

SHEWHART Kontrol Kartlarında (Çizelgesinde) Tasarım Parametrelerinin Seçimi Üzerine Bir Uygulama

Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza FİRUZAN

Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İZMİR

Yrd. Doç. Dr. Yusuf Yüksel AYVAZ

Celal Bayar Üniversitesi, Köprübaşı Meslek Yüksek Okulu, MANİSA

ÖZET

SHEWHART kontrol kartlarının ekonomik tasarımları kontrol etkinliği ile maliyetleri arasında bir denge kurulması prensibi etrafında gelişim göstermiştir

Bu çalışmada, örnekleme sırasında yapılan hataları ve kaynakların boşa harcanmasını önlemek amacıyla Montgomery' in geliştirdiği paket programı kullanılmıştır. Ekonomik tasarım parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan, bu program ile birim zamandaki maliyet ve kayıp fonksiyonları dikkate alarak tasarım parametreleri; örnek büyüklüğü, örnekleme aralığı ve kontrol limitleri katsayılarının belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kontrol Kartlarının Ekonomik Dizaynı, İstatistiksel Süreç Kontrolü İstatistiksel Kalite Kontrol

An Application About The Selection of Design Parameters at The SHEWHART Control Charts

ABSTRACT

The economical designs of SHEWHART control charts have been improved around by the principle of balancing between control efficiency and its costs.

In this study, the packet programme which was designed by Montgomery to prevent the errors and the wastage of resources during sample process to determinate of the economic designparameter has been used .With this programme, by paying attention to the lost functions and unit cost,design parameters, sample size, sample range and the coefficient of control limits has been determinated.

Key Words: Economical Design of Control Charts, Statistical Process Control, Statistical Quality Control

GİRİŞ

Kontrol Kartları, bir sürecin istatistiksel kontrolünü kurmak ve sürdürmek için kullanılmaktadır. Ayrıca süreç parametreleri tahminlemesinde,özellikle süreç yeterlilik çalışmalarında etkili birer araçlardır. Bir kontrol kartının kullanımı;

1. Örnek büyüklüğü seçimini,
2. Örnekler arasındaki aralık veya örnekleme sıklığının seçimini,
3. Kontrol sınırlarının seçimini

içermektedir. Bu üç parametrenin seçimine kontrol kartının tasarımı adı verilmektedir.

Geleneksel olarak, kontrol kartları, sadece istatistiksel ölçütlere göre tasarlanmıştır. Çoğunlukla örnek büyüklüğü ve kalite özelliğindeki belli bir değişikliği bulmaya yarayan testin gücü gibi kontrol sınırları seçimini içerir ve I. Tip hatanın olma olasılığı belirtilen değerlere eşittir. Örnekler arasındaki sürenin

seçilmesi, standart şekilde belirlenmeyip kalite ile uğraşanların inisiyatifine bırakılmaktadır. Bunun sonucunda yüksek maliyetler ve kalitede bozulma ortaya çıkmaktadır.

Kontrol kartının tasarımı için ekonomik bir modelin formüle edilmesi, sürecin davranışı hakkında belirli tahminler yapmak için gereklidir.

Sürece ait tek karakteristiğin kontrol altına alınmaya çalışıldığı durum düşünülürse; kontrol kartının, yapısı düzeltilebilir faktörlerin varlığı durumunda “Kontrol dışı” sinyalini oluşturmaya, sebebi belirlenebilir bir durumun yokluğunda ve düzeltme gerekliliğinin oluşmadığı durumlarda ise “Kontrol Altında” sinyalini göstermeye yönelik olarak tasarlanmalıdır. Benzer şekilde, kalite karakteristiği bir özellikse ve hiçbir tespit edilebilir sebep mevcut değil ise sürecin kontrol altında olması, hatalı ürünlerin oranlaması ile belirlenir.

Genellikle kontrol kartlarının ekonomik tasarımında maliyetler üç kategoride düşünülür:

1. Örneklemeye ve test maliyetleri,
2. Kontrol dışı sinyalinin araştırılmasına ve bulunması mümkün bazı sebeplerin onarımı veya düzeltilmesine ilişkin maliyetler,
3. Uygun olmayan parçaların üretimine ilişkin maliyetler

Örneklemeye ve test maliyetleri; teknisyen maaşları ve ücretleri, gerekli test teçhizat maliyetleri ve denemeden doğan bozuk ürünlerin maliyetleridir.

Genellikle örneklemeye ve test maliyetlerinin hem sabit, hem de değişken bileşenleri içerdiği varsayılır. Bunlar sırasıyla a_1 ve a_2 olarak tanımlanırsa örneklemenin ve testin toplam maliyeti;

$$a_1 + a_2n$$

şeklinde dir. Maliyet bilgilerini elde etmenin ve değerlendirmenin zorluğu nedeniyle çok daha kompleks ilişkilerin kullanımı uygun olmayabilir. İncelemenin maliyeti veya bir kontrol dışı alarmını gördükten sonra sürecin iyileştirmedeki maliyeti birçok yolla gösterilir. Bu nedenle yanlış alarmlar incelenirken bu iki durumun modelde ayrı maliyet oranları ile gösterilmesi gerekir. Böylece s sayıda kontrol dışı durumu içeren modellerde, s+1 maliyet oranları kontrol dışı işaretleri dışındaki gibi araştırma ve düzeltici faaliyet prosedürleri de modele gerekli olabilir.

JARAIEDI ve ZHUANG tarafından yapılan çalışmalarda SHEWHART \bar{X} kartının optimal tasarımı incelenmiştir. Bu çalışmada, süreci kontrol dışı duruma taşıyabilecek olan bir çok nedenin varlığı durumunda \bar{X} kartının optimal tasarımı üzerinde durulmuştur. (JARAIEDI, M. & ZHUANG, Z. 1991, s253)

Bazı bilim adamlarına göre model kurmak gereksizdir. Çünkü küçük sapmaların nedenlerini bulmak zor ama giderilmesi kolaydır. Halbuki büyük değişmelerin sebebini bulmak kolay ama giderilmesi zordur.

Ekonomik modeller, genellikle toplam maliyet fonksiyonu kullanılarak formüle edilirler ve tasarım parametreleri ile tartışılan üç tip maliyet arasındaki

ilişkiyi gösterir. Üretim, gözlem ve düzeltici faaliyet süreci zaman boyunca bağımsız dönemler serisi gibi düşünülebilir. Her dönem, kontrolde olduğu durumdaki üretim süreci ile başlar ve kontrol dışı işaretlerle sonuçlanarak devam eder.

Süreçte gereken düzeltmeler yapıldıktan ve tekrar kontrol altına alındıktan sonra yeni bir dönem başlar. $E(T)$ dönemin beklenen uzunluğu (ortalama uzunluk)* ve $E(C)$ dönem boyunca beklenen toplam maliyet** olsun. Buradan bir zaman birimi için beklenen maliyet***

$$E(A) = \frac{E(C)}{E(T)}$$

olur.

\bar{X} KONTROL KARTININ EKONOMİK TASARIMI

Ekonomik ve istatistiksel gereksinimleri bir araya getiren yaklaşımları iki grup altında toplamak mümkündür. Birinci grupta maliyet fonksiyonuna istatistiksel kısıtları koyarak, maliyet fonksiyonunun bu kısıtları altında minimizasyonunu elde eden yaklaşımlardır. (ŞEN,A.,HACIMENİ,E.,FİRUZAN,A ,1993,s.468-469)

Birleştirilmiş yaklaşımların ikincisi ekonomik maliyet fonksiyonu yerine kayıp-maliyet fonksiyonunu minimize etmeye çalışmaktadırlar.Kayıplar kalite karakteristiğinin hedef değerinin sapmaları ile ifade edilmiştir.(MOOD,M.A.,GRAYBILL,A.F.BOES,C.D.s.297)

Kontrol kartlarının ekonomik modellerinin geliştirilmesindeki araştırmaların çoğu, \bar{X} kontrol kartı içindir. Araştırmaların bu kontrol kartlarıyla ilgili olması, doğrudan bu kartların uygulamada yaygın bir şekilde kullanımlarından ileri gelmektedir.

1956' da, Duncan, \bar{X} kontrol kartının optimum ekonomik tasarımı için ekonomik bir model geliştirmiştir. Duncan, sürecin kontrol altında bir μ_0 durumu ile tanımlandığını ve rasgele meydana gelen δ katsayısının alabileceği bir değer için, ortalamanın μ_0 ' dan $\mu_0 + \delta$ veya $\mu_0 - \delta$ ' a bir değişiklikle sonuçlandığını göstermiştir. Süreç; aritmetik ortalaması μ_0 , üst ve alt kontrol limitleri $\mu_0 \pm k(\sigma/\sqrt{n})$ olan bir \bar{X} kontrol kartı ile modellenir. Örneklemeler h saat aralıklarla alınır. Bir nokta kontrol limitlerini seçtiğinde, tespit edilebilir sebep için bir araştırma başlatılır. Tespiti edilebilir bu sebep için yapılan araştırma sırasında, sürecin devam etmesine izin verilir. Düzeltme ve gerekliyse onarımların maliyetinin, süreçten gelen net gelire karşın hesaba katılmadığı varsayılır. Ayrıca μ_0, δ ve σ parametrelerinin bilindiği varsayılır, halbuki n, k ve h bellidir.

* Expected Length

** Expected Total Cost

*** Expected Cost Per Unit Time

RAHİM (1989) yaptığı çalışmada, \bar{X} -R kontrol kartlarının kullanımında tasarım parametrelerinin ekonomik tasarımını ele almıştır. Yapılan çalışmada tespit edilebilir hata nedeni sayısını bir ile sınırlandıran süreç modelini varsaymıştır. (RAHİM, M. A,1989)

Tespit edilebilir sebebin, her saat meydana gelen olayların λ yoğunluğuyla bir Poisson sürecine göre meydana geldiği varsayılır. Öyle ki sürecin kontrol altında başladığı varsayıldığında, sürecin kontrol altında kaldığı zaman aralığının $1/\lambda$ saat ortalamayla üstel rassal değişken olduğu varsayımıdır. Bu yüzden j' inci ve $(j+1)'$ inci örneklem arasında tespit edilebilir sebebin alınmasıyla, bu aralık içinde olayın beklenen zamanı,

$$T = \frac{\int_{jh}^{(j+1)h} e^{-\lambda t} \lambda(t - jh) dt}{\int_{jh}^{(j+1)h} e^{-\lambda t} \lambda dt} = \frac{1 - (1 + \lambda h)e^{-\lambda h}}{\lambda(1 - e^{-\lambda h})}$$

olur. Tespit edilebilir sebep meydana geldiğinde [$\phi(z) = (2\pi)^{-1/2} e^{-z^2/2}$ standart normal dağıldığı durumda] sonradan alınan herhangi bir örneklem üzerinde belirlenebilecek olasılık,

$$1 - \beta = \int_{-\infty}^{-k - \delta\sqrt{n}} \phi(z) dz + \int_{k - \delta\sqrt{n}}^{\infty} \phi(z) dz$$

olur. Yanlış bir alarmın olasılığı,

$$\alpha = 2 \int_k^{\infty} \phi(z) dz$$

olur.(MONTGOMERY, D.C., 2001.s.486)

Üretim dönemi dört periyottan oluşur.;

- (1) “Kontrol altında” periyodu
- (2) “Kontrol dışı” periyodu
- (3) Bir örneklem almak için geçen zaman ve sonuçların yorumlanması
- (4) Tespit edilmesi mümkün olan durumu bulmak için geçen zaman.

“Kontrol altında” periyodunun beklenen uzunluğu $1/\lambda'$ dir. Gerçekte sürecin kontrol dışı olduğunu veren bir “kontrol dışı” sinyali üretmek için gerekli örneklem sayısı, $1/(1 - \beta)$ ortalamaya sahip geometrik rassal değişkendir. Sonuç olarak, “kontrol dışı” periyodunun beklenen uzunluğu, $h/(1 - \beta)$ -T olur. Bir örneklem almak ve sonuçları yorumlamak için gereken zaman örneklem büyüklüğüyle orantılı sabit bir g' dir. Bu dönem parçasının uzunluğu gn' dir. Ortaya çıkan bir sinyalin devamında tespit edilebilir sebebi bulmak için gereken zaman D' dir. Böylece dönemin beklenen uzunluğu,

$$E(T) = \frac{1}{\lambda} + \frac{h}{1 - \beta} - T + gn + D$$

olur.

Süreç kontrol altında iken yapılan çalışmaların herbir saati için net gelir V_0 , ve süreç kontrol dışı iken yapılan çalışmaların her bir saati için net gelir V_1 ' dir. Büyüklüğü n olan bir örneklem almanın maliyeti $a_1 + a_2n$ şeklinde olduğu varsayıldığında, a_1 ve a_2 , sırasıyla, sabit ve değişken örnekleme maliyet unsurlarıdır. Bir üretim dönemi içinde alınan beklenen örneklem sayısı, dönemin beklenen uzunluğunun örneklem aralığına oranıdır ($E(T)/h$). Tespit edilebilir sebebin bulunma maliyeti a_3 , ve yanlış bir alarm araştırma maliyeti a_3' dür. Bir dönem boyunca meydana gelen beklenen yanlış alarm sayısı, değişimden önce alınan örneklem sayısının beklenen değerinin α katıdır.

$$\alpha \sum_{j=0}^{\infty} \int_{jh}^{(j+1)h} j e^{-\lambda t} dt = \frac{\alpha e^{-\lambda h}}{1 - e^{-\lambda h}}$$

Böylece her bir dönem için beklenen net gelir,

$$E(C) = V_0 \frac{1}{\lambda} + V_1 \left(\frac{h}{1-\beta} - T + gn + D \right) - a_3 - \frac{a_3' e^{-\lambda h}}{1 - e^{-\lambda h}} - (a_1 + a_2n) \frac{E(T)}{h}$$

olur.

Her bir saat için beklenen net gelir, her bir dönemin beklenen net gelirinin dönemin beklenen uzunluğuna bölünmesiyle bulunur. Sonuç olarak,

$$E(A) = \frac{E(C)}{E(T)}$$

$$= \frac{V_0(1/\lambda) + V_1[h/(1-\beta) - T + gn + D] - a_3 - a_3' \alpha e^{-\lambda h} / (1 - e^{-\lambda h})}{1/\lambda + h/(1-\beta) - T + gn + D} - \frac{a_1 + a_2n}{h}$$

olur.

$a_4 = V_0 - V_1$ ' e bakarsak a_4 , süreç kontrol dışında iken üretimde ortaya çıkan saat başı ceza maliyeti olarak tanımlanır. (9-29)' daki denklem tekrar yazılırsa,

$$E(A) = V_0 - \frac{a_1 + a_2n}{h} - \frac{a_4[h/(1-\beta) - T + gn + D] + a_3 + a_3' \alpha e^{-\lambda h} / (1 - e^{-\lambda h})}{1/\lambda + h/(1-\beta) - T + gn + D}$$

veya

$$E(A) = V_0 - E(L)$$

olur.

$$E(L) = \frac{a_1 + a_2n}{h} + \frac{a_4[h/(1-\beta) - T + gn + D] + a_3 + a_3' \alpha e^{-\lambda h} / (1 - e^{-\lambda h})}{1/\lambda + h/(1-\beta) - T + gn + D}$$

olduğu durumda $E(L)$, süreçte karşılaşılan saat başına beklenen kayıp olarak tanımlanır. $E(L)$, n , k ve h kontrol kartı parametrelerinin bir fonksiyonudur. Saat başına beklenen net gelirin maksimize edilmesi $E(L)$ ' nin minimize edilmesi ile gerçekleşir.

Chiu ve Wetherill (1974), Duncan' ın modeli için basit ve yaklaşımsal bir optimizasyon işlemi geliştirmişlerdir. Optimizasyon işlemi, testin gücü üzerine bir sınırlama getirir. Testin gücü için tavsiye edilen değerler $1-\beta=0,90$ veya $1-\beta=0,95$ ' dir. Bu sınırlamayı optimum tasarım üzerinde gerçekleştirmek için tablolar verilir. Bu işlem genellikle optimuma yakın bir tasarım sağlar.

UYGULAMA

Endüstri düzeyinde kalite kontrolü tek bir firmanın bağımsız olarak yürütebileceği bir uygulama olmaktan çıkmıştır. Endüstrinin temel ve yan sanayi ürünlerine olan bağlılığı nedeniyle hammaddeler ve ara mamullerin kalite düzeyi, ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu ise endüstride genel bir kalite bilinci oluşturulması ile doğrudan ilişkilidir.

ABC(firma isminin kullanılmasını istememektedir) Markası ile meyveli soda üretimini gerçekleştiren yaptığı açıklamaya göre 2001 yılında meyveli soda sektörüne yönelik firma Türkiye genelinde 7 bölge müdürlüğüne bağlı 54 bayi ağı ile tüketiciye ulaşıyor. Saatte 8000 şişe üretim yapılıyor, 2001 yılında 700.000 litre satış gerçekleştiren firma geçen yıl 3 milyon litrelik meyveli soda satışı ile pazarda %15'lik pay elde etmiştir. Bu firma kullandığı şişeleri fason olarak başka firmaya yaptırmaktadır. Şişelerin sözleşme limitlerinden daha ince olmasından dolayı dolmuş ve kapaklama sırasında zaman zaman patlayarak süreci duraklamasına neden olmaktadır. Bu duraklama, firmaya zaman, maliyet, temizlik vb. konularda ek maliyet getirmekte olup, bu maliyet şişe yapan fabrikadan talep edilmektedir.

Yapılan araştırmada şişe fabrikası hatalı örnekleme yaparak, hem ek maliyetle karşılaşmış, hem de prestij kaybına uğramıştır.

İlgili firmadan aşağıdaki parametreleri elde edilerek; hangi α ve $1 - \beta$ düzeyinde kaç örnek hangi aralıkta alınırsa minimum maliyet olacağı araştırılmıştır.

- a_1 = Sabit maliyetler (örneklemede) her bir şişe için,
- a_2 = Değişken maliyetler (örneklemede) her bir şişe için,
- a_z = Bir kontrol dışı araştırma ve giderme maliyeti,
- a_3 = Yanlış bir alarmın araştırma maliyeti,
- a_4 = Üretim kontrol dışı iken saat başı cezası,
- λ = Parametre,
- δ = Standart Sapma,
- g = Değişken maliyetlerin hesaplama süresi,
- D = Bir kontrol dışı alarmını araştırmak için geçen ortalama süre,

$a_1 = 150.000$ TL
 $a_2 = 15.000$ TL
 $a_z = 3.750.000$ TL
 $a_3 = 7.500.000$ TL
 $a_4 = 15.000.000$ TL
 $\lambda = 0,05$
 $\delta = 2$
 $g = 0,0167$
 $D = 1,0$

A1= 1500000		A3 = 3750000		A4 = 15000000		XLAM = 0 0,05		G= 0,0167	
A2= 15000		A3P= 7500000		DELT = 2		D = 1			
N	OPTIMUM K	OPTIMUMU H	ALPHA	POWER	COST				
1	1,44	1,97	0,1498	0,7122	3283208,2				
2	1,84	1,97	0,0657	0,8385	2782492,76				
3	2,12	2	0,0340	0,9105	2580150,05				
4	2,35	2,03	0,0187	0,9505	2489354,56				
5	2,56	2,04	0,0104	0,9720	2449668,67				
6	2,74	2,06	0,0061	0,9845	2435690,35				
7	2,92	2,07	0,0035	0,9911	2435310,17				
8	3,08	2,08	0,0020	0,9950	2442334,32				
9	3,24	2,09	0,0011	0,9971	2453455,48				
10	3,39	2,1	0,0006	0,9983	2466865,68				
11	3,53	2,11	0,0004	0,9990	2481556,08				
12	3,67	2,12	0,0002	0,9994	2496958,54				
13	3,8	2,13	0,0001	0,9996	2512749,18				
14	3,93	2,14	0,0000	0,9998	2528742,99				
15	4,05	2,14	0,0000	0,9998	2544833,23				

Buna göre; firma, $\alpha=0,0035$, $1-\beta = 0,9911$ ve standart sapma çarpanı 2,92 olacak şekilde, her 124 dakika sonunda (her 16560 şişe üretildikten sonra) 7 şişe olarak örnekleme gerçekleştirdiğinde, firmanın katlanmak durumunda olduğu minimum örnekleme maliyeti saat başına 2435310 TL.' dir.

Ancak bir ay sonra sendika toplantıları sonunda, çalışanlara maaş artışı yapılmıştır. Aynı zamanda firma, imalathaneye yeni bir makine almıştır. Böylece firmanın her bir şişe için sabit maliyeti 1500000 TL. iken 3000000 TL. olmuştur.

A1= 3000000 A3= 3750000 A4= 15000000 XLAM = 0 0,05 G= 0,0167
A2= 15000 A3P= 7500000 DELT= 2 D= 1

N	OPTIMUM K	OPTIMUMU H	ALPHA	POWER	COST
1	1,15	2,96	0,2501	0,8023	3828879,56
2	1,62	2,85	0,1052	0,8865	3344629,58
3	1,93	2,85	0,0536	0,9374	3141625,44
4	2,18	2,86	0,0292	0,9656	3048476,16
5	2,41	2,86	0,0159	0,9804	3006380,31
6	2,61	2,87	0,0090	0,9889	2990086,57
7	2,79	2,88	0,0052	0,9938	2987448,08
8	2,97	2,88	0,0029	0,9963	2992240,07
9	3,13	2,89	0,0017	0,9979	3001143,27
10	3,28	2,9	0,0010	0,9988	3012349,09
11	3,43	2,91	0,0006	0,9993	3024848,54
12	3,57	2,91	0,0003	0,9996	3038075,81
13	3,71	2,92	0,0002	0,9997	3051708,48
14	3,84	2,93	0,0001	0,9998	3065562,75
15	3,97	2,93	0,0000	0,9999	3079532,61

Bu durumda; firma, $\alpha=0,0052$, testin gücü 0,9938 ve standart sapma çarpanı 2,79 olacak şekilde, her 173 dakikada bir (üretilen her 23040 şişeden sonra) 7 şişe alarak örnekleme yapılabilmektedir ve minimum örnekleme maliyeti her saat için 2987448 TL. olur.

Belli bir dönem sonunda firmanın hammadde satın aldığı K firması kum fiyatlarına artış yapmıştır. Stoklama ve nakliye ücretlerinin de artmasıyla bir şişe için 15000 TL. olan değişken maliyet 500000 TL. olmuştur.

A1= 3000000 A3= 3750000 A4= 15000000 XLAM = 0 0,05 G= 0,0167
A2= 500000 A3P= 7500000 DELT 2 D= 1

N	OPTIMUM K	OPTIMUMU H	ALPHA	POWER	COST
1	1,09	3,21	0,2757	0,8185	3968566,22
2	1,52	3,31	0,1285	0,9046	3626977,4
3	1,82	3,48	0,0687	0,9499	3554965,23
4	2,06	3,66	0,0393	0,9738	3584202,21
5	2,27	3,84	0,0232	0,9861	3657541,83
6	2,47	4	0,0135	0,9924	3750737,02
7	2,65	4,17	0,0080	0,9958	3852408,42
8	2,82	4,32	0,0048	0,9977	3956931,22
9	2,98	4,47	0,0028	0,9987	4061487,57
10	3,13	4,62	0,0017	0,9992	4164682,32
11	3,28	4,76	0,0010	0,9996	4265858,65
12	3,42	4,9	0,0006	0,9997	4364747,48

Değişken maliyette meydana gelen artışla, firma, $\alpha=0,0687$, testin gücü 0,9499 ve standart sapma çarpanı 1,82 olacak şekilde her 209 dakikada bir (üretilen her 27640 şişeden sonra) 3 şişe olarak örnekleme yapılarak gerçekleştirir. Böylece minimum örnekleme maliyeti saat başına 3554965 TL. olur.

SONUÇ

ABC markasıyla meyveli soda üretimini gerçekleştiren firmada yapılan uygulama sonucunda, teknolojik alt yapının yetersizliği, yöneticilerle çalışanlar arasında kopukluk (takım olamama), çalışanların toplam kalite konusunda defalarca eğitim almaları ve bu konuda bilgili olmalarına rağmen istatistiksel kalite kontrol konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir. Yapılan uygulamada; şişe fabrikasının daha önce örnekleme yaparken, örneklem hacmini ve örneklemler arasında geçen süreyi tüm parametreleri dikkate almadığı ve bundan dolayı hem ek maliyet hem de prestij kaybına uğradığı görülmüştür. İlgili firmada çok basit birkaç parametre elde ettikten sonra firmanın örneklemedeki hatayı minimuma indirmesi sağlanmıştır. Böylece firmanın, hangi aralıkla kaçar örnek ve hangi α ve $1-\beta$ düzeyinde örnekleme yaparak ne kadar maliyetle karşılaşacağını görmesi sağlanır.

KAYNAKÇA

- JARAIEDI,M.& ZHUANG , Z. "Determination of optimal Design Parameters of \bar{X} Charts When There is a Multiplicity of Assignable Causes " Journal of Quality Technology,Vol 23,No 3,July 1991.
- ŞEN,A.,HACIMENİNİ,E.,FİRUZAN,A.,Shewhart Kartlarında Tasarım Parametrelerinin Elde Edilmesi,I.Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Bildirileri,1993
- MOOD,M.A.,GRAYBILL,A.F.BOES,C.D. "Introduction To The Theory Of Statistics,Third Edition,1974,TOKYO".
- MONTGOMERY, D.C., "Economic Design of \bar{X} Control Chart" Journal of Quality Technology, No.14, 1982.
- MONTGOMERY, D.C., "Introduction To Statistical Quality Control", 2. Baskı John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- RAHİM, M. A., "Determination of optimal Design Parameters of Joint \bar{X} and R Charts" Journal of Quality Technology,Vol 21,No 1,January 1989.