir. Araştırmanın kısıtlarını dikkate alarak üretim sürecinin tek noktasından veriler 5 gün süre ile toplanmıştır. Sürecin sonunda melas numunelerinden elde edilen veriler alınmıştır (Tablo 1). Melas şeker üretim sürecinin bir yan ürünüdür. Şeker üretim sürecinin sonunda belli bir noktada artık içinden ekonomik olarak şekerin alınmayacağı bir şurup melas olarak ayrılır. Melasın kuru maddesi (S) 80-85 arasındadır ve yaklaşık olarak % 45-50 civarında şeker içerir. Ayrıca organik ve anorganik maddeler açısından zengin bir karışım olması ve bileşiminde çeşitli miktarlarda değişik vitaminler ihtiva etmesi melası bazı sanayi kollarının ana hammaddesi yapmaktadır. Melas Türkiye’de başlıca maya üretimi, yem sanayi, alkol üretimi gibi alanlarda kullanılmaktadır.

**Tablo 1:** Melas Numunelerinin S, P, Q Değerleri

Sıra	Gün	Saat	Melas		
			S	P	Q
1	1	08:00	83,0	50,2	60,5
2	1	12:00	83,2	50,0	60,1
3	1	16:00	83,8	50,5	60,3
4	1	20:00	83,2	49,8	59,9
5	1	00:00	83,2	50,7	60,9
6	1	04:00	83,2	50,0	60,1
7	2	08:00	83,0	50,2	60,5
8	2	12:00	81,4	50,1	61,5
9	2	16:00	82,6	49,5	59,9
10	2	20:00	83,2	50,0	60,1
11	2	00:00	82,8	49,1	59,3
12	2	04:00	83,5	48,7	58,3
13	3	08:00	84,4	50,6	60,0
14	3	12:00	83,2	48,8	58,7
15	3	16:00	82,0	49,0	59,8
16	3	20:00	85,8	48,3	56,3
17	3	00:00	83,0	47,8	57,6
18	3	04:00	83,4	49,0	58,8
19	4	08:00	82,0	48,2	58,8
20	4	12:00	82,0	49,0	59,8
21	4	16:00	88,2	51,8	58,7
22	4	20:00	82,8	50,4	60,9
23	4	00:00	81,4	49,8	61,2
24	4	04:00	82,8	49,6	59,9
25	5	08:00	82,0	49,8	60,7
26	5	12:00	82,4	50,4	61,2
27	5	16:00	83,0	49,8	60,0
28	5	20:00	82,6	50,1	60,7
29	5	00:00	82,0	49,9	60,9
30	5	04:00	81,4	49,3	60,6

Şeker üretimi sürekli üretim olduğu için proses kontrolünde IX-MR kontrol çizelgelerinden yararlanılmalıdır. Kesikli üretimden alınan numunelerde belli bir numune büyüklüğü olabilmektedir. Örneğin piston üreten bir fabrikada periyodik olarak her 2 saatte 5 adet piston numunesi alınarak çapları ölçülebilir. Fakat sürekli üretimde parçalar halinde bir üretim olmadığı için numune büyüklüğü söz konusu olamaz. Her numune alımında numune büyüklüğü 1 kabul edilir. Dolayısıyla IX-MR (Individual X – Moving Range) kontrol çizelgeleri kullanılması gerekir. IX-MR kontrol çizelgelerinde orta çizgi ve kontrol limitlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılır.

$$\overline{MR} = \frac{\sum MR}{m}$$

x şeması için kontrol limitleri

$$\text{ÜKL} = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}; \quad \text{Orta Çizgi} = \bar{x}; \quad \text{AKL} = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

MR şeması için kontrol limitleri

$$\text{ÜKL} = D_4 \overline{MR}; \quad \text{Orta Çizgi} = \overline{MR}; \quad \text{AKL} = D_3 \overline{MR}$$

$MR$  = Numuneler arası değişimin

$\overline{MR}$  = Numuneler arası değişimin ortalaması

$\text{ÜKL}$  = Üst Kontrol Limiti

$\text{AKL}$  = Alt Kontrol Limiti

$\bar{x}$  = Gözlenen değerlerin ortalaması

$d_2, D_3$  ve  $D_4$  = Farklı numune büyüklükleri için değerleri için hesaplanmış bir sabit değer (Bkz: Tablo 2)

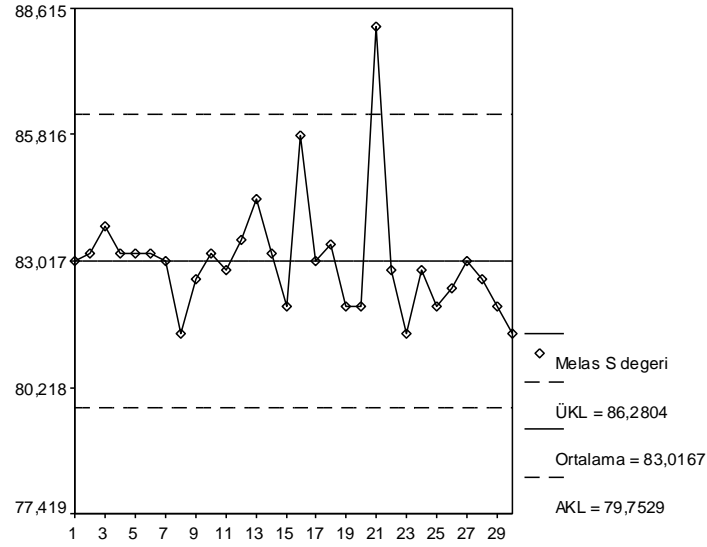
**Tablo 2:** Farklı Numune Büyüklükleri için  $d_2, D_3$  ve  $D_4$  değerleri

$n$	$D_3$	$D_4$	$d_2$
2	0,000	3,267	1,128
3	0,000	2,574	1,693
4	0,000	2,282	2,059
5	0,000	2,115	2,326
6	0,000	2,004	2,534
7	0,076	1,924	2,704
8	0,136	1,864	2,847
9	0,184	1,816	2,970
10	0,223	1,777	3,078

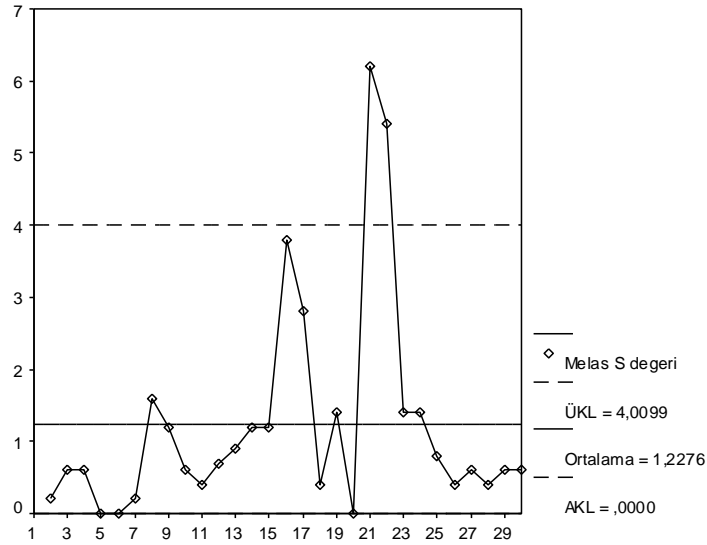
### 3.1. Kontrol Çizelgeleri

Kontrol çizelgelerinin çizilmesinde SPSS 10.0 istatistik paket programı kullanılmıştır.

Melas S (kuru madde) değeri için IX çizelgesine bakıldığında (Şekil 2) 4. gün saat 12:00'da alınan numunede proses kontrol altında iken (82,0) 4 saat sonrasında alınan numunede olağanüstü bir değişim ile (88,2) süreç kontrol dışına çıkmıştır. MR çizelgesi de (Şekil 3) bunu doğrulamaktadır. Sürecin kontrol dışına çıktığının farkedilmesi ile muhtemelen bu özel değişime neden olan etken ortadan kaldırılmış ve süreç kontrol altına alınmıştır.



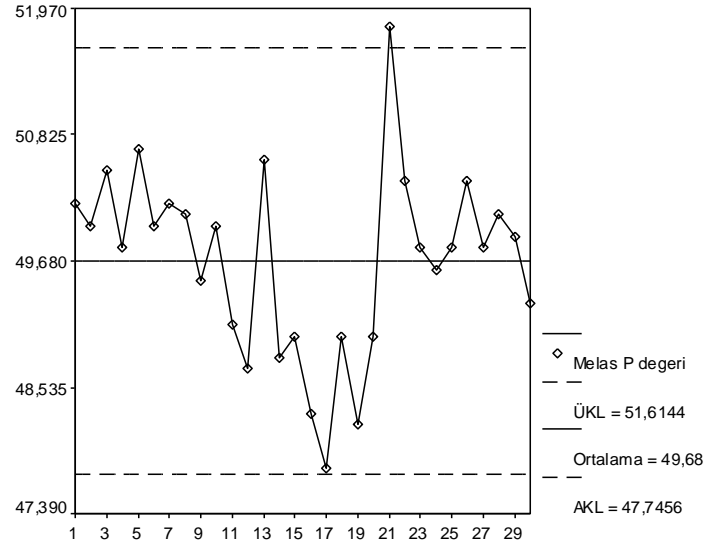
Şekil 2: Melas S Değeri için IX Çizelgesi



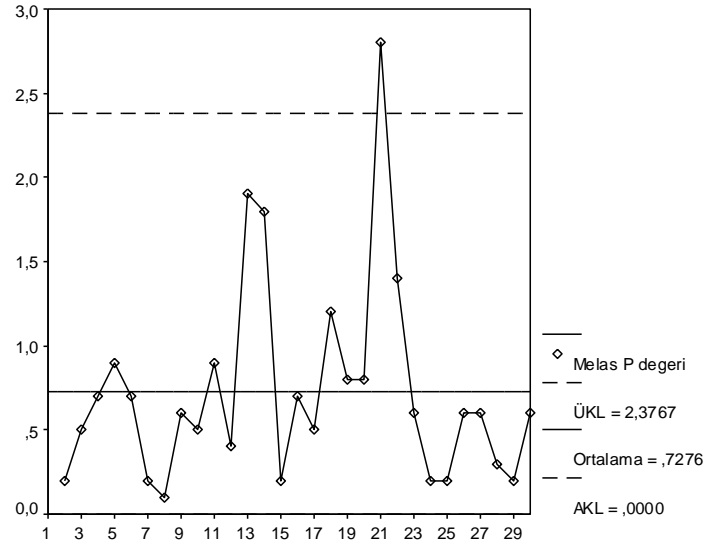
Şekil 3: Melas S Değeri için MR Çizelgesi

Melas P (polar şeker) değeri için IX çizelgesine bakıldığında (Şekil 4) kuru madde değerindeki değişime bağlı olarak, muhtemelen aynı etkenden dolayı aynı saatte sürecin kontrol dışına çıktığı görülmektedir. MR çizelgesi de (Şekil 5) bunu doğrulamaktadır. Sürece yapılmış muhtemel müdahale ile P değeri de sonrasında kontrol altına alınmıştır. Bu değişimin dışında 3. gün saat 12:00'da alınan numune sonrasında P değerinde bir düşüş trendi gözlenmektedir. Bu düşüş 16:00, 20:00 ve 00:00'da alınan numunelerde de devam etmiştir. Burada kontrol limitleri dışına çıkma söz konusu değilse de süreçte bir anormallik olduğu söylenebilir. Muhtemelen burada da süreç kontrol dışına çıkmadan önce bir müdahalede bulunulmuş ve sürecin kontrol dışına çıkması önlenmiştir.



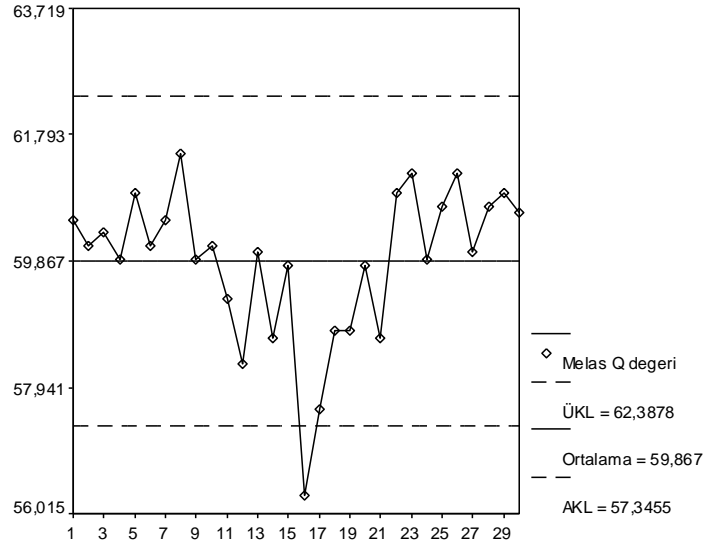


Şekil 4: Melas P Değeri için IX Çizelgesi

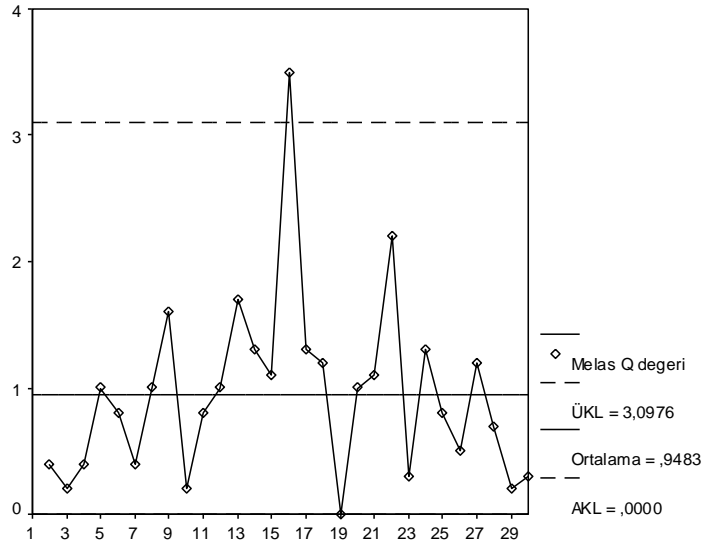


Şekil 5: Melas P Değeri için MR Çizelgesi

Melas Q (safiyat) değeri için IX çizelgesine bakıldığında (Şekil 6) polar şeker değerindeki düşüş trendine bağlı olarak kontrol limitleri dışına çıkma söz konusudur. MR çizelgesi de (Şekil 7) bunu doğrulamaktadır. P değerinin kontrol altına alınması ile beraber Q değeri de kontrol altına alınmıştır.



Şekil 6: Melas Q Değeri için IX Çizelgesi



Şekil 7: Melas Q Değeri için MR Çizelgesi

## SONUÇ

Melastaki şeker oranı (P – polar şeker) ne kadar yüksekse, fabrika o kadar verimsiz çalışıyor, yani pancarın içindeki şekeri alamayıp dışarı atıyor demektir. Melastaki şeker oranı ne kadar düşükse de, o kadar iyi çalışıyor, yani pancarın içindeki şekeri yeterli düzeyde alıyor demektir. Fakat yine de melas içindeki şekerin belli sınırlar içinde tutulması gerekir. Melas içindeki şekerin bu sınırın üstüne çıkması fabrikanın verimini düşürdüğü için istenmemektedir, bu sınırların altına inmesi ise melası yan sanayide kullanan kuruluşlar açısından istenmemekte, onlar açısından melasın kalitesini düşürmektedir.

Kontrol çizelgelerine bakıldığında S (kuru madde), P (polar şeker) ve Q (P/S, safiyatın) birbiriyle bağlantılı oluğu görülmektedir. Alınan numunede kuru madde ne kadar fazla ise içinde şeker olma olasılığı da o kadar yüksektir, dolayısıyla kuru maddenin yüksek çıkması, şeker oranının da yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Bazı durumlarda ise kuru madde yüksek çıkmasına rağmen içindeki şeker düşük çıkmakta, bu da safiyatları düşürmektedir.

Melas değerlerinin kontrol dışına çıkmasının nedenleri araştırıldığında makineden kaynaklanan süzgeç arızaları en belirgin neden olarak göze çarpmaktadır. Bunun dışında operatörden

kaynaklanan pişirim hataları da (pişirim süresi ve pişirim sıcaklığı) melas değerlerini etkilemektedir. Daha önceki süreçlerde safiyatların düşük olması da melastaki şekerin yüksek çıkmasının bir nedeni olabilmektedir.

Melas değerlerini kontrol altına almada sürece erken müdahalede bulunabilmek için, sadece anlık ölçümdeki değere bakarak değil, sürecin gidişatına bakarak karar verilmelidir. Sürecin daha iyi izlenebilmesi için de numune alma sıklığının artırılması gerekir. Sürecin izlenmesinin otomasyona bağlanması ile istatistiksel proses kontrol de otomasyona bağlanabilir. Süreç içinden belli periyotlarda otomatik olarak numune alınması, bunların analiz edilmesi ve elde edilen değerlerin kontrol çizelgeleri ile otomatik olarak izlenmesi, herhangi bir kontrol dışına çıkma veya verilerin belli bir eğilimde olması durumunda sistemin operasyonların başındaki kişiyi/kişileri erkenden uyarması şeklinde otomatik proses kontrol sistemi uygulanması durumunda süreç 7 gün 24 saat izlenerek kontrol altında tutulabilir.

### KAYNAKÇA

- Eleвли, S.; Behdiođlu, S. (2006). İstatistiksel Proses Kontrolü Teknikleri ile Kömür Kalitesindeki Değişkenliğin Belirlenmesi, *Madencilik*, 45(3), 19-26.
- Işığıçok, E. (2005). *Toplam Kalite Yönetimi Bakış Açısıyla İstatistiksel Kalite Kontrol*, Ezgi, Bursa.
- Kaya, İ.; Ađa, A. (2004). Kalite İyileştirme Sürecinin Yedi Temel Aracı ve Motor-Traktör İmalatı Yapan Bir İşletmede Uygulanması, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11, 447-468.
- Koçer, B.; Birgören, B. (2004). İstatistiksel Proses Kontrol Çizelgelerinde Hata Teşhisine Yönelik Yaklaşımlar, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 17(4), 59-69.
- Konya Şeker Sanayi ve Ticaret A.Ş. (2006). Şeker Üretimi, <<http://www.konyaseker.com.tr/default.asp?pg=detay&id=40>> [11.11.2007].
- Montgomery, D.C. (1997). *Introduction to Statistical Quality Control*, 3rd Ed., John Wiley & Sons, USA.
- Ooi, G. K., & McFarlane, D. C. (1998). Non-standard application of SPC in sugar quality monitoring. *UKACC International Conference on Control (CONTROL '98)*, p. 485 – 490
- Özel, S.; Birgören, B. (2005). Talaşlı İmalatta Küçük Partili Üretimler için Bir İstatistiksel Proses Kontrol Uygulaması, *Teknoloji*, 8(1), 9-23.
- Sanigar, K. M. A. (1990, November). Statistical process control-the British Sugar experience. In *Applied Statistical Process Control, IEE Colloquium on* (pp. 5-1). IET.
- Simoglou, A., Georgieva, P., Martin, E. B., Morris, A. J., & de Azevedo, S. F. (2005). On-line monitoring of a sugar crystallization process. *Computers & Chemical Engineering*, 29(6), 1411-1422.