

Andrew Fonksiyon Çizim Tekniği Yaklaşımı ile Çokdeğişkenli Kalite Kontrol Eğrileri ve Bir Uygulama

Yavuz UYAR*

ÖZET

Bu çalışmada, çokdeğişkenli kalite kontrol yöntemlerinden biri incelenmiştir. Ayrıca; kalite kontrol işlemlerinin seri üretim yapan işletmeler için taşıdığı önem de ele alınmıştır. İşletmelerin pazar payını arttırabilmek ve üretim esnasında kaynak israfını önlemek, üretim maliyetini azaltmak sanayi kuruluşlarının temel hedeflerinden biridir. Bunu gerçekleştirmenin bir yolu da üretim sürecini kontrol altında tutmaktır. Çalışmanın uygulama bölümünde bir sanayi kuruluşunda üretilen ve çimento fabrikalarında kalsiyum oksitlerin parçalanması ve termik santrallerde öğütülmesi için kullanılan ve Rotor Çekici olarak adlandırılan ürüne ilişkin veriler kullanılmıştır. Veriler belli aralıklarla ve 5'erli gruplar halinde 50 adet ürüne ilişkin 3 kalite özelliğinden elde edilmiştir. Bu verilere Andrew's fonksiyon çizim tekniği yaklaşımı uygulanmıştır. Bu metoda göre üretim sürecinin kontrol altında olduğu görülmüştür. Eğer üretim süreci kontrol altında olmasaydı, bu durum karar alıcılara iletilerek hatanın sebeplerinin araştırılması gerekecekti. Bu çalışma ile seri üretim yapan işletmelerde yöntemin etkin olarak kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Çokdeğişkenli Kalite Kontrol, Üretim Süreci, Kalite

1. GİRİŞ

Seri üretime dayalı işletmeler, özellikle sanayi ürünlerini hem iç hem de dış pazarlarda satabilir ve rakipleri ile yarışabilir düzeyde üretebilmek için yoğun çaba harcamak durumundadır (Doganaksoy, vd., 1991). Bu çaba içinde, kaynak israfını önlemek, maliyeti düşürmek ve ürün kalitesini yükseltmek başta gelmektedir. Bu kapsamda, işletme için kalite kontrol tekniklerini kullanmak zorunlu hale gelmiştir. İstatistik kalite kontrol; Bir ürünün en yüksek derecede yararlı aynı zamanda da bir pazara sahip olacak tarzda imalini sağlamak üzere, istatistik prensip ve tekniklerinin, üretimin bütün safhalarında ki uygulamalarından ibarettir (Burnak, 1988). Kalite kontrol işlemi ile kaynak ve dolayısıyla üretim maliyeti düşürülebilir. Seri ve kaliteli üretim için bu gereklidir. Yaygın olarak kullanılan kalite kontrol grafikleri, tek değişken üzerinden çeşitli kontrol grafikleri çizilerek oluşturulmaktadır. Ancak, tüketiciler

* Dr., Devlet İstatistik Enstitüsü, ANKARA/TÜRKİYE

artık bir ürünün sadece tek bir özellik bakımından kaliteli olmasını yeterli bulmamaktadır (Jacson, 1995).

Çokdeğişkenli kalite kontrol, bir ürün veya sürecin en az iki ya da daha fazla özelliğinin aynı anda birlikte değerlendirilmesidir (Uyar, 1993). Bu çalışma ile çokdeğişkenli kalite kontrol işleminin bir fonksiyon aracılığı ile nasıl elde edileceği gösterilmeye çalışılmıştır.

2. METOD

Bir ürünün çeşitli değerlerinden oluşan X vektörü $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ ile tanımlansın. X vektörü p boyutlu uzayda bir noktayı ifade etmektedir. Andrew's metodunun temelini $f(t)$ fonksiyonu oluşturur ve bu fonksiyon,

$$f(t) = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_p \\ t_1 \\ t_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ t_p \end{vmatrix} = x_1 t_1 + x_2 t_2 + \dots + x_p t_p, \quad -\pi \leq \theta \leq \pi$$

ile tanımlanır (KULKARNI, S.P., PARANJAPE, S.P., 1984). Bu fonksiyondaki $t(\theta) = (t_1, t_2, \dots, t_p)$ 'dir. Andrew's fonksiyon çizimi $f(t)$ 'nin $-\pi \leq \theta \leq \pi$ üzerindeki çizimidir. Uygulamada t 'nin seçimi aşağıdaki kümeden yapılabilir.

$$t(\theta) = (\sin \theta \quad \cos \theta \quad \sin 2\theta \quad \cos 2\theta \quad \dots)$$

Bu vektörden oluşturulacak $t(\theta)$ ile fonksiyon $[-\pi, \pi]$ aralığında çizilir ve çokdeğişkenli nokta iki boyutta bir eğri olarak elde edilir. Yığın μ ve Σ parametrelili bir dağılım olsun. p değişkenli X noktası $X \in E$ 'yi sağlarsa sürecin kontrol altında olduğu kabul edilir. E kümesi,

$E = \{X: (X - \mu)' \Sigma^{-1} (X - \mu) \leq c_\alpha\}$ 'dir. c_α , $\chi_{p, \alpha}^2$ dağılımının $100(1 - \alpha)$ yüzde noktasındaki değeridir. Çalışmada $\alpha = 0,05$ olarak alınmıştır. Eğer $X \notin E$ ise sürecin kontrol dışına çıktığı belirtilir. Yığına ilişkin μ ve Σ parametreleri bilinmiyorsa, örnekten elde edilen \bar{x} ortalama ve S^2 tahminleri kullanılır ve c_α 'da T_α^2 ile yer değiştirir ve T^2 değeri,

$$T_\alpha^2 = \frac{p(n-1)}{(n-p)} F_{\alpha; p, N-p}, \text{ eşitliğinden elde edilebilir.}$$

Önerme: Süreç sadece ve sadece $f(t)$, R bölgesine düşüyorsa kontrol altındadır. R bölgesi:

$$R = \{X: AKE < x_t < ÜKE\}, \quad -\pi \leq \theta \leq \pi$$

$$\text{Üst Kontrol Eğrisi (ÜKE)} = \mu t + (c_\alpha t \Sigma t)^{1/2}$$

$$\text{Alt Kontrol Eğrisi (AKE)} = \mu t - (c_\alpha t \Sigma t)^{1/2}$$

(R, kontrol bölgesi olarak kabul edilecek.)

Andrew's fonksiyon çizim tekniğinin daha kolay anlaşılması için uygulamada aşağıdaki basamaklardan yararlanır.

- I. Basamak: $\mu t \pm (c_\alpha t \Sigma t)^{1/2}$ ile alt ve üst sınır eğrileri elde edilir. Daha öncede belirtildiği gibi μ ve Σ bilinmiyorsa örnekten elde edilen \bar{x} ortalama ve S^2 değerleri kullanılır. Daha sonra $-\pi \leq \theta \leq \pi$ aralığındaki bazı θ 'lar için çizimi yapılır.
- II. $f_i(t)$ hesaplanır, $f_i(t) = \sum_i^n x_t$ hesaplanır. Burada i örnek çapına eşittir.
- III. Eğer herhangi bir safhada, herhangi bir θ için $f_i(t)$ ÜKE veya AKE'yi kesiyorsa ona karşılık gelen gözlem kontrol dışı olarak kabul edilerek bu durumun nedenleri tespit edilmeye çalışılır.

3. UYGULAMA

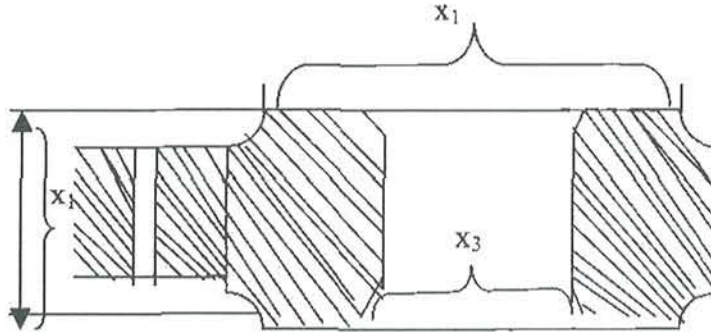
3.1. Ele Alınan Parça

Andrew's metodunun uygulaması için teknik resimde verilen Rotor Çekici'nin üretimi sırasında elde edilen veriler kullanılmıştır. Veriler, ele alınan parçanın üretimi için geçen safhaların tamamını kapsayacak şekilde derlenmiştir. Ürüne ait bir çok özellik önemli sayılmasına rağmen şekilde işaretlenen boyutların daha hassas olduğu vurgulanmış ve buradaki ölçümlerin kalite için temel teşkil edeceği belirtilmiştir.

x_1 : Parça kalınlığı (mm)

x_2 : Bağlantı deliği (mm)

x_3 : Delik havşası (mm)



3.2. Veriler

Veriler, üretim sürecinin bütün safhalarını kapsayacak şekilde belli aralıklarla alınarak ölçümleri yapılmıştır. Her bir örnek 5 gruptan oluşmak üzere toplam 10 örnek alınmıştır. Dolayısıyla üç değişken için 150 adet ölçüm yapılarak aşağıdaki tablo elde edilmiştir.

Tablo 1: Ele alınan parçanın ölçüm değerleri (mm)

Kalite Kontrol Değişkenleri			Kalite Kontrol Değişkenleri				
	X_1	X_2	X_3		X_1	X_2	X_3
1. Örnek	37,000	210,000	142,000	6. Örnek	37,000	209,000	142,700
	37,000	210,500	142,000		37,500	210,900	142,000
	37,500	210,500	142,000		37,800	210,000	142,600
	37,500	210,000	142,000		37,000	210,400	142,500
	37,500	210,500	142,000		37,600	210,100	142,000
2. Örnek	37,400	209,500	141,900	7. Örnek	37,300	210,000	142,000
	37,200	210,800	142,500		37,800	210,500	143,800
	37,000	210,000	142,600		37,700	210,100	142,000
	37,600	210,900	142,000		37,000	210,700	142,800
	37,500	210,100	142,700		37,500	210,300	142,700
3. Örnek	37,000	210,000	142,000	8. Örnek	37,300	210,500	141,000
	36,500	211,000	142,000		37,200	210,100	142,000
	37,800	210,600	142,200		37,400	210,900	142,800
	37,500	210,600	142,000		37,600	210,400	143,000
	37,100	210,700	142,800		37,450	210,900	142,600
37,000	210,100	142,500	37,700	210,500	142,000		

	37,300	210,900	142,400		37,400	210,000	142,800
4. Örnek	37,600	210,000	142,100	9. Örnek	37,600	209,000	142,500
	37,000	210,500	143,000		37,200	210,100	142,600
	37,800	210,300	142,600		36,000	211,000	142,700
	37,600	210,000	142,000		37,700	210,500	142,000
	37,700	210,400	142,400		37,400	210,000	142,800
5. Örnek	37,000	210,300	142,100	10. Örnek	37,600	209,000	142,500
	37,900	210,600	142,700		37,200	210,100	142,600
	37,400	210,000	142,100		36,000	211,000	142,700

Bu verilere bağlı olarak S^2 matrisi ve kontrol grafikleri için gerekli olan diğer değişkenlere ilişkin değerler aşağıda verilmiştir.

$$S^2 = \begin{vmatrix} 0,180 & -0,046 & -0,011 \\ -0,046 & 0,250 & 0,018 \\ -0,011 & 0,018 & 0,200 \end{vmatrix}$$

Tablo 2 . t vektörü ve değerleri

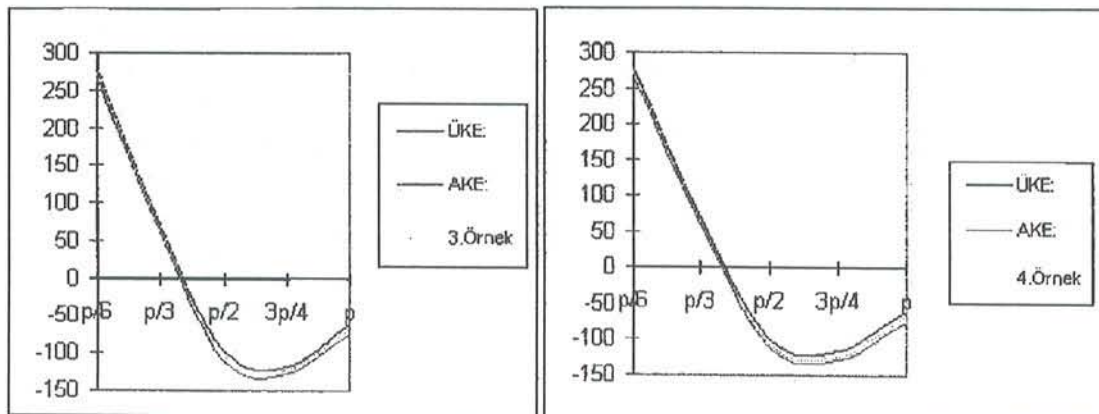
θ	$\sin\theta$	$\cos\theta$	$\sin 2\theta$
$\pi/6$	0,50	0,87	0,50
$\pi/3$	0,87	0,50	-0,50
$\pi/2$	1,00	0,00	-1,00
$3\pi/4$	0,71	-0,71	0,00
π	0,00	-1,00	1,00

$$\alpha = 0,05$$

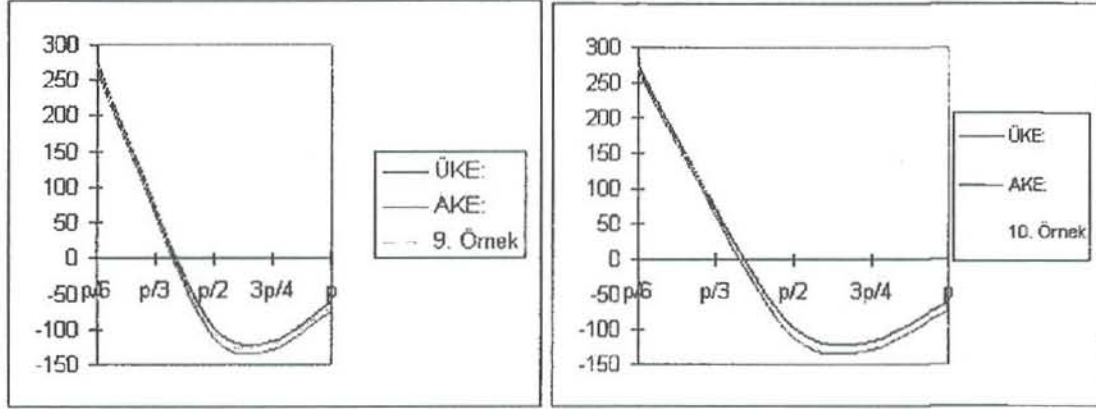
$$\bar{x} = \begin{vmatrix} 37,307 & 210,306 & 142,376 \end{vmatrix}$$

$$T^2 = 114,960$$

Bu değerlere göre, Andrew's fonksiyon çizim tekniğinin yukardaki 3 basamağı sırasıyla hesaplanarak her bir örnek için kontrol grafikleri



oluşturulabilir. Bu çalışmada her bir örnek için grafik çizimi fazla yer tutacağından metodun işleyişini göstermek için kısıtlı sayıda örnek için kontrol grafikleri oluşturulmuştur. Bunlar; 3, 4, 9 ve 10. örneklerdir. Grafiklerde, $f(t) = x_i t'$ eğrileri oluşturulurken x_i vektörleri i . örnek ortalamalarından oluşturulmuştur.



Seçilmiş örnek gruplarına ait yukarıdaki grafikler elde edilmiştir. Grafikler incelendiğinde değerlerin çok küçük ve birbirine yakın olmandan dolayı AKE, ÜKE ve örnek eğrileri üst üste gelmiş gibi görülebilir ancak; örnek grafiklerinde örneklere ilişkin eğriler, alt ve üst kontrol eğrilerini keserek diğer tarafa geçmemiştir. Buradan da ele alınan parçaya ilişkin üretim sürecinin kontrol altında olduğu söylenebilir.

4. SONUÇ

Bu çalışma ile çokdeğişkenli kalite kontrol grafiklerinin Andrew's fonksiyon çizim tekniği yaklaşımı ile oluşturulabileceği gösterilmiştir. Üretim süreçlerinin özellikle seri üretim yapan işletmelerde kontrol altında tutulması çok önemlidir. Üretim maliyeti yüksek ürünlerde kusurlu üretime ilişkin ıskarta maliyeti işletmelere büyük zarar vereceğinden dolayı üretim sürecinin kontrol altında tutulması işletmelerce istenen temel faktördür. Ayrıca; bu çalışma ile kalite kontrol bakımından artık tek değişkenin yeterli olacağı ilave değişkenlerle kaliteyi açıklamanın daha gerçekçi ve yararlı olacağı vurgulanmaya çalışılmıştır. Çalışmada ele alınan parçanın, üretim esnasında, belirlenen kalite kontrol değişkenleri bakımından kontrol altında olduğu söylenebilir. Seri üretim yapan işletmelere çalışmada sunulan bilimsel ve uygulanabilir bu yöntemin kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- BURNAK, N., 1988, Çokdeğişkenli Kalite Kontrolünde Maliyet Analizi, Anadolu Ü., Eskişehir, 259.
- KULKARNI, S.P., PARANJAPE, S.P., 1984, Use of Andrew's' Function Plot Technique to Construct Control Curve For Multivariate Process, Statist. Meth., 13(20), 2511-2533.
- RICHARD J., HARRIS, A., A Primer of Multivariate Statistic, Academic Press.
- UYAR, Y., Çokdeğişkenli Kalite Kontrolü, Yüksel Lisans Tezi, Gazi Ü., 1993.
- JACSON, J.K., 1995, Multivariate quality control. Comm. Stat—Theory and Methods 14, 2657-2688.
- DOGANAKSOY, N., FALTIN F.B., TUCKER, W.T., 1991, Identification of out of control quality characteristics in a multivariate manufacturing environment. Comm. Stat—Theory and Methods 20(9), 2775-2790.

Construct Multivariate Quality Control Curve by the Approach of Andrew's Function Plot Technique and An Application

ABSTRACT

In this study, importance of multivariate quality control in serial production firms is considered. Increasing market share, preventing waste of resource and reducing the cost are main goal of the industrial enterprises. One of the ways for achieving this goal is the inspection of production process under control. In the application part of the study, data for the ROTOR ÇEKİCİ , used in the cement factory for the decomposition of the calcium oxide and in the thermic powerhouse for grinding, are used. Data are obtained from relating to the 3 quality attributes of 50 units product which are got with definite intervals and each group consist of 5. Andrew's function plot technique approach is applied to these data. It is seen that production process is under control using this method. If the process is not under the control, this situation will be informed to the decision makers for the investigation of error reasons. It is shown that method is an efficient technique for the