

## NİTEL KABUL ÖRNEKLEMESİ YÖNTEMLERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Senem ŞAHAN\*

Süleyman ALPAYKUT\*\*

### ÖZET

*İstatistiksel kalite kontrol yöntemleri, süreç kontrolü ve ürün kontrolü olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Süreç kontrolü, bir ürünün üretim sürecini kontrol etmek için kullanılırken, ürün kontrolü de bir üretim sürecinde kullanılan veya üretilen hammaddeleri, yarı mamulleri ve son ürünleri kontrol etmek için kullanılır. Ürün kontrolünün amacı; partinin içerdiği ürünleri muayene ederek hatalı partileri ayıklamaktır. Bu amaç için kullanılan yöntemlere kabul örnekleme yöntemleri ismi verilmektedir.*

*Bu çalışmada, nitel kabul örnekleme yöntemlerinden, tek katlı, çift katlı, ve ardışık örnekleme planları incelenmiştir. Kalite kontrolünde tek katlı nitel örnekleme planı kullanan bir işletme için bu planlar tasarlanmış ve değişik açılardan birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, tasarlanan ardışık örnekleme planının bu işletme için en uygun plan olabileceğine karar verilmiştir.*

*Anahtar Kelimeler : Ardışık Örnekleme, Çift Katlı, Kabul Örnekleme, Kalite Kontrol, Tek Katlı.*

### 1. GİRİŞ

Ürün kontrolü için kullanılan yöntemlere kabul örnekleme yöntemleri ismi verilmektedir. Bu yöntemler, nitel kabul örnekleme yöntemleri ve nicel kabul örnekleme yöntemleri olmak üzere iki bölümde incelenmektedir. Bu çalışmanın amacı, nitel kabul örnekleme yöntemlerinden bazılarını incelemek, bu yöntemleri bir işletmede uygulamak, ve o işletme için en uygun kabul örnekleme planını araştırmaktır.

### 2. NİTEL KABUL ÖRNEKLEMESİ YÖNTEMLERİ

Bir kabul örnekleme planının temel amacı; %100 muayene uygulamadan parti hakkında kabul veya red şeklinde bir karar vermektir. Bu karar, partiden rasgele seçilen bir örneğin kontrol edilmesi sonucu verilmektedir. (Ruiz, 1996)

\* Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Buca/İzmir, Türkiye  
e.mail : senem.sahan@deu.edu.tr

Tek katlı, çift katlı, çok katlı ve ardışık olmak üzere dört çeşit nitel kabul örnekleme yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmada, tek katlı, çift katlı ve ardışık kabul örnekleme planları incelenmektedir.

### 2.1 Tek Katlı Nitel Kabul Örnekleme Planları

Eğer parti hakkında verilen karar, sadece bir örneğin seçilmesi ve incelenmesi sonucu veriliyorsa, kullanılan prosedür tek katlı örneklemedir. (Grant and Leavenworth, 1988) Dolayısıyla, bu prosedür için kullanılan plan tek katlı örnekleme planıdır.

Tek katlı bir nitel örnekleme planı için, N birim içeren bir partiden n birimlik bir örnek seçilir ve kontrol edilir. Kontrol işlemi sonucunda d kusurlu ürün saptanması durumunda, d kabul sayısına (c) eşit veya küçükse parti kabul edilir, aksi halde reddedilir.

### 2.2 Çift Katlı Nitel Kabul Örnekleme Planları

İsminden de anlaşılacağı gibi, bir çift katlı örnekleme planında, tek katlı örnekleme planlarından farklı olarak, eğer ilk çekilen örnek, partiyi kabul etmek için yeterli derecede iyi değilse, ikinci bir örnek seçilir. Bu nedenle çift katlı örnekleme planları, partilere ikinci bir şans vermesi açısından daha iyi bir psikolojik etkiye sahiptir. (Bowker and Lieberman, 1972)

Çift katlı örnekleme planlarının işleyişi, partiden  $n_1$  birimlik ilk örneğin seçilmesi ile başlar. Eğer gözlenen kusurlu parça sayısı,  $d_1$ , birinci kabul sayısı olan  $c_1$ 'e eşit veya daha küçük ise, parti kabul edilir. Eğer  $d_1$  ikinci kabul sayısı olan  $c_2$ 'den büyük ise parti reddedilir. Ancak  $c_1 < d_1 \leq c_2$  ise,  $n_2$  birimlik ikinci örnek seçilir ve incelenir. Bu noktadan itibaren analiz iki örneğin birleşimi üzerinden devam eder. İkinci örnekte  $d_2$  kusurlu parça saptandığı düşünülürse,  $(d_1 + d_2) \leq c_2$  ise parti kabul edilir, aksi halde reddedilir.

### 2.3 Ardışık Nitel Kabul Örnekleme Planları

Ardışık örnekleme, çift katlı ve çok katlı örnekleme kavramının genişletilmiş halidir. (Montgomery, 1997) Bir ardışık örnekleme planı ile çift katlı örnekleme planı arasındaki fark; ardışık örnekleme planlarının teorik olarak sonsuza kadar devam edebilir olmasıdır (Besterfield, 2001). Bu planda karar verme olasılığı 1'dir.

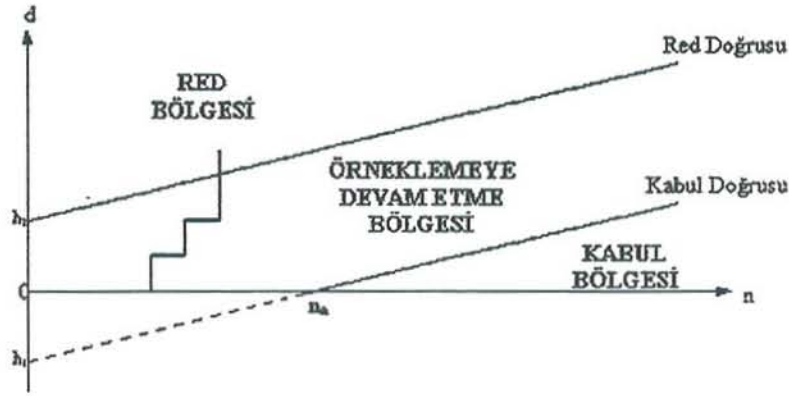
Ardışık örnekleme planları, maliyetin yüksek olduğu veya tahribat gerektiren durumlarda, muayene edilen birim sayısını azaltmak için kullanılmaktadır. Ayrıca bu planlarda, kontrol edilen ortalama birim sayısı tek katlı, çift katlı ve çok katlı planlara kıyasla daha az olduğu için her durumda tercih edilmektedir. (Besterfield, 2001)

Ardışık örnekleme planlarının işleyişi grafiksel olarak Şekil 1'deki gibi gösterilebilmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi, kabul ve red doğruları şekli, kabul bölgesi, red bölgesi ve örnekleme devam etme bölgesi olmak üzere üç bölgeye ayırmaktadır.  $n_a$  noktası, bir partiyi kabul edebilmek için incelenmesi gereken minimum birim sayısını ifade etmektedir.

Bu noktada, ardışık örnekleme planlarında kullanılan bazı temel kavramlar tanıtılabilir. Üretici riski olarak da isimlendirilen  $\alpha$ , istenilen özelliklere uyan bir partinin reddedilmesi olasılığıdır. Tüketici riski olarak isimlendirilen  $\beta$  ise, istenilen özelliklere uymayan bir partinin kabul edilmesi olasılığıdır.  $p_1$  ya da diğer bir deyişle kabul edilebilir kalite düzeyi (KKD), iyi olarak kabul edilen ve çoğunlukla kabul edilmesi istenen kalite seviyesidir. (Gözlü, 1990).  $p_2$ , ya da diğer bir deyişle tolere edilebilir kusurlu yüzdesi (TEKY) ise, kötü olarak kabul edilen ve çoğunlukla reddedilmesi istenen kalite seviyesidir. (Montgomery, 1997). Ayrıca, ardışık örnekleme planlarında test edilen hipotez aşağıda verildiği gibidir.

$$H_0 : p = p_1$$

$$H_1 : p = p_2$$



Şekil 1. Ardışık örnekleme planının işleyişi

Red ve kabul doğrularının denklemleri sırasıyla (1) ve (2) numaralı denklemlerde gösterildiği gibidir.

$$x_R = h_2 + s \cdot n \quad (1)$$

$$x_A = h_1 + s \cdot n \quad (2)$$

$$s = \frac{\log \frac{1-p_1}{1-p_2}}{\log \frac{p_2(1-p_1)}{p_1(1-p_2)}} \quad (3)$$

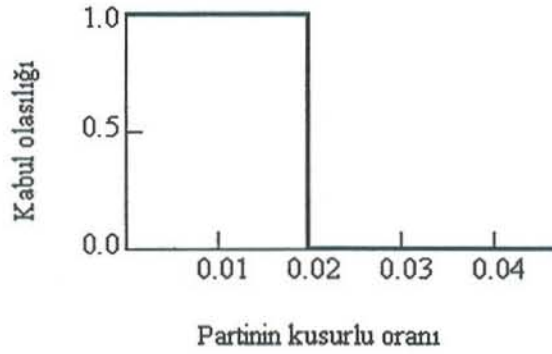
$$h_1 = \frac{\log \frac{\beta}{1-\alpha}}{\log \frac{p_2(1-p_1)}{p_1(1-p_2)}} \quad (4)$$

$$h_2 = \frac{\log \frac{1-\beta}{\alpha}}{\log \frac{p_2(1-p_1)}{p_1(1-p_2)}} \quad (5)$$

#### 2.4 Karakteristik İşlem (OC) Eğrisi

OC eğrisi, bir örnekleme planının performansını ölçmek için kullanılan önemli bir araçtır. x-ekseninde partinin içerdiği kusurlu ürün oranı (p), y-ekseninde kabul olasılığı (P<sub>a</sub>) yer alan OC eğrileri, belli bir kusurlu ürün oranına sahip partilerin kabul veya red olasılıklarını göstermektedir. (Montgomery, 1997)

İyi ve kötü partileri kusursuz biçimde birbirinden ayıran OC eğrileri, ideal OC eğrileridir. Böyle bir planın kullanılması ile, kötü kaliteye sahip bütün partiler reddedilirken, iyi kaliteye sahip bütün partiler de kabul edilir. Şekil 2’de bir ideal OC eğrisi görülmektedir.

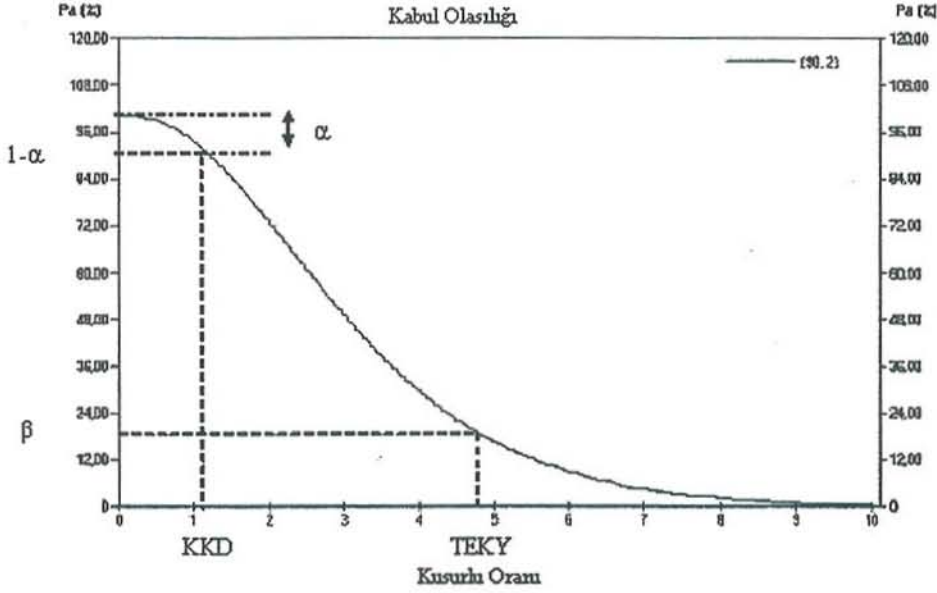


Şekil 2. Bir ideal OC eğrisi

Bir OC eğrisi üzerinde, α, Kabul Edilebilir Kalite Düzeyi (KKD) ve Tolare Edilebilir Kusurlu Yüzdesi (TEKY) olmak üzere üç özel nokta vardır. Bu noktaların OC eğrisi üzerindeki yerleşimi Şekil 3’te gösterilmektedir.

KKD, süreç ortalaması olarak yeterli sayılabilecek maksimum kusurlu yüzdesidir. (Hutchins, 1991) Diğer bir deyişle, iyi olarak kabul edilen ve çoğunlukla kabul edilmesi istenen kalite seviyesidir. (Gözlü, 1990)

TEKY ise, kötü olarak kabul edilen ve çoğunlukla reddedilmesi istenen kalite seviyesidir. (Montgomery, 1997)



Şekil 3. OC eğrisi üzerindeki özel noktalar

## 2.5 Ortalama Örnek Sayısı (OÖS)

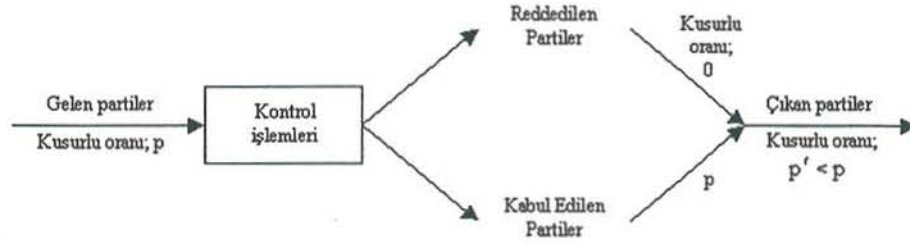
OÖS, kabul örnekleme planlarını değerlendirmede kullanılan kriterlerden biri olup, farklı örnekleme planları için parti başına muayene edilen ortalama birim sayısıdır. (Gözlü, 1990)

Tek katlı örnekleme planlarında sadece bir örnek alındığı için OÖS değeri örnek büyüklüğüne eşittir, dolayısıyla OÖS eğrisi düz çizgi şeklindedir. Çift katlı örnekleme planları için OÖS değeri, ikinci örneğin alınıp alınmamasına bağlı olarak değişebilir. İkinci örneğin alınması olasılığı ise, partinin içerdiği kusurlu ürün yüzdesine bağlıdır. Ardışık örnekleme planlarında ise ASN değeri, aşağıdaki formül ile hesaplanabilir.

$$ASN = P_a \left( \frac{\log \frac{\beta}{1-\alpha}}{p \cdot \log \left( \frac{p_2}{p_1} \right) + (1-p) \log \left( \frac{1-p_2}{1-p_1} \right)} \right) + (1-P_a) \left( \frac{\log \frac{1-\beta}{\alpha}}{p \cdot \log \left( \frac{p_2}{p_1} \right) + (1-p) \log \left( \frac{1-p_2}{1-p_1} \right)} \right)$$

## 2.6 Ortalama Çıktı Kalitesi (OÇK)

Bilindiği gibi bir parti reddedildiği zaman, bir iyileştirme sürecinden geçirilir. Bu süreç sırasında, partideki bütün birimler tek tek kontrol edilir ve kusurlu olanlar ayıklanarak yerlerine kusursuz ürünler konular. Dolayısıyla, reddedilen bir partinin kusurlu oranı sıfırdır. Diğer yandan, bir parti kabul edildiği zaman kusurlu oranı p'dir. Direkt kabul edilen ve iyileştirilen partiler karıştırıldığı zaman, tüm partilerin kusurlu oranı p' olur. p' değerinin p'den küçük bir değer olduğu açıktır. Montgomery (1997) bunu grafiksel olarak, Şekil 4'te gösterildiği gibi açıklamıştır.



Şekil 4. İyileştirme süreci

Besterfield (2001) OÇK'ni, muayene işlemleri sonundaki kalite seviyesi olarak tanımlamaktadır. Bir OÇK eğrisinin ulaşabileceği maksimum nokta, bir iyileştirme sürecinin meydana getirebileceği olası en kötü kalitedir. Bu noktaya, Ortalama Çıktı Kalitesi Sınırı (OÇKS) ismi verilmektedir. (Montgomery, 1997) AOQL, belli bir plan kullanıldığı zaman alıcının katlanabileceği en kötü ortalama kusurlu oranı olarak açıklanmaktadır. (John, 1990) OÇK'nin tek katlı, çift katlı, ve ardışık örnekleme planları için hesaplanma formülleri aşağıda sırasıyla verilmektedir.

$$OÇK \cong P_a \cdot p \quad (6)$$

$$OÇK = \frac{[(P_a)_I(N - n_1) + (P_a)_{II}(N - n_1 - n_2)]p}{N} \quad (7)$$

$$OÇK \cong P_a \cdot p \quad (8)$$

## 2.7 Ortalama Toplam Muayene (OTM)

Ortalama toplam muayene, bir firmanın kalite kontrol departmanına yüklenen toplam iş yükünü belirler. Bu açıdan, OTM önemli bir kriterdir. (Gözlü, 1990) OTM, hem üretici hem de tüketici tarafından muayene edilen toplam birim sayısıdır. OTM farklı p değerleri için değişir ve bu değişimi yansıtan eğri OTM eğrisi olarak isimlendirilmektedir. Tek katlı, çift katlı, ve ardışık örnekleme planları için ortalama toplam muayene sayıları sırasıyla aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanabilir.

$$OTM = n + (1 - P_a)(N - n) \quad (9)$$

$$OTM = n_1(P_a)_I + (n_1 + n_2)(P_a)_{II} + N(1 - P_a) \quad (10)$$

$$OTM = P_a \left( \frac{\log \frac{\beta}{1 - \alpha}}{p \cdot \log \left( \frac{P_2}{P_1} \right) + (1 - p) \cdot \log \left( \frac{1 - P_2}{1 - P_1} \right)} \right) + (1 - P_a)N \quad (11)$$

### 3. UYGULAMA

Bu çalışmanın uygulama kısmı, Isıtma Soğutma Klima Havalandırma sektöründe çalışan bir firmada gerçekleştirilmiştir. Örnekleme planları, firmaya 5000 adetlik partiler halinde gelen conta ürünü için hazırlanmıştır. Firmanın Kalite Güvence Departmanından 2002 yılı ile ilgili alınan bilgilere göre, %0.1 kusurlu oranına sahip partinin kabul olasılığı %95, %0.9 kusurlu oranına sahip partinin kabul olasılığı %10'dur.

#### 3.1 Tek Katlı Örnekleme Planının Hazırlanması

Firmadan elde edilen verilere göre  $KKD=p_1=0.001$ ,  $TEKY=p_2=0.009$ ,  $1-\alpha=0.95$  ve  $\beta=0.10$ 'dur.

$$P(p_1) = \sum_{d=0}^c \binom{n}{d} \cdot p_1^d \cdot (1-p_1)^{n-d} \quad (12)$$

$$P(p_2) = \sum_{d=0}^c \binom{n}{d} \cdot p_2^d \cdot (1-p_2)^{n-d} \quad (13)$$

$$P(p_1) \geq 1 - \alpha \quad (14)$$

$$P(p_2) \leq \beta \quad (15)$$

$$P(p_1) \geq 0.95 \quad (16)$$

$$P(p_2) \leq 0.10 \quad (17)$$

(14) numaralı denklem üreticinin isteğini, (15) numaralı denklem ise tüketicinin isteğini ifade etmektedir. Önemli olan, hem üreticinin hem de tüketicinin isteğini gerçekleştirecek bir plan tasarlamaktır.

$n$  ve  $c$  değerlerini bulabilmek için (16) ve (17) numaralı denklemler birlikte çözülmelidir. Hesaplama kolaylık sağlamak açısından Binom'un Poisson'a yaklaşımı kullanılabilir.

$$P(p_1) = \sum_{d=0}^c \frac{e^{-np_1} (np_1)^d}{d!} \quad (18)$$

$$P(p_2) = \sum_{d=0}^c \frac{e^{-np_2} (np_2)^d}{d!} \quad (19)$$

Birikimli Poisson dağılımı kullanılarak  $n$  ve  $c$  değerleri için yaklaşık çözümler elde edilebilir. Firma için  $p_2/p_1$  değeri  $0.009/0.001=9$ 'dur. Birikimli Poisson dağılımı tablosundan,  $c$ 'nin 1 veya 2 değerini alabileceği görülmektedir.  $\alpha$  ve  $\beta$ , her  $c$  değeri için farklı değerler alacaktır. Dolayısıyla, her seferinde  $\alpha$  ya da  $\beta$ 'dan birini sabit tutarak, dört farklı örnekleme planı oluşturulabilir.

$\alpha$  sabit tutulduğu zaman,  $c=1$  ve  $c=2$  için  $n$  değeri şöyle hesaplanabilir.

$$c=1 \text{ için; } n = \frac{np_1}{p_1} = \frac{0.355}{0.001} = 355$$

$$c=2 \text{ için; } n = \frac{np_1}{p_1} = \frac{0.818}{0.001} = 818$$

$\beta$  sabit tutulduğu zaman,  $c=1$  ve  $c=2$  için  $n$  değeri şöyle hesaplanabilir.

$$c=1 \text{ için; } n = \frac{np_2}{p_2} = \frac{3.89}{0.009} = 432.22 \cong 433$$

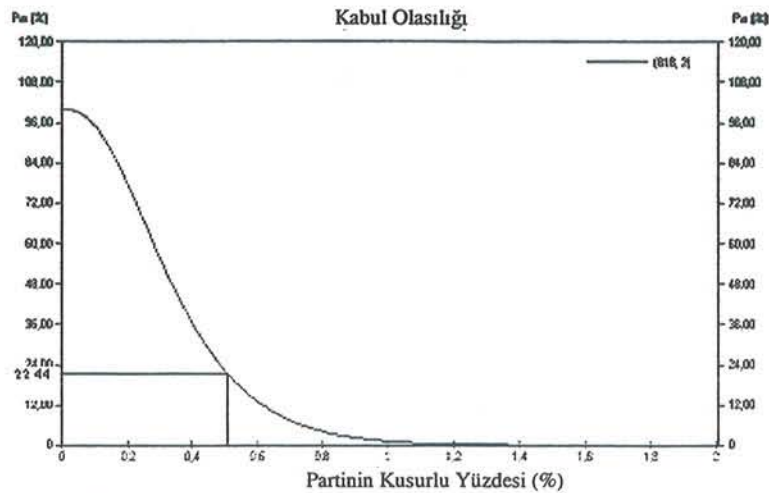
$$c=2 \text{ için; } n = \frac{np_2}{p_2} = \frac{5.32}{0.009} = 591.11 \cong 592$$

Oluşturulan dört alternatif tek katlı örnekleme planı ve üretici riski ile tüketici riski değerleri Tablo 1’de verilmektedir.

**Tablo 1.** Firma için tasarlanan alternatif örnekleme planları

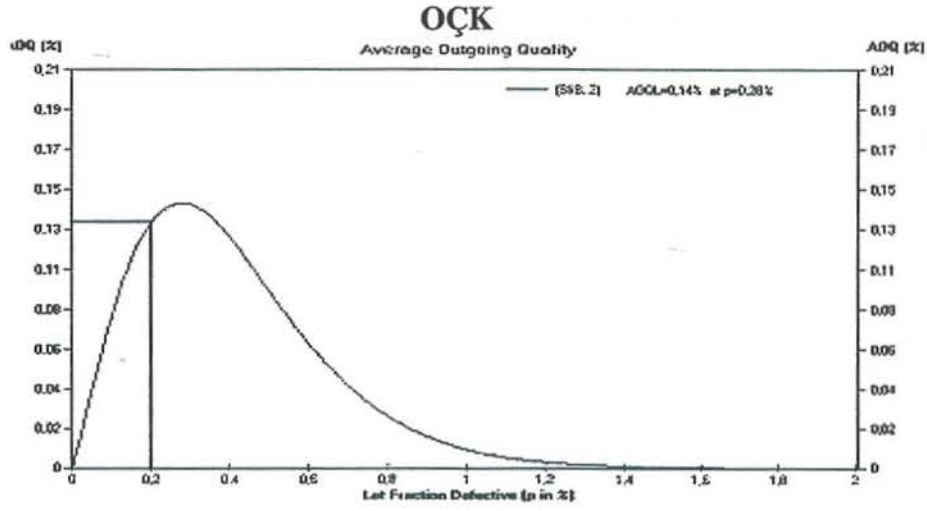
Plan	Örnek büyüklüğü (n)	Kabul sayısı (c)	Üretici riski ( $\alpha$ )	Tüketici riski ( $\beta$ )
1	355	1	0.050	0.172
2	433	1	0.071	0.100
3	592	2	0.023	0.100
4	818	2	0.050	0.023

Tablo 1’de görüldüğü gibi, Plan 1 ve Plan 4 istenen üretici riskini, Plan 2 ve Plan 3 ise istenen tüketici riskini vermektedir. Önemli olan, hem üreticinin, hem de tüketicinin isteğini gerçekleştirecek olan planı seçmektir. Dolayısıyla, Plan 4 en uygun planıdır. Bu plana ait OC, OÇK, OTM ve OÖS eğrileri sırasıyla Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8’de verilmektedir.

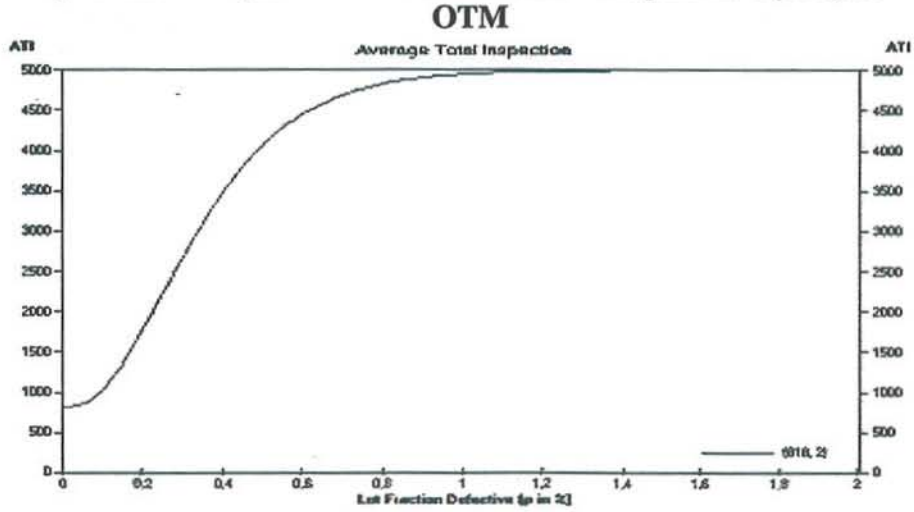


**Şekil 5.** Firma için tasarlanan tek katlı örnekleme planının OC eğrisi

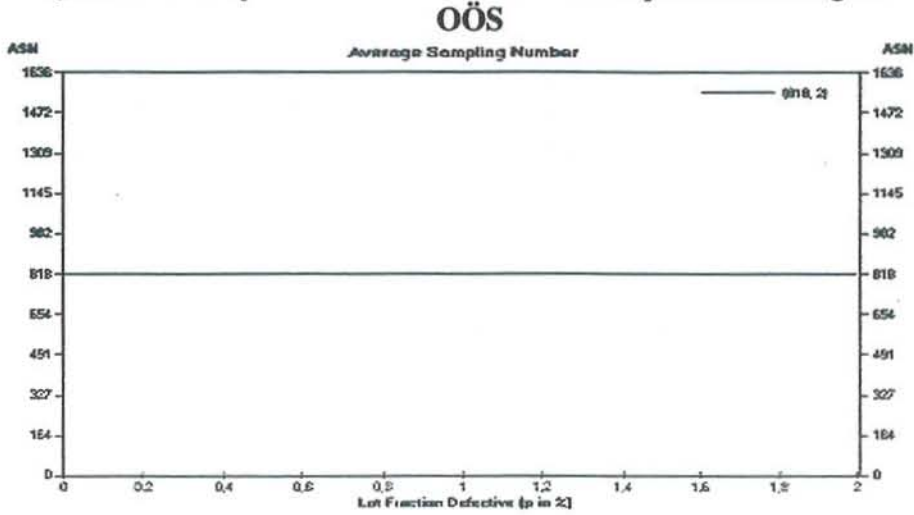




Şekil 6. Firma için tasarlanan tek katlı örnekleme planının OÇK eğrisi



Şekil 7. Firma için tasarlanan tek katlı örnekleme planının OTM eğrisi



Şekil 8. Firma için tasarlanan tek katlı örnekleme planının OÖS eğrisi

### 3.2 Çift Katlı Örnekleme Planının Hazırlanması

Firma için uygun tek katlı örnekleme planı tasarlandıktan sonra, çift katlı örnekleme planını hazırlamak için dört adım vardır. İlk adım,  $c_2 \geq c$  olacak şekilde  $c_2$  değerini seçmektir. İkinci adım,  $0 \leq c_1 < c$  olacak şekilde bir  $c_1$  değeri seçmektir. Üçüncü adım,  $n_1$  ile KKD'nin çarpımı  $1-\alpha$ 'dan küçük fakat yakın bir olasılık değeri verecek şekilde, ve  $n_1$  ile TEKY çarpımı  $\beta$ 'dan küçük fakat yakın bir olasılık değeri verecek şekilde  $n_1$  değerini bulmaktır. Son olarak dördüncü adımda öyle bir  $n_2$  değeri seçilmelidir ki;  $n_1$  çarpı KKD'nin olasılık değeri ile  $1-\alpha$  arasındaki fark ve  $n_1$  çarpı TEKY'nin olasılık değeri ile  $\beta$  arasındaki fark sağlanmalıdır. (Vaughn, 1974)

Adım 1.  $c_2$  değeri 2 olarak seçilmiştir.

Adım 2.  $c_1$  değeri 0 olarak seçilmiştir.

Adım 3.  $c_1=0$  ve  $1-\alpha=0.95$  için, birikimli Poisson tablosundan 0.95'ten küçük bir değer bulunmalıdır. Bu değer,  $np=0.06$ 'ya karşılık gelen 0.942 değeri olabilir. Bu durumda,  $n_1$  değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$n_1 = \frac{0.06}{0.001} = 60$$

$n_1=60$ ,  $c_1=0$  ve  $p=0.009$  için kabul olasılığı;

$$P_a = \sum_{d=0}^c \frac{e^{-(60)(0.009)} [(60)(0.009)]^d}{d!} = 0.583$$

Bulunan 0.583 değeri,  $\beta=0.10$  değerinden büyük olduğu için,  $n_1=60$  ve  $c_1=0$  değerlerinin uygun olmadığına karar verilmiştir. Bu durumda, başka bir  $c_1$  değeri belirlemek üzere Adım 2'ye geri dönülmesi gerekmektedir.

Adım 2.  $c_1$  değeri 1 olarak seçilmiştir.

Adım 3.  $c_1=1$  ve  $1-\alpha=0.95$  için, birikimli Poisson tablosundan 0.95'ten küçük bir değer bulunmalıdır. Bu değer,  $np=0.45$ 'e karşılık gelen 0.925 değeri olabilir. Bu durumda,  $n_1$  değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$n_1 = \frac{0.45}{0.001} = 450$$

$n_1=450$ ,  $c_1=1$  ve  $p=0.009$  için kabul olasılığı;

$$P_a = \sum_{d=0}^c \frac{e^{-(450)(0.001)} [(450)(0.001)]^d}{d!} = 0.088$$

0.088 değeri  $\beta=0.10$ 'a yakın bir değer olduğu için,  $n_1=450$  ve  $c_1=1$ 'in çift katlı örnekleme planı için uygun değerler olabileceğine karar verilmiştir.

Bu nedenle,  $c_1=1$ ,  $n_1=450$  ve  $c_2=2$  uygun değerlerdir.

Adım 4.  $\lambda = (n_1+n_2).KKD = (n_1+n_2).0.001$

$0.95 - P(\lambda) = 0.05$  ,  $P(\lambda) = 0.90$

$c_2=2$  için,  $\lambda=1.1$

$(n_1+n_2) . 0.001 = 1.1$  ,  $n_1+n_2 = 1100$

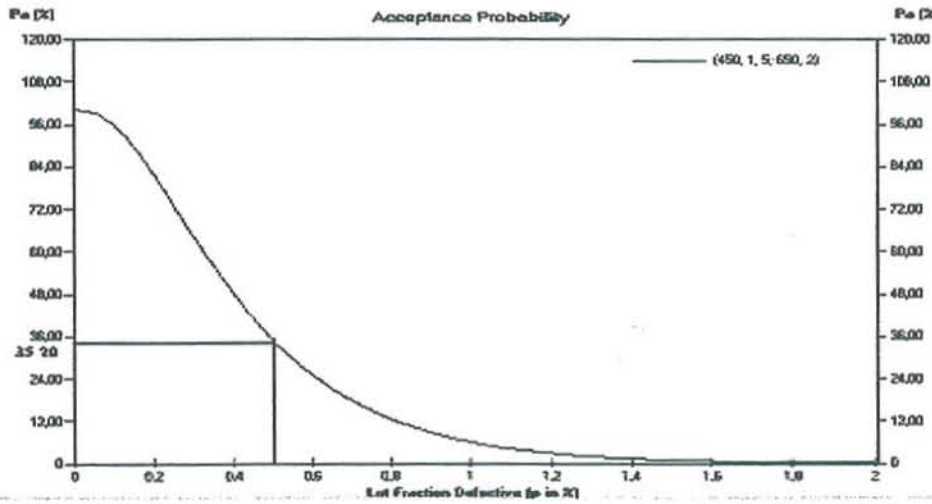
$n_2 = 1100 - 450 = 650$

$\lambda' = (n_1+n_2) . TEKY = 1100 (0.009) = 9.9 \cong 10$  ,  $P(\lambda') = 0.003$

$0.10 - 0.003 = 0.097 \cong \beta$

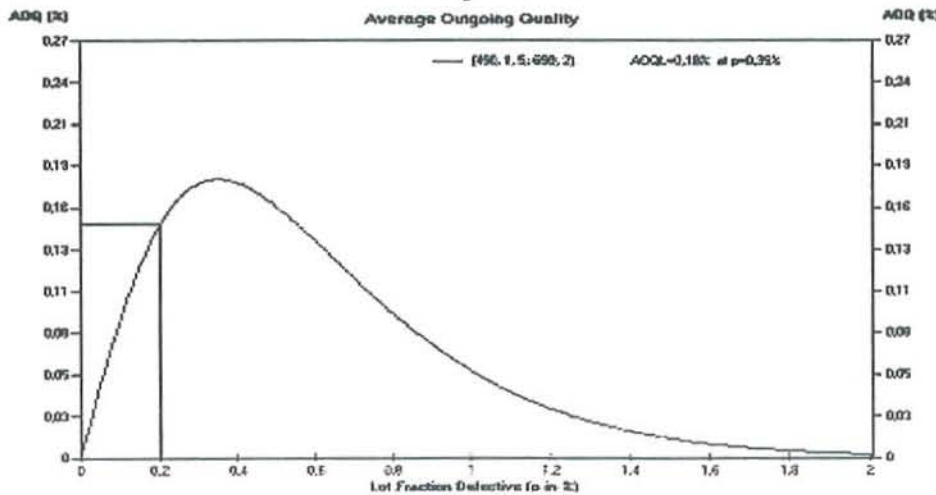
Firma için tasarlanan çift katlı örnekleme planının parametreleri,  $n_1=450$ ,  $c_1=1$ ,  $n_2=650$  ve  $c_2=2$  olarak belirlenmiştir. Bu planın OC, OÇK, OTM ve OÖS eğrileri sırasıyla Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11 ve Şekil 12’de görülmektedir.

**OC**

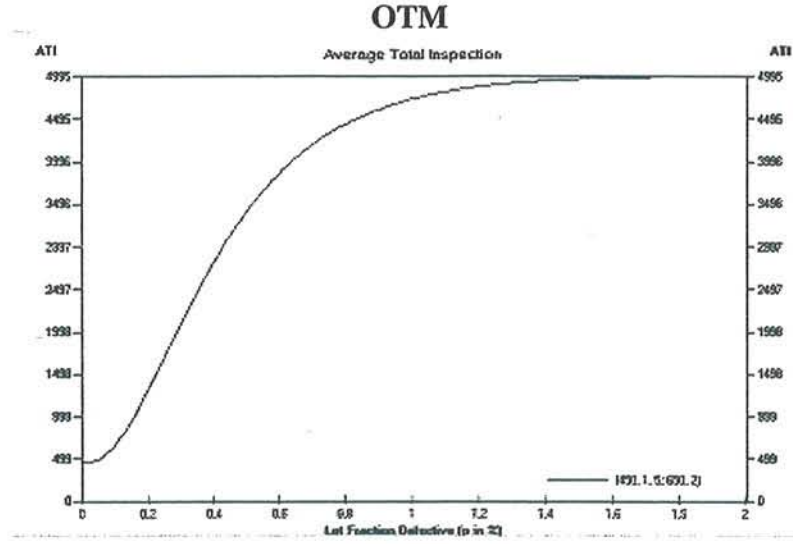


Şekil 9. Firma için tasarlanan çift katlı örnekleme planının OC eğrisi

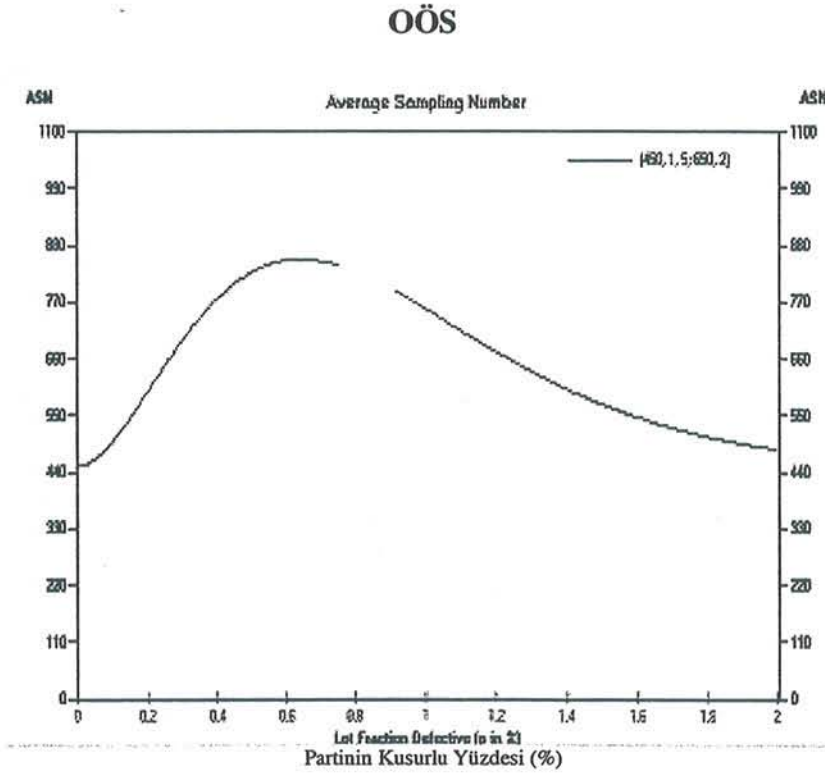
**OÇK**



Şekil 10. Firma için tasarlanan çift katlı örnekleme planının OÇK eğrisi



Şekil 11. Firma için tasarlanan çift katlı örnekleme planının OTM eğrisi



Şekil 12. Firma için tasarlanan çift katlı örnekleme planının OÖS eğrisi

### 3.1. Ardışık Örnekleme Planının Hazırlanması

Bir ardışık örnekleme planı tasarlamak için, kabul ve red doğrularının belirlenmesi gerekir.  $s$ ,  $h_1$  ve  $h_2$  değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanmış, kabul ve red doğrularının denklemleri belirlenmiştir.

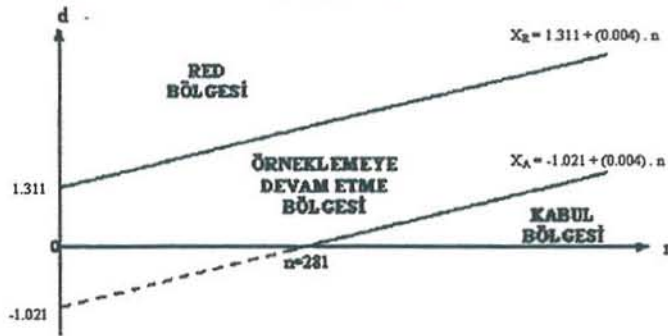
$$s = \frac{\log \frac{1-p_1}{1-p_2}}{\log \frac{p_2(1-p_1)}{p_1(1-p_2)}} = \frac{\log \frac{1-0.001}{1-0.009}}{\log \frac{0.009(1-0.001)}{0.001(1-0.009)}} = 0.004$$

$$h_1 = \frac{\log \frac{\beta}{1-\alpha}}{\log \frac{p_2(1-p_1)}{p_1(1-p_2)}} = -1.021 \quad , \quad h_2 = \frac{\log \frac{1-\beta}{\alpha}}{\log \frac{p_2(1-p_1)}{p_1(1-p_2)}} = 1.311$$

$$x_A = -1.021 + (0.004) \cdot n \quad (20)$$

$$x_R = 1.311 + (0.004) \cdot n \quad (21)$$

Hazırlanan ardışık örnekleme planının grafiksel ifadesi Şekil 13'de görüldüğü gibidir. Ayrıca, planın tablosal ifadesi de Tablo 2'de verilmektedir.



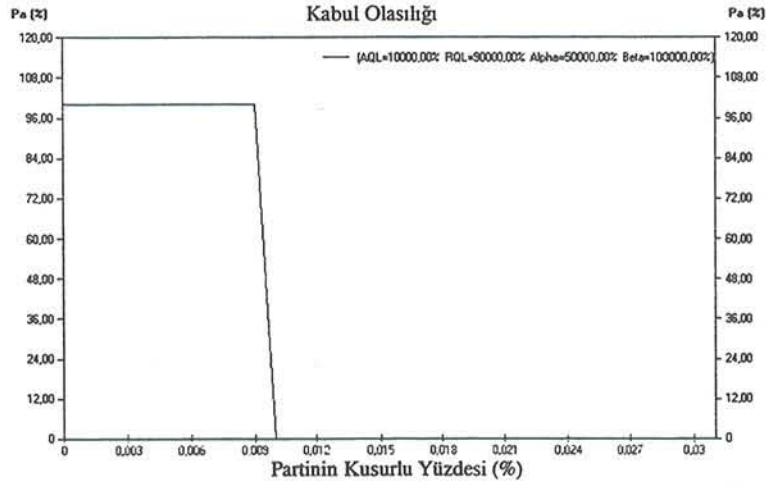
Şekil 13. Firma için tasarlanan ardışık örnekleme planının işleyişi

Tablo 2. Firma için tasarlanan ardışık örnekleme planı

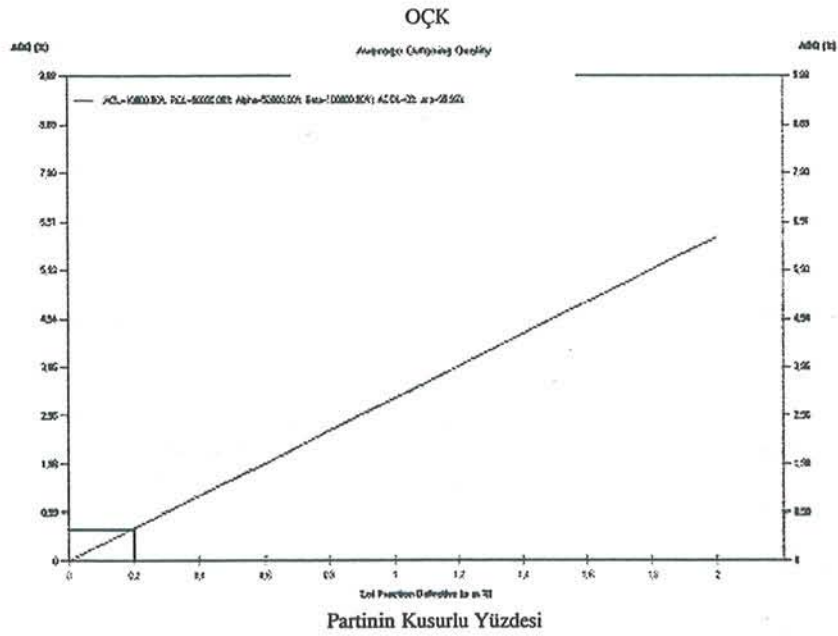
Örnek büyüklüğü ( n )	Kabul sayısı ( c )	Red sayısı ( r )
1 – 189	Mümkün değil	2
190 – 280	Mümkün değil	3
281 – 463	0	3
464 – 554	0	4
555 – 737	1	4
738 – 828	1	5
829 – 1011	2	5
1012 – 1102	2	6
1103 – 1286	3	6
1287 – 1377	3	7
1378 – 1560	4	7
1561 - 1651	4	8

Şekil 13 ve Tablo 2'de de görüldüğü gibi, en az 281 birim incelenmeden partiye kabul etmek mümkün değildir.

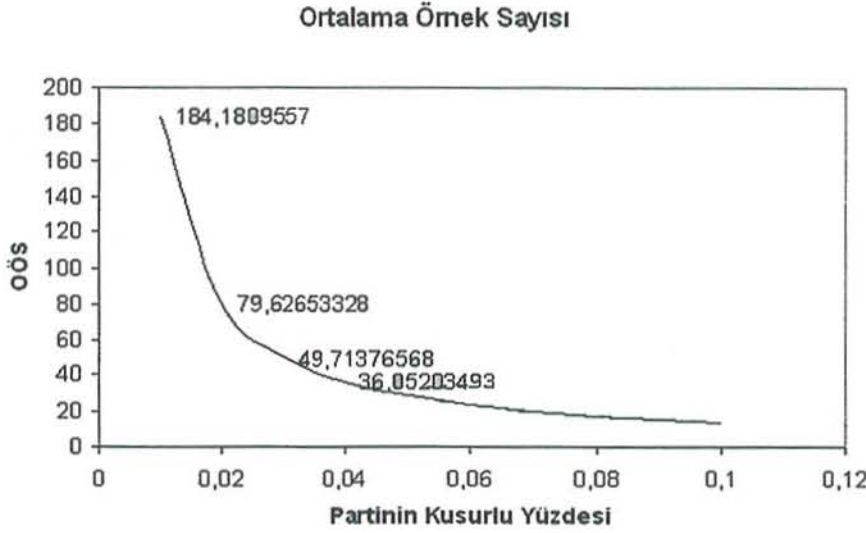
Firma için tasarlanan ardışık örnekleme planının OC, OÇK ve OÖS eğrileri sırasıyla Şekil 14, Şekil 15 ve Şekil 16'da görülmektedir.



Şekil 14. Firma için tasarlanan ardışık örnekleme planının OC eğrisi



Şekil 15. Firma için tasarlanan ardışık örnekleme planının OÇK eğrisi



Şekil 16. Firma için tasarlanan ardışık örnekleme planının OÖS eğrisi

### 3.2. Firma için Tasarlanan Örnekleme Planlarının Karşılaştırılması

OÖS, bir parti hakkında karar verene kadar incelenen ortalama parça sayısıdır. Muayene edilen her parça için bir kontrol maliyeti söz konusudur. İncelenen parça sayısı arttıkça, kontrol maliyeti de artar. Bu nedenle, OÖS'nin mümkün olduğu kadar az olması istenir. Tasarlanan tek katlı ve çift katlı örnekleme planlarının OÖS eğrileri incelendiği zaman, çift katlı örnekleme planında OÖS değerinin daha küçük olduğu görülmektedir. Bunun yanında, ardışık örnekleme planlarının muayene edilen birim sayısını azaltmak için kullanıldığı bilinmektedir. Ardışık örnekleme planlarında kontrol edilen parça sayısı tek katlı ve çift katlı planlara kıyasla daha azdır. (Besterfield, 2001) Firma için tasarlanan her 3 planın da OÖS eğrileri incelendiği zaman, ardışık örnekleme planının, 184 birim ile en düşük ASN değerine sahip olduğu görülür. Bu bakış açısından, ardışık örnekleme planı diğer iki plana göre daha iyi bir plan olabilir.

Muayene süreci sonundaki en kötü kalite seviyesini gösterdiği için OÇKS değerinin bir örnekleme planı için mümkün olduğu kadar düşük olması istenir. Tasarlanan planların OÇK eğrilerine bakıldığı zaman, OÇKS değerinin tek katlı örnekleme planı için %0.14, çift katlı örnekleme planı için %0.18 ve ardışık örnekleme planı için %0.00 olduğu görülmektedir. Ayrıca, belli bir p değeri, örneğin  $p=0.2$  için planların Şekil 6, 10 ve 15'de verilen OÇK eğrileri incelenecek olursa, tek katlı örnekleme planı için OÇK'nin yaklaşık %0.133, çift katlı örnekleme planı için yaklaşık %0.148 ve ardışık örnekleme planı için yaklaşık %0.70 olduğu belirlenebilir. Bu nedenle, ardışık örnekleme planının diğerlerine göre daha iyi bir plan olabileceği söylenebilir.

5000 contadan oluşan partinin %0.5 oranında kusurlu ürün içerdiği düşünülürse, böyle bir partiyi kabul etme olasılığı; tek katlı örnekleme planında %22.44, çift katlı örnekleme planında %35.20, ardışık örnekleme planında ise %100'dür. Bu değerleri sırasıyla Şekil 5, Şekil 9 ve Şekil 14 üzerinde görmek mümkündür. %0.5 çok düşük bir kusurlu oranı olduğu için, böyle bir partinin kabul olasılığının yüksek olması beklenir.

Bu bakış açısından, ardışık örnekleme planının diğerlerine göre daha iyi bir plan olduğu söylenebilir.

Planların psikolojik etkileri de önemlidir. Partiye daha fazla şans veren planlar, daha iyi psikolojik etkiye sahiptir. Bu bakış açısından, diğer iki plana kıyasla partiye daha fazla şans verdiği için, ardışık örnekleme planı daha iyi bir plan olarak nitelendirilebilir.

Son olarak, üç planın OC eğrilerine bakıldığı zaman, ardışık örnekleme planının OC eğrisinin ideal OC eğrisine çok benzediği görülmektedir. Bu çok istenen bir durum olmasına rağmen uygulamada ulaşılması zor bir olaydır. Bu nedenle, bu açıdan ardışık örnekleme planının diğer iki plana göre daha iyi bir plan olduğu söylenebilir.

Tüm kıyaslamalar sonucunda, ardışık örnekleme planının her açıdan diğerlerinden üstün olduğu saptanmıştır. Bu nedenle söz konusu plan, firma için en uygun plan olarak seçilmiştir.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, kalite kontrolde tek katlı nitel kabul örnekleme kullanan bir firma için tek katlı, çift katlı ve ardışık olmak üzere üç örnekleme planı tasarlanmıştır. Tasarlanan planlar, OÖS değerleri, OÇKS değerleri, psikolojik etkileri, OC eğrileri gibi farklı açılardan birbirleri ile kıyaslanmıştır. Sonuç olarak, her açıdan diğerlerine üstünlük sağlaması nedeniyle ardışık örnekleme planının firma için en uygun plan olabileceğine karar verilmiştir. Bu kararın en önemli nedenlerinden biri; ardışık örnekleme planının OC eğrisinin ideal OC eğrisine benzemesidir. Diğer önemli nedeni ise, %0.5 gibi çok düşük bir kusurlu oranı için kabul olasılığının, ardışık örnekleme planında en yüksek değeri almasıdır.

#### KAYNAKLAR

- BESTERFIELD, D.H. (2001), *Quality Control (6<sup>th</sup> ed.)*, New Jersey: Prentice Hall.
- BOWKER, A.H., LIEBERMAN, G.J. (1972), *Engineering Statistics (2<sup>nd</sup> ed.)*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- GÖZLÜ, S. (1990), *Endüstriyel Kalite Kontrolü*, İstanbul: Teknik Üniversite Matbaası
- GRANT, E.L., LEAVENWORTH, R.S. (1988), *Statistical Quality Control (6<sup>th</sup> ed.)*, New York: Mc-Graw Hill.
- HUTCHINS, G.B. (1991), *Introduction to Quality Control, Assurance, and Management*, New York: Macmillan Publishing Company.
- JOHN, P.W.M. (1990), *Statistical Methods in Engineering and Quality Assurance*, New York: John Wiley & Sons.
- MONTGOMERY, D.C. (1997), *Introduction to Statistical Quality Control (3<sup>rd</sup> ed.)*, Canada: John Wiley & Sons.



RUIZ, C.L. (1996). *Lot Acceptance Sampling Plan Development for Precision Coated Materials Manufacturing*, California State University, Thesis for Master of Science in Engineering.

VAUGHN, R.C. (1974). *Quality Control*, Ames, Iowa: Iowa State University Press

## AN APPLICATION ON ATTRIBUTE ACCEPTANCE SAMPLING METHODS

### ABSTRACT

*Statistical quality control techniques consist of two parts; process control and product control. Process control is used for controlling manufacture process of a product whereas product control is used for controlling raw materials, semi finished products and finished products, used or produced in a production process. The purpose of product control is sorting defective lots out, by inspecting units in the lot. The methods used for this purpose are called acceptance sampling methods.*

*In this study, single, double, and sequential attribute acceptance sampling methods are examined. These plans are designed for an organisation which uses single sampling plan for attributes in its entrance quality control, and then compared to each other in many aspects. As a result; among three plans designed, the sequential sampling plan is decided to be the most appropriate acceptance sampling plan for the organisation.*

**Key Words :** *Acceptance Sampling, Product Control, Quality Control,*