

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KALİTE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KALİTE MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**BİR TUĞLA FABRİKASINDA BULANIK KABUL ÖRNEKLEME
PLANLARININ UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

İSMAİL OZAN ÖLMEZ

TEZ DANIŐMANI

DOĐ. DR. KUMRU DİDEM ATALAY

ANKARA - 2020

TEŐEKKÜR

Bu tez çalışması s¼recinde bana yol g¼steren ve yardımlarını esirgemeyen tez danıőmanım Doç. Dr. Kumru Didem ATALAY'a, çalışmanın ilerlemesinde, zenginleőtirilmesinde ve sonuçlanmasında b¼y¼k katkısı olan Doç. Dr. Canan HAMURKAROĞLU'na saygı ve teőekk¼rlerimi sunarım.

Çalıőmalarım s¼recinde kaynak temin eden ve gerekli açıklamaları yapan eniőttem İsmail YİĞİTEL'e teőekk¼r ederim.

Bana hayatım boyunca sevgi ve destek veren annem, babam ve halama minnettarım.

ÖZET

İsmail Ozan ÖLMEZ

BİR TUĞLA FABRİKASINDA BULANIK KABUL ÖRNEKLEME PLANLARININ UYGULANMASI

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Kalite Mühendisliği Anabilim Dalı

2020

Günümüzde sürekli gelişen teknoloji, tüketiciye yüksek kalite beklentisi getirmiştir. Hem üreticiyi hem de tüketiciyi koruyarak kalitenin istenen düzeyde tutulması, güvenilir bir kabul örnekleme planı ile sağlanabilir. Kabul örnekleme, ürünün pazara çıkmaya yeterli düzeyde kaliteye sahip olup olmadığına çeşitli testler yardımıyla karar verir. Bu tez çalışmasında bir istatistiksel kalite kontrol tekniği olan kabul örnekleme, uygulamalı olarak sunulmuştur. Kabul örneklemesinin kavramları ve çeşitleri ayrıntılı olarak işlenmiştir. Uygulama aşamasında tek katlı, çift katlı ve bulanık tek katlı kabul örnekleme planlarına yer verilerek her bir örnekleme planı, üç farklı kesikli olasılık dağılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Kullanılan dağılımların kabul olasılığı, ortalama toplam muayene sayısı ve çıkan ortalama kalite değerleri üzerinde yarattığı farklılıklar tablolar üzerinde izlenmiştir. Üretici ve tüketici risklerinin değişiminin ürünün kalitesinde yarattığı fark vurgulanmıştır. Oluşturulan kabul örnekleme planları kendi aralarında karşılaştırılarak söz konusu fabrikanın ürün kalitesinin yükseltilebilmesi, muayene maliyetinin uygun bir seviyede tutabilmesi ve veri ölçümlerinde meydana gelebilecek sorunlara karşı hazırlıklı bulunabilmesi amaçlarıyla örnekleme planları önerilmiştir.

Yapılan literatür taraması kapsamında kabul örneklemesinin inşaat sektöründe bir uygulamasına ve hipergeometrik dağılımlı bulanık kabul örneklemesine rastlanmamıştır.

ANAHTAR KELİMELER: İstatistiksel Kalite Kontrol, Kabul Örnekleme, Örnekleme Planı, Bulanık Yaklaşım

ABSTRACT

İsmail Ozan ÖLMEZ

AN APPLICATION OF FUZZY ACCEPTANCE SAMPLING PLANS ON A BRICK FACTORY

Başkent University Institute of Science

Department of Quality Engineering

2020

Nowadays, technology which is constantly improving has created an expectation of high quality amongst consumers. Keeping quality at the desired level while also protecting both the producer and the consumer is only feasible with a reliable acceptance sampling plan. Acceptance sampling decides whether a product has sufficient quality level to be ready to take place on the market by doing a number of tests. In this study, acceptance sampling which is a method of statistical quality control has been presented with applications. The terms and varieties of acceptance sampling have been discussed in detail. During the applications, single, double and single fuzzy sampling plans have been included while each sampling plan has been created with three different discrete probability distributions. Differences created by the distributions on the acceptance probability, average total inspection and average outgoing quality values have been observed on tables. Differences on product quality caused by the changes on producer's risk and consumer's risk have been emphasized. The acceptance sampling plans created in this study have been compared amongst each other in order to propose appropriate sampling plans for the purposes of increasing said factory's product quality, keeping inspection costs at a reasonable level and being prepared for issues caused during data measurements of the products.

During the literature search, a study of acceptance sampling in the building trade and fuzzy acceptance sampling using the hypergeometric distribution has not been encountered.

KEYWORDS: Statistical Quality Assurance, Acceptance Sampling, Sampling Plan, Fuzzy Approach

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER LİSTESİ	iii
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Literatür Araştırması.....	3
2. KALİTE KAVRAMI	5
2.1. Kalite Kontrol	6
2.1.1. İstatistiksel kalite kontrol	7
2.2. Toplam Kalite Yönetimi.....	8
3. KABUL ÖRNEKLEMESİ.....	10
3.1. Örneklem	11
3.1.1. Olasılığa dayanan örneklem teknikleri.....	12
3.1.2. Olasılığa dayanmayan örneklem teknikleri.....	12
3.2. Kabul Örneklem Planı Hazırlama	13
3.2.1. Kabul örneklemesi plan parametreleri	14
3.2.2. Üretici ve tüketici riskleri	16
3.2.3. İşlem karakteristik eğrisi	17
3.2.4. Kabul örneklemesi terimleri	18
3.2.4.1. Kabul edilebilir kalite düzeyi (KKD).....	18
3.2.4.2. Parti toleransı (PT).....	19
3.2.4.3. Ortalama toplam muayene sayısı (OTM).....	19
3.2.4.4. Çıkan ortalama kalite (ÇOK)	19
3.3. Ürünün Özelliklerine Göre Oluşturulan Örneklem Planları.....	20
3.3.1. Tek katlı örneklem planı	21
3.3.2. Çift katlı örneklem planı	22
3.3.3. Çok katlı örneklem planı.....	23
3.3.4. Ardışık örneklem planı.....	24
3.3.5. Sürekli örneklem planı	25
3.4. Bulanık Kabul Örneklemesi	25
3.4.1. Tek katlı bulanık örneklem planları	27
4. KABUL ÖRNEKLEMESİ UYGULAMALARI	29
4.1. Tuğlanın Üretim Süreci	29

4.2. Tek Katlı Örneklem Planları Oluşturma	30
4.2.1. Binom dağılımı ile tek katlı örneklem planı	31
4.2.2. Poisson dağılımı ile tek katlı örneklem planı.....	33
4.2.3. Hipergeometrik dağılım ile tek katlı örneklem planı	34
4.3. Çift Katlı Örneklem Planları Oluşturma	36
4.3.1. Binom dağılımı ile çift katlı örneklem planı	37
4.3.2. Poisson dağılımı ile çift katlı örneklem planı.....	39
4.3.3. Hipergeometrik dağılım ile çift katlı örneklem planı	41
4.4. Bulanık Tek Katlı Örneklem Planları Oluşturma	43
4.4.1. Binom dağılımı ile bulanık tek katlı örneklem planı	44
4.4.2. Poisson dağılımı ile bulanık tek katlı örneklem planı	47
4.4.3. Hipergeometrik dağılım ile bulanık tek katlı örneklem planı	50
4.5. Üretici ve Tüketici Risklerindeki Değişimlerin Örneklem Planına Etkileri	53
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	61
EKLER	

EK 1: $\alpha_{kesme} = 0,2$ için binom dağılımlı tek katlı bulanık örneklem planının işlem karakteristik eğrisi

EK 2: $\alpha_{kesme} = 0,3$ için binom dağılımlı tek katlı bulanık örneklem planının işlem karakteristik eğrisi

EK 3: $\alpha_{kesme} = 0,4$ için binom dağılımlı tek katlı bulanık örneklem planının işlem karakteristik eğrisi

EK 4: $\alpha_{kesme} = 0,5$ için binom dağılımlı tek katlı bulanık örneklem planının işlem karakteristik eğrisi

EK 5: $\alpha_{kesme} = 0,6$ için binom dağılımlı tek katlı bulanık örneklem planının işlem karakteristik eğrisi

EK 6: $\alpha_{kesme} = 0,7$ için binom dağılımlı tek katlı bulanık örneklem planının işlem karakteristik eğrisi

EK 7: $\alpha_{kesme} = 0,8$ için binom dağılımlı tek katlı bulanık örneklem planının işlem karakteristik eğrisi

EK 8: $\alpha_{kesme} = 0,9$ için binom dağılımlı tek katlı bulanık örneklem planının işlem karakteristik eğrisi

EK 9: $\alpha_{kesme} = 1$ için binom dağılımlı tek katlı bulanık örneklem planının işlem karakteristik eğrisi

EK 10: $\alpha_{kesme} = 0,2$ için poisson dağılımlı tek katlı bulanık örneklem planının işlem karakteristik eğrisi

- EK 11:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,3$ için poisson dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 12:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,4$ için poisson dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 13:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,5$ için poisson dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 14:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,6$ için poisson dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 15:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,7$ için poisson dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 16:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,8$ için poisson dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 17:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,9$ için poisson dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 18:** $\alpha_{\text{kesme}} = 1$ için poisson dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 19:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,2$ için hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 20:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,3$ için hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 21:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,4$ için hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 22:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,5$ için hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 23:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,6$ için hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 24:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,7$ için hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 25:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,8$ için hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 26:** $\alpha_{\text{kesme}} = 0,9$ için hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi
- EK 27:** $\alpha_{\text{kesme}} = 1$ için hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.2.1.1. Binom dağılımlı tek katlı örnekleme planının bulguları.....	31
Tablo 4.2.2.1. Poisson dağılımlı tek katlı örnekleme planının bulguları	33
Tablo 4.2.3.1. Hipergeometrik dağılımlı tek katlı örnekleme planının bulguları.....	35
Tablo 4.3.1.1. Binom dağılımına göre kabul olasılıklarının hesabı.....	37
Tablo 4.3.1.2. Binom dağılımlı çift katlı örnekleme planının bulguları	38
Tablo 4.3.2.1. Poisson dağılımına göre kabul olasılıklarının hesabı	39
Tablo 4.3.2.2. Poisson dağılımlı çift katlı örnekleme planının bulguları.....	40
Tablo 4.3.3.1. Hipergeometrik dağılıma göre kabul olasılıklarının hesabı.....	42
Tablo 4.3.3.2. Hipergeometrik dağılımlı çift katlı örnekleme planının bulguları	42
Tablo 4.4.1.1. Binom dağılımlı bulanık tek katlı örnekleme planının bulguları	45
Tablo 4.4.2.1. Poisson dağılımlı bulanık tek katlı örnekleme planının bulguları.....	48
Tablo 4.4.3.1. Hipergeometrik dağılımlı bulanık tek katlı örnekleme planının bulguları ...	51
Tablo 4.5.1. Tek katlı örnekleme planının p ve P değerleri.....	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.3.1. Kaizen anlayışının temelini oluşturan PUKO döngüsü	9
Şekil 3.2.1.1. Örnekleme planlarında kabul edilebilir kusurlu sayıları	15
Şekil 3.2.3.1. İşlem Karakteristik Eğrisi (OC Curve)	17
Şekil 3.2.3.2. İdeal İşlem Karakteristik Eğrisi.....	18
Şekil 3.3.4.1. Ardışık örnekleme planının grafiksel ifadesi	24
Şekil 4.2.1.1. Binom dağılımlı tek katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi	32
Şekil 4.2.2.1. Poisson dağılımlı tek katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi	34
Şekil 4.2.3.1. Hipergeometrik dağılımlı tek katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi.....	36
Şekil 4.3.1.1. Binom dağılımlı çift katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi	39
Şekil 4.3.2.1. Poisson dağılımlı çift katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi.....	41
Şekil 4.3.3.1. Hipergeometrik dağılımlı çift katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi.....	43
Şekil 4.4.1.1. Binom dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi.....	47
Şekil 4.4.2.1. Poisson dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi.....	50
Şekil 4.4.3.1. Hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi.....	53
Şekil 4.5.1. α arttığında iyi parti malda gözlenen değişim.....	55
Şekil 4.5.2. α azaldığında iyi parti malda gözlenen değişim.....	56
Şekil 4.5.3. β arttığında kötü parti malda gözlenen değişim.....	57
Şekil 4.5.4. β azaldığında kötü parti malda gözlenen değişim	58

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AOQ	Average Outgoing Quality
AOQL	Average Outgoing Quality Limit
AQL	Acceptance Quality Limit
ATI	Average Total Inspection
c	kabul edilebilecek kusurlu sayısı
ÇOK	Çıkan Ortalama Kalite
ÇOKL	Çıkan Ortalama Kalite Limiti
d	mevcut kusurlu sayısı
İK	İşlem Karakteristik Eğrisi
KKD	Kabul Edilebilir Kalite Düzeyi
n	örneklem büyüklüğü
N	parti büyüklüğü
OC	Operating Characteristic Curve
OTM	Ortalama Toplam Muayene
p	kusurlu oranı
P	kabul olasılığı
PT	Parti Toleransı
PKOT	Parti Kusurlu Oranı Toleransı
RKD	Reddedilebilir Kalite Düzeyi
RQL	Rejectable Quality Limit
α	üretici riski
α_{kesme}	kesme katsayısı
β	tüketici riski

1. GİRİŞ

Üretim aşamasında gerek üretim esnasında kullanılmak üzere dışarıdan tedarik edilen hammadde veya yarı mamullerin, gerekse ilgili firma tarafından ortaya konulan son ürünlerin belirli şartlara uygunluk göstermeleri gereklidir. Bu şartlar, standartlar tarafından ortaya konulan spesifikasyon kriterleri tarafından belirlenir. Elde edilen ürünlerin gerekli şartlara uygunluğu, üretim esnasında yapılan muayene işlemleri ile ortaya çıkar. Her işletme, üretim sonrasında ortaya çıkan kusurlu ürünlerin üretimin ileri aşamalarına veya müşteriye ulaşmasına engel olmak ister. İşletme ayrıca, tedarik edilen hammadde veya yarı mamulden kaynaklanan kusurların önüne geçebilmek amacıyla satın alınan maddenin uygunluğunu incelemeyi hedefler. Ürün denetimleri % 100 muayene veya kabul örnekleme olmak üzere iki şekilde yapılabilir.

% 100 muayene, her bir elemanın özelliklerinin teker teker elle kontrol edilerek şartlara uygunluğunun tespitini ifade eder. Partinin tamamı hakkında detaylı bilgi sahibi olunabilir. Genellikle parti boyutu küçük olduğunda tercih edilir. Üründe meydana gelebilecek bir hatanın insan hayatını tehlikeye atması, yaralanmalara yol açabilmesi, çevre üzerinde önemli tehdit oluşturması veya söz konusu ürünün işlevinin bozulması gibi durumlarda %100 muayeneye başvurulur. Her bir eleman için teker teker muayene yapmak gerektirdiği ekonomik ve teknolojik şartlar dolayısıyla oldukça güçtür. Parti boyutu büyüdükçe %100 muayenenin verimi azalacaktır. Bu nedenle büyük çaplı üretim yapan işletmelerde maliyet çok yükselebileceğinden dolayı %100 muayene her zaman tercih edilmez. Daha hassas muayene gerektiren ve incelenmesi uzun sürebilen ürünlerin birim başı muayene maliyeti artacağından dolayı bu durumlarda da %100 muayene uygun değildir.

Kabul örnekleme esnasında ürünler partilere ayrılır ve her partiden, partiyi iyi temsil eden bir örneklem çekilir. Örneklem üzerinde standartlaştırılmış ölçüm değerleri göz önünde tutularak yapılan testlerin sonucunda, parti kabul veya reddedilir. Bu işlemler örneklem muayenesi olarak da geçer.

Bir üreticiden her zaman benzer nitelik ve kalitede ürün ortaya konulması beklenir. Bu beklentiyi karşılamak hassas muayene gerektirir, fakat %100 muayene işlemleri her durumda avantajlı değildir. %100 muayene yerine kabul örnekleme kullanılırsa, bir parti içerisindeki tüm ürünler hakkında daha kısa sürede ve daha az maliyetle karar alınabilir.

%100 muayenenin yüksek maliyetinin yanında, muayene esnasında ürüne zarar verilme riski olduğunun da belirtilmesi önemlidir. Tahrip edilmiş ürün hem üretici hem de

tüketici tarafından istenmeyen bir durumdur. Ürünleri örnekleyerek incelemeye almak tahribat yaratma riskini önemli ölçüde azaltacaktır.

Ayrıca ürün veya malzeme tedarik edilirken, farklı tedarikçilerden alınan partilere kabul örnekleme uygulanarak sonuçların incelenmesi, üretici veya tedarikçi seçiminde daha sağlıklı kararlar alınabilmesi konusunda yardımcı olur. Kabul örnekleme planı hazırlanırken, hem üreticinin hem de tüketicinin çıkarları ve riskleri göz önünde bulundurulmalıdır. Her iki tarafa da maddi açıdan kazanç sağlanması hedefi ile çalışılmalıdır. Sonuçta hem müşterilere daha yüksek kalitede ürünler sunulabilecektir, hem de %100 muayene için ayrıca zaman ve kaynak ayrılmasına gerek kalmadığından dolayı firma kar edecektir.

Bu tez çalışmasının ikinci bölümünde kalite kavramı ve istatistiksel kalite kontrol hakkında temel bilgi verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, istatistiksel kalite kontrol işlemleri esnasında kullanılan yöntemlerden biri olan kabul örnekleme, temel tanım ve terimleri, amaçları, farklı uygulama biçimleri, işlem aşamaları ve sonuçları ile %100 muayeneye kıyaslanarak detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, bir tuğla fabrikasından alınan belirli özellikteki tuğlalar örneklenecek tek katlı, çift katlı ve bulanık kabul örnekleme planları farklı dağılımlar yardımıyla oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıklar, işlem karakteristik eğrileri ve kıyas tabloları üzerinde incelenmiştir. Üretici ve tüketici risklerindeki değişimin sonuca etkileri gözlemlenerek yorumlanmıştır. Hesaplamalar esnasında kullanılan dağılımların kabul örnekleme planlarının sonuçlarına ve son aşamada ortaya çıkan kalitenin seviyesine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde elde edilen sonuçlar bir arada gözlenerek örnekleme planları kendi aralarında kıyaslanmıştır. Maliyeti koruyabilmek ve var olandan daha yüksek seviyede kalitede çıktı elde edebilmek için öneriler getirilmiştir. Müşteri memnuniyetini artırma amacı güdülerek fabrikaya örnekleme planları sunulmuştur.

1.1. Literatür Araştırması

Mei, Case ve Schmidt (1975), örnekleme planlarında belirsizliğe ve hataya sebep olabilen faktörlerin işlem karakteristik eğrisi üzerinde yarattığı olumsuz etkiyi telafi edebilme amacıyla bir yöntem sunmuşlardır.

Jaraiedi ve Segall (1990), kusurlu oranının beta dağılımına uyumlu olduğu durumlara yönelik tek katlı ve çift katlı örnekleme kabul planları ortaya koymuşlardır. Örnekleme planını simülasyon çalışması aracılığıyla sunmuşlardır.

Cassady ve Nachlas (2003), 3-level tipi kabul örnekleme planlarının kalite değeri fonksiyonları ile inşasını açıklamışlardır. İşlem karakteristik eğrisini merkezi limit teoreminden faydalanarak oluşturmuşlardır. Kalite değeri fonksiyonlarının çözümünü matematiksel örneklerle göstermişlerdir.

Sertel (2004), kabul örnekleme planlarının oluşturulmasında yapay zeka yöntemlerinden yararlanarak kabul örnekleme sistem tasarımı problemini genetik algoritma yardımıyla çözmeyi amaçlayan iki kısımlı bir çalışma yapmıştır.

Çelik (2006), bulanık kalite kontrol problemleri için genetik algoritmanın çok aşamalı proseslerde uygulanabilirliğini bir işletme üzerinde incelemiştir. Kabul örnekleme planlarını genetik algoritmalar üzerinden çözerek gerçek kodlu genetik algoritmanın uygulanabilirliğini göstermiştir.

Öztürk (2007) ve Tamer (2010), kabul örnekleme hakkında yaptıkları kapsamlı çalışmalarda kalite kontrol ve kabul örnekleme konu içeriğini açıklayıcı problemler ile aktarmışlardır.

Turanoğlu (2012), bulanık kümeler teorisini kabul örneklemesine uygulayarak kabul örnekleme parametrelerinin kesin olarak bilinmediği durumlarda ortaya çıkan belirsizliği giderebilmek amacıyla bir çalışma yapmıştır.

Rao ve Kantam (2013), sonlandırılma zamanı önceden belirlenmiş yaşam testlerine yönelik, yarı-logistic dağılımına uyumlu bir kabul örnekleme planı önermişlerdir. Örnekleme parametreleri, üretici riski ve işlem karakteristik eğrisi aracılığıyla hazırladıkları kabul örnekleme planını açıklamışlardır.

Yen, Chang ve Aslam (2015), tek taraflı spesifikasyonun gözlemlendiği durumlara uyumlu bir sürekli kabul örnekleme planı ortaya koymuşlardır. Çalışmalarında sıkça kullanılan üretici ve tüketici risk değerlerinin yarattığı sonuçlar kıyaslanmıştır.

Yıldırım (2015), beyaz eşya endüstrisinde yaptığı uygulamalı çalışmasında giriş kalite kontrol süreçlerinde kullanılma amacıyla bir kabul örnekleme planı ortaya koymuştur.

Chen, Li, Kang ve Liao (2017), hızlandırılmış örnekleme planlarında üretici ve tüketici risklerini bir değişken olarak kabul etmişlerdir. Hızlandırma faktörünün bilinmesi şartıyla, üretici ve tüketici risklerinin eşitliğini hedef alarak bir hızlandırılmış kabul örnekleme planı tasarlamışlardır.

Chiang, Zhao, Yang, Wang, Zhao ve Wang (2018), reddedilip düzeltmeye alınan partilerin yüksek kaliteye çıkarıldığını garantiye almak amacıyla, Kumaraswamy Burr XII dağılımını kullanan bir grup kabul örnekleme planı ortaya koymuşlardır.

Al-Masri (2018), önceden belirlenmiş bir zaman aralığında sonlandırılan yaşam testleri için kabul örnekleme planları oluşturmuştur. Yaşam testinde kullanılan birimlerin yaşam süreleri inverse-Gamma dağılımına uymaktadır. En küçük örneklem boyutunun ve diğer örnekleme parametrelerinin hesaplandığı aşamaları matematiksel örneklerle açıklamıştır.

Hamurkaroğlu, Yiğiter ve Gençtürk (2018), Weibull ve Pareto dağılımlarına dayalı ve tip-I sansürleme kullanarak kesilmiş yaşam testlerine ilişkin tek katlı ve grup kabul örnekleme planlarını incelemişlerdir. Örnekleme planı parametrelerini belirleyerek optimum örneklem büyüklüğünü ve kabul sayısını elde etmişlerdir.

Duarte ve Granjo (2019), binom ve Poisson dağılımlı çift katlı kabul örnekleme planlarını matematiksel programlama yardımıyla oluşturan ve örneklem büyüklüğünü optimal düzeyde seçen bir proje yapmışlardır.

Ramyamol ve Kumar (2019), karmaşık dağılımları tek katlı ve ardışık kabul örnekleme planlarına uygulamışlardır. Plan parametrelerini maliyeti en düşük seviyede tutacak şekilde belirlemişlerdir. Oluşturdukları örnekleme planlarını olay incelemesi, simülasyon çalışması ve hassasiyet analizi ile sunmuşlardır.

2. KALİTE KAVRAMI

Kalite kavramı, pek çok faktörü göz önüne alan geniş ve esnek bir kavram olduğundan dolayı, geçmişten günümüze üzerine pek çok tanımlama yapılmıştır. Kalite, önceleri yalnızca ürün veya hizmet denetiminde kullanılan bir kavramken, daha sonra bir strateji aracı olarak ele alınmış ve yönetim alanını da kapsar hale gelmiştir.

- Kalite, yapısal özellikler takımının şartları yerine getirme derecesidir [1].
- Kalite, bir varlığın yapısında olan bir dizi özel niteliğine yönelik şartların yerine getirilme derecesidir [1].
- Kalite, bir ürün veya hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamıdır [2].
- Kalite, ürün veya hizmeti ekonomik yoldan üreten ve müşterilerin isteklerine cevap veren bir üretim sistemidir [3].
- Amerikan Kalite Kontrol Derneği'nin kalite tanımı, bir mal veya hizmetin belirli bir gerekliliği karşılayabilme yeteneklerinin ortaya koyan karakteristiklerin tümüdür.
- Juran'a göre kalite, kullanıma uygunluktur.
- Crosby's göre kalite, bir ürünün gerekliliklere uygunluk derecesidir.
- Kalite, ihtiyaçların karşılanabilme oranıdır.
- KalDer'in kalite tanımı, şartlara ilk defada, her defada ve zamanında uymaktır.
- Kalite, esnekliktir.
- Abbott ve Feigenbaum'a göre kalite, bir ürün veya hizmetin değeridir.
- Gilmore ve Levitt's göre kalite, spesifikasyonlara uygunluktur.
- Deming'e göre kalite, müşterinin şimdiki ve gelecekteki isteklerinin karşılanmasıdır.
- Taguchi'ye göre kalite, ürünün sevkiyattan sonra toplumda neden olduğu minimal zarardır.
- Kalite, eksiklerden kaçınmaktır.

Bir ürünün kalite karakteristikleri; standartlara uygunluk, güvenilirlik, maliyet, estetik, dayanıklılık, servis imkânları, ek özellikler, performans, algılanan kalite gibi özelliklerini kapsamaktadır [4]. Kalite karakteristiklerinin beklenen şartlara uygunluğu, bir ürünü yüksek kaliteli kılar.

- Standartlara uygunluk, bir ürünün tüm özelliklerinin, o ürünün tasarımcıları tarafından taahhüt edilen amaçlar ve şartlar ile uyuşmasını ifade eder.
- Güvenilirlik, bir ürünün sık arıza yapmadan işlev gördüğünün bir göstergesidir.

- Maliyet, bir ürünün hedef kitlenin maddi durumuna uygun olacak şekilde fiyatlandırılmasını ifade eder.
- Estetik, bir ürünün, ürün ambalajının veya sunumun dış görünüşünün göze hitap edip etmediğini açıklar.
- Dayanıklılık, bir ürünün herhangi bir arıza veya bozulma işareti vermeden uzun bir süre fonksiyonel kalabildiğini ifade eder.
- Servis imkânları, bir üründe arıza görüldüğünde veya bir hizmette hata yapıldığında, tamir veya düzeltme işlemlerinin mümkün olduğu kadar çabuk ve kolay olmasını öngörür.
- Ek özellikler, bir ürünün ana işlevi haricindeki fonksiyonlarını belirtir.
- Performans, bir ürün veya hizmette amaçlanan veya amaçlananın üzerinde sonuçları almaya dayanır.
- Algılanan kalite, bir ürünü pazarlayan veya bir hizmeti sunan firmanın toplum ve sosyal medya tarafından yüksek itibarlı olarak görüldüğünü ifade eder.

Kalitenin tüm bu boyutları bir arada incelendiğinde elde edilen bulgular, bir ürünün veya hizmetin kalite seviyesi hakkında fikir sahibi olmamıza yardımcı olacaktır.

2.1. Kalite Kontrol

Sürekli gelişmekte olan sanayi ve teknoloji çerçevesinde, üretimden tüketime giden yolda her aşamada meydana gelebilecek değişiklikler son ürünün kalitesini etkilemektedir. Günümüzde bir ürünün kalitesi, üretici, tüketici, tedarikçi, tasarımcı, yönetici gibi tüm paydaşları ilgilendirdiğinden dolayı göz ardı edilemeyecek kadar önem kazanmıştır. Bu durumda en iyi sonuçlara ulaşabilmek ve paydaşların memnuniyetini yükseltebilmek için, kalite kontrol üretimde olmazsa olmaz bir yer edinmiştir. Kalite kontrol, kalite yönetim sistemlerinin hedeflerini karşılamak amacıyla teknik, istatistik, ölçüm, deney gibi uygulamalar ile yürütülen faaliyetlerin tümüdür [5]. Kalite kontrol ile kalitenin sağlanması, sürdürülmesi ve yükseltilmesi amaçlanır.

Kalite kontrol, müşterilerin ürün üzerindeki algılarını iyileştirmek, ürün kalitesini arttırmak, ürünün hatalı çıkması sonucu oluşan kalitesizlik maliyetlerini azaltmak gibi sebeplerden dolayı uygulanır.

Kalite kontrol, üretim ve sanayileşme ile beraber ortaya çıkan bir kavram olup geçmişten günümüze kadar sürekli gelişmiştir ve bugünün teknolojisine uyum sağlamıştır.

Kalite kontrol teknikleri zamanla değişime ve gelişime uğrasa da hedefi her zaman müşterinin beklentilerine hitap ederek hatasız üretim yapmak olmuştur.

Kalite kontrol sonucunda süreç aksaklıkları tespit edilebilir ve bu durum verimliliğin arttırılmasında etkilidir. Süreçlerin aksamadan yürümesi, ürünlerin hatalı olarak piyasaya çıkışını engeller. Kalite kontrol ayrıca çalışanların farkındalığını arttırmada etkili bir iç denetim mekanizmasıdır [5].

2.1.1. İstatistiksel kalite kontrol

Bir ürünün en ekonomik, en yararlı, aynı zamanda bir pazara sahip olacak şekilde üretimini sağlamak üzere, istatistik prensip ve yöntemlerinin üretimin bütün aşamalarında uygulanması, istatistiksel kalite kontrolü ifade eder [6]. İstatistiksel kalite kontrol, yapılan izleme ve kontroller doğrultusunda üretim esnasında ortaya çıkabilecek hatalara ilişkin tahminlerde bulunarak gerekli düzeltici önlemlerin alınmasını amaçlar. Fakat zaten ortaya çıkmış hataları yakalayıp ayıklamada kullanılmaz. İstatistiksel kalite kontrolün uygulandığı işletmeye pek çok getirisi vardır [7]:

- İstatistiksel kalite kontrol yardımıyla bir ürünün özelliklerini belirleyen değişkenlerden hangilerinin o ürünün performansına etkilerinin olduğu ortaya konulabilir.
- Satın alınan malzemenin kalitesi geliştirilebilir.
- İşgücü ve malzeme kullanımında tasarruf sağlanabilir.
- Son ürün kalitesi yükseltilebilir ve kusurlu ürün kalitesi geliştirilebilir.
- Muayene standartları belirlenebilir, geliştirilebilir ve muayene maliyetleri düşürülebilir.
- Üretici ve tüketici arasındaki ilişkiler geliştirilebilir.

İstatistiksel kalite kontrol, günümüzde artan tüketici ihtiyaçları, genişleyen üretim hacmi ve küresel rekabet sonucunda ortaya çıkmış ve yaygınlaşmıştır. Üretim maliyetlerinin azaltılmasında, işgücü verimliliğinin arttırılmasında, tüketicinin korunmasında ve üreticinin zararını en az miktara indirmesinde önemli bir rol oynamaktadır [8].

Günümüzde sıkça kullanılan bazı istatistiksel kalite kontrol araçları [9]:

- Kontrol çizelgeleri (Kontrol kartları)
 - Ölçülebilir özellikler için kontrol kartları (\bar{x} , S, R kontrol kartları)
 - Ölçülemeyen özellikler için kontrol kartları (p ve np kontrol kartları)
 - Kusur sayısı için kontrol kartı (c kontrol kartı)

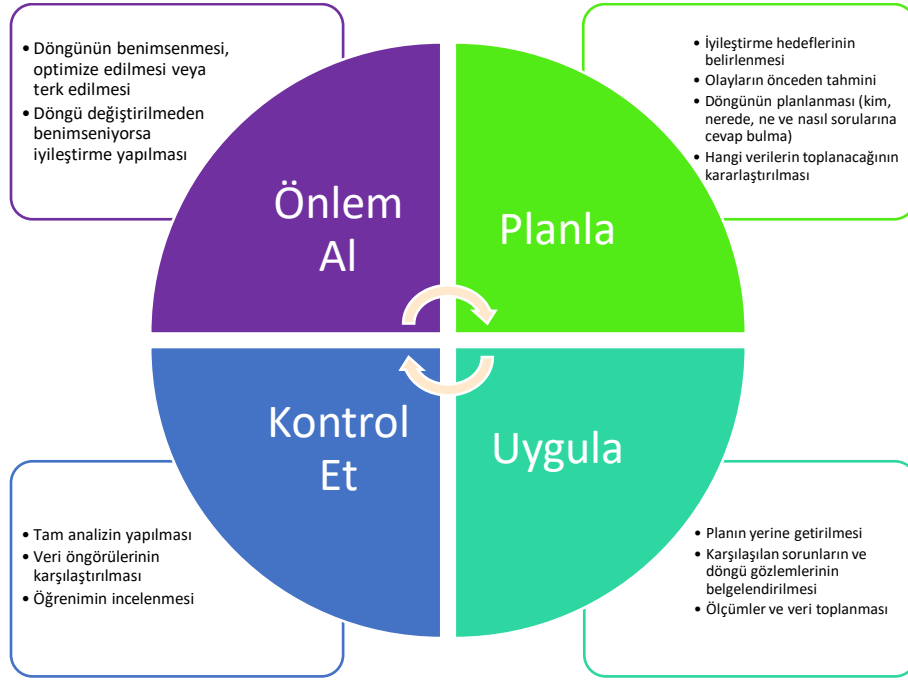
- Hata sayısı için kontrol kartı (u kontrol kartı)
- CUSUM kontrol kartı
- EWMA kontrol kartı
- Histogram
- Pareto analizi
- Neden-sonuç analizi
- Gruplandırma (Tabakalandırma)
- Dağılıma diyagramı

2.2. Toplam Kalite Yönetimi

Toplam kalite, bir işletmede gerçekleştirilen her işte, müşteri isteklerini karşılayabilmek için gereken yönetim, insan, yapılan iş, ürün ve hizmet kalitelerinin bir sistem yaklaşımı çerçevesinde, tüm çalışanların katılımı, hedef ve fikir birlikleri sağlanarak ele alınması ve geliştirilmesidir [10].

Toplam kalite kontrol, bir işletmedeki farklı birimlerin kalite oluşturma, geliştirme, koruma ve sürekli iyileştirme faaliyetlerini tek çatı altında toplayarak, müşteri memnuniyetini en yüksek derecede sağlamayı hedeflerken, ürün ve hizmetlerin müşteriye en ekonomik seviyede sunulmasını gözetir [11]. Bu şartlar kuruluşun tasarım, pazarlama, imalat, mühendislik, insan kaynakları gibi çeşitli alt birimleri işbirliği yaparak çalıştığında sağlanabilecektir. Alt birimlerin ilgili standartları veya standart maddelerini entegre ve ortak bir şekilde kullanması, hem işbirliğini hem de yönetimi kolaylaştırır. Toplam kalite kontrolün tam olarak sağlanabilmesi için, ilgili standartların yanı sıra birimler arasında istatistik, teknik metotlar, kurallar, otomasyon, ölçü kontrolü, yöneylem araştırmaları, endüstri mühendisliği ve pazar araştırması gibi teknik bilgilerin alışverişinin düzenli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Toplam kalite yönetimi, hem hedef kitlenin hem de çalışanların çıkarlarını gözeterek uzun vadede müşteri memnuniyetini sağlamayı ve sonuçta yüksek derecede başarıyı ve kaliteyi elde etmeyi hedefleyen bir yönetim yaklaşımıdır. Toplam kalite yönetimi, günümüzde sıkça “kaizen” olarak da bilinen sürekli iyileştirme tekniğine dayanır. Kaizen, hata bulma ve düzeltme yerine sıfır hata ile çalışma esasını temel alır, çünkü üretimin her aşamasında sistematik bir şekilde PUKO (Planla, uygula, kontrol et, önlem al) döngüsünü çalıştırır [1].



Şekil 2.3.1. Kaizen anlayışının temelini oluşturan PUKO döngüsü [12]

Toplam kalite yönetimi hatasız üretim ve hizmetin yanı sıra, kuruluş içerisinde takım ruhunun geliştirilmesini, görevlerin takım çalışmalarını destekleyecek bir şekilde dağıtımının yapılmasını, kalite ile maliyet arasında süreçleri izleyerek ve istatistiksel yöntemlerle ölçerek üstün bir ilişki sağlamayı amaçlar.

3. KABUL ÖRNEKLEMESİ

Kalite kontrol sürecinde, ürünlerin tasarım aşamasında belirlenen kalite özelliklerine uygunluğunun denetlenmesi işleme muayene denir [13]. Bir işletmede tedarik edilen malzemeler, ürünler, yarı mamuller veya üretilen son ürünler kabul muayenesine alınarak şartlara ve beklentilere uygunlukları incelenir. Muayene işlemi, %100 muayene veya kabul örnekleme şeklinde yapılabilir. Kabul muayenesinde günümüzde daha çok kabul örnekleme yöntemi tercih edilir.

Kabul örnekleme, bir parti ürünün kabulüne veya reddine bu parti içinden alınan bir örneklem veya örneklem üzerine yapılan testler ile karar verilmesini öngören bir kalite kontrol metodudur [14]. Testler sonucunda kabul edilen partiler bir sonraki aşamaya geçerken, reddedilen partiler % 100 muayeneye tabi tutularak parti düzeltilebilecek düzeyde ise kusurlu birimler kusursuzlar ile değiştirilir. Düzeltilemeyecek seviyede kusurlu olan partiler ise ıskartaya veya yeniden işlemeye gönderilmek üzere ayrılır. Yapılan testler esnasında örneklem içindeki elemanların belirlenmiş spesifikasyonlara uygunluğu ve tolerans limitleri içerisinde olup olmadıkları incelenir. Testlerden daha başarılı ve isabetli sonuç alınabilmesi için, örneklem partiye iyi bir şekilde temsil etmeleri gerekir. Bu şartları karşılayabilmek için örneklem rassal olarak çekilmelidir, yani her elemana erişim olasılığı eşit olmalıdır ve elemanlar tamamen rastgele seçilmelidir.

Kabul örneklemesinin %100 muayeneye karşı belirli avantajları vardır [15; 16]:

- %100 muayene parti boyutu arttıkça verim kaybederken, kabul örnekleme yöntemi ile çok büyük partilere kabul muayenesi uygulanabilir.
- Kabul örneklemesinin maliyeti %100 muayeneye göre daha düşüktür.
- Kabul örnekleme ile daha az zamanda daha çok parti muayene edilebilir.
- % 100 muayene genellikle insan faktörü içerdiğinden dolayı testler esnasında kusurun gözden kaçırılması olasılığı daha yüksektir.
- Kabul örnekleme, %100 muayeneye oranla daha az zahmetlidir ve daha az işçi gerektirir. İşçinin yükünü hafifletmede yardımcıdır.
- Tüm muayene işlemleri esnasında söz konusu ürüne hasar gelmesi olasılığı vardır. Kabul örnekleme, tüm parti yerine belirli bir kısım üzerinde çalıştığından dolayı daha az üründe hasar veya bozulma meydana gelecektir.
- %100 muayene esnasında sürecin tamamı boyunca insan müdahalesi gerekirken, kabul örnekleme yönteminin belirli aşamalarında otomasyondan faydalanılabilir.

- Partinin reddedilmesi nedeniyle iade durumunda, üretici firma üzerinde kalite iyileştirilmesi açısından baskı yaratır ve kalitedeki gelişim için motivasyon sağlar [17].

Yukarıdaki durumların yanı sıra, ürünler itibarlı ve güvenilir bir tedarikçiden temin ediliyorsa parti içerisinde kusur aramak her zaman ekonomik olmayabilir, çünkü hemen hemen hiçbir zaman kusura rastlanılmayacaktır. Bu durumda kabul örnekleme, %100 muayeneye tercih edilir.

Satıcının geçmiş kalitesinin çok iyi olduğu ve %100 muayenede azaltma istendiği, ancak proses kalitesinin muayene yapılmayacak kadar iyi olmadığı durumda kabul örnekleme daha yararlıdır.

Potansiyel ürün risklerinin olduğu ve satıcının prosesinin tatmin edici olduğu durumda, ürünü devamlı izleyecek bir kabul örnekleme planı bulundurmak gerekir [15].

Kabul örnekleme, partiye ve örnekleme ait olan birtakım parametreler ile oluşturulan örnekleme planlarına göre yapılır ve hipotez testine dayanır. Hipotez testleri olasılığa dayandığından dolayı kabul örnekleme planları için bazı riskler mevcuttur:

- Kabul edilebilecek düzeydeki bir parti, alınan örneklemedeki kusurlu sayısı fazla olduğundan dolayı reddedilebilir.
- Reddedilebilecek düzeydeki bir parti, alınan örneklemedeki kusurlu sayısı az olduğundan dolayı kabul edilebilir.
- Kabul örnekleme planı hazırlama, geniş kapsamlı ve pek çok seçenek barındıran bir çalışma olduğundan dolayı planlardan en uygun olanının seçilip kullanıma geçirilmesi uzun ve maliyetli bir süreç olabilir.

Bu dezavantajların önüne geçilebilmesi için örnekleme planının özenli bir şekilde hazırlanması gerekir.

3.1. Örnekleme

Parti boyutu büyüdükçe partideki tüm elemanlara erişim gittikçe zorlaşır ve maliyet artar. Bu durum, partiyi iyi temsil eden daha küçük boyuttaki gruplar üzerinde çalışmayı gerektirir. Bu grupların her birine örneklem adı verilir. Örneklemin oluşturulması esnasında kullanılan işlemler ise örnekleme teknikleridir. Çalışmaların bulguları kitleye uyarlanarak parti hakkında yorum yapılabilir ve karar alınabilir.

Örnekleme çalışmalarının başarılı sonuç verebilmesi için kitlenin iyi bir şekilde temsil edilmesi gerekir. Kitleyi yeterince temsil edebilmek için [18]:

- Örnekleme boyutu inceleme kapsamına ve olanaklarına uygun olmalıdır.

- Duruma en uygun örnekleme tekniği seçilmelidir.
- Örnekleme seçiminde tarafsız ve önyargısız davranılmalıdır.
- Örnekleme, yapı ve özellik yönlerinden kitleye uygunluk göstermelidir.
- Ürün örnekleniyorsa her elemanın birbirine en yüksek derecede benzer olması gereklidir. Örneklemenin aynı materyalden yapılmış, aynı firma tarafından aynı tesiste üretilmiş ürünler üzerine uygulanması en isabetli sonuçları verecektir.

Örnekleme teknikleri, olasılığa dayanan ve olasılığa dayanmayan teknikler olarak iki başlık altında incelenir.

3.1.1. Olasılığa dayanan örnekleme teknikleri

Ürün incelemesinde tercih edilen yöntemler olasılığa dayanan örnekleme teknikleridir. Basit rasgele, sistematik, tabakalı ve kümeli örnekleme olmak üzere dört çeşit teknik kullanılmaktadır [18]. Kabul örnekleme kapsamında genellikle basit rasgele ve sistematik örnekleme tekniklerine başvurulur.

Basit rasgele örneklemede her bir eleman kitle içerisinde rastgele olarak çekilir ve tekrar yerine konulmaz. Tüm elemanlara erişim olasılığı eşittir.

Kitle büyüklüğü fazla ise elemanlara erişim zorlaşır ve sistematik örnekleme başvurulabilir. Kitle büyüklüğü, örneklem büyüklüğüne bölünerek bir k parametresi elde edilir ve kitledeki her k 'nci eleman örneklem kapsamına yerleştirilir.

Tabakalı örnekleme, kitledeki elemanları belirli özelliklerine göre alt gruplara böler. Bu alt gruplara tabaka adı verilir. Tabakaları temsil eden özelliklerin aranan cevapları ilgilendiren faktörler olmasına dikkat edilmelidir. Tabakaların kendi içinde homojen, kitle içerisinde heterojen olmaları beklenir. Her bir tabakadan, tabaka boyutu ile orantılı olacak şekilde eleman çekilerek örneklem oluşturulur.

Kümeli örnekleme, elemanlara veya elemanların bir listesine erişimin hiç olmadığı zamanlarda tercih edilir. Bu teknik, kitlede birbirine en çok benzerlik gösteren elemanları kümeleyerek birbirinden ayırır. Bölge, il, ilçe, köy, okul, sınıf gibi birden fazla elemanı içeren gruplar bir küme olarak kabul edilir. Oluşturulan kümelerden biri örneklem olarak seçilir.

3.1.2. Olasılığa dayanmayan örnekleme teknikleri

Genellikle birey incelemesi amacıyla kullanılan tekniklerdir. Kabul örnekleme çalışmalarında bu teknikler kullanılmaz. Bu yöntemlerde elemanlara erişim olasılıkları eşit

değildir. Sonuç, örnekleme yapan araştırmacının yargıları ve tercihleri tarafından etkilenebilir. Kolayda, yargısal, kota, kartopu, yakalama ve dilim olmak üzere altı çeşit yöntem mevcuttur [18].

Kolayda örnekleme, araştırmacının kendisine en yakın bulduğu veya gelişigüzel seçtiği bir mekandaki bireyleri örneklem olarak seçmesini ifade eder.

Yargısal örnekleme, araştırmacının kendi görüş ve düşünceleri doğrultusunda belirlediği kişileri örneklem çerçevesinde dahil etmesiyle yapılır.

Kota örnekleme, tabakalı örneklemeyle benzerlik gösterir, fakat her bir tabaka araştırmacının amaçları ve tercihleri doğrultusunda belirlenir.

Kartopu örnekleme, bireyden bireye ulaşım ile bir örneklem ortaya çıkarır. Görüşülen ilk birey, araştırmacıyı tanıdığı başka bireylere yönlendirir ve bu işlem arzu edilen örneklem büyüklüğüne ulaşılan dek her bireyle tekrar edilir.

Yakalama, hayvan popülasyonu incelemek amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir. Doğadan bir grup hayvan yakalanarak işaretlenir ve tüm hayvanlar serbest bırakılır. Daha sonra bir başka grup hayvan yakalanarak kaçının işaretli olduğu göz önüne alınır. Sonuçlar doğrultusunda o çevrede bulunan toplam hayvan sayısı tahmin edilebilir.

Dilim örnekleme, kümeli örneklemeyle benzerlik gösterir. Kitle aşırı geniş ve bireylere ulaşmak yüksek maliyetli olduğunda, kitle araştırmacı tarafından dilimlere ayrılır ve istenen bir dilim örneklem olarak seçilir.

3.2. Kabul Örnekleme Planı Hazırlama

Kabul örnekleme, partiye ve örnekleme ait olan birtakım parametreler ile oluşturulan örnekleme planlarına göre yapılır. Kabul örnekleme planları, ürünlerin özelliklerine (ölçülemeyen) ve değişkenlerine (ölçülebilen) göre olmak üzere iki şekilde hazırlanabilir. Özelliklere göre değerlendirme yapan örnekleme planlarında kusurlu parça oranı adı verilen değer, parti hakkında verilecek kararda temel kriter olarak göz önüne alınır [19]. Partinin kabulü veya reddi, örnekleme tespit edilen kusurlu sayısının kabul edilen kusurlu sayısını aşmış olmadığına bağlı olarak kontrol edilir.

Özelliklere göre oluşturulan örnekleme planları şunlardır [14]:

1. Tek katlı örnekleme planı
2. Çift katlı örnekleme planı
3. Çok katlı örnekleme planı
4. Ardışık örnekleme planı
5. Sürekli örnekleme planı

Bu örnekleme planları arasında, partiden çekilen örneklem sayıları farklılık gösterir.

Değişkenlere göre değerlendirme yapan örnekleme planlarında ise karar kriterini oluşturan değişken, bir kalite özelliğine ait ölçülebilen bir değerdir. Değişkenlere göre örnekleme planı hazırlamak istatistikte güven aralığı hesaplaması yapmaya benzerlik gösterir. Belirli bir kalite özelliği, sürekli olarak ölçülebiliyor ve normal dağılıma sahip olduğu biliniyorsa ölçümlere dayalı örnekleme planının hazırlanması mümkündür [20]. Değişkenlere göre örnekleme planı, bir kalite özelliği için uç sınırlar belirler ve parti, örneklem içerisindeki elemanların niteliklerinin bu sınırlarla karşılaştırılması sonucunda elde edilen bulgulara göre kabul veya reddedilir. Bu tarz planlarda kalitenin korunabilmesi, daha küçük boyutlu örneklem gerektirir, çünkü gereken ölçme ve karmaşık hesaplama işlemleri maliyeti yükseltir.

3.2.1. Kabul örnekleme plan parametreleri

Örnekleme planları oluşturulurken kullanılan parametreler [21]:

- **N** : Parti boyutunu yani kitlenin büyüklüğünü ifade eder.
- **n** : Örneklem büyüklüğünü ifade eder. Çekilen örneklem sayısına ve örnekleme planına göre birden fazla n değeri olabilir.
- **c** : Örneklemede var olması kabul edilen kusurlu ürün sayısını ifade eder. Örnekleme planına göre birden fazla c değeri olabilir. c parametresi örneklem büyüklüğüne ve kalite seviyesine göre belirlenir. c parametresinin belirlenmesinde Şekil 3.2.1.1.'den faydalanılır [22]:

Örneklem Büyüküğü Harf Kodu	Örneklem Büyüküğü	Kabul Edilebilir Kalite Düzeyi (KKD)																					
		0,065		0,1		0,15		0,25		0,4		0,65		1		1,5		2,5		4		6,5	
		K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
A	2																						
B	3																						
C	5																						
D	8																						
E	13																						
F	20																						
G	32																						
H	50																						
J	80																						
K	125																						
L	200																						
M	315																						
N	500																						
P	800																						
Q	1250																						
R	2000																						

- ↓ Okun altındaki ilk örnekleme planı kullanılmalıdır. Tablodaki örneklem büyüğü mevcut parti büyüğünden yüksek ise %100 muayene yapılmalıdır.
- ↑ Okun üstündeki ilk örnekleme planı kullanılmalıdır.
- K Kabul sayısı
- R Ret sayısı

Şekil 3.2.1.1. Örnekleme planlarında kabul edilebilir kusurlu sayıları

Tablodan kullanılacak örneklemlerin boyutları bulunarak o satırda uygun olan KKD sütunu ile eşleştirme yapılır. c parametresi, K sütunlarından okunabilir.

- **d :** Örnekleme mevcut kusurlu sayısını ifade eder. Örnekleme planına göre birden fazla d değeri olabilir.
- **p :** Kusurlu oranlarını ifade eder.
- **P :** Kusurlu oranlarına karşılık hesaplanan kabul olasılıklarını ifade eder. Kusurlu oranı değiştiğinde oranlara karşılık gelen kabul olasılıkları da değişecektir. Her bir kusurlu oranına karşılık gelen kabul olasılığı, işlem için seçilen dağılımın formülü yardımıyla hesaplanır. İşlemler sırasında kesikli olasılık dağılımları seçilmelidir. Bulunan olasılık değerleri işlem karakteristik eğrisi adı verilen bir grafik üzerinde gösterilir.

İyi bir kabul örnekleme planında var olması gereken özellikler [23]:

- Üreticiyi iyi vasıftaki bir partinin reddedilme riskine karşı korur.
- Tüketiciyi kötü bir partinin kabulüne karşı korur.
- Üreticiyi, üretim prosesini kontrol altında tutmaya teşvik eder.
- Örnekleme, muayene ve yönetim masrafını minimize eder.
- Ürünün kalitesi hakkında güvenilir ve isabetli bilgi verir.

3.2.2. Üretici ve tüketici riskleri

Partilerin örneklenerek muayene edilmesi hem üretici, hem tüketici açısından birtakım risklere yol açacaktır. Üretilen malların tamamının kusursuz olması çok mümkün bir durum değildir. Elemanlar arası kalite farklılıkları gözlenebilir. Hiçbir işletmeden çıkan ürünlerin tamamının en yüksek kaliteli mal olması insan, sistem, makine gibi faktörler dolayısıyla oluşan hatalardan dolayı beklenemez.

Üretici ve tüketici, alım yapılacak partilerin içereceği kusurlu oranının büyüklüğü üzerinde kendi aralarında anlaşır. Anlaşma esnasında kabul edilebilir kalite düzeyi (KKD) ve parti toleransı (PT) değerleri üzerine karar alınır. Kararlaştırılan oranlar partilerin sınıflandırılması esnasında sınır olarak kullanılacaktır. Tüm parti malların içerisinde bir miktar kusurlu ürün çıkması beklenir. Bu kusurlu oranının ideal olduğu, yani KKD'den küçük olduğu mallara iyi parti mal adı verilir. Kusurlu oranının KKD ve PT arasında kaldığı mallara ara parti mal adı verilir. Kusurlu mal oranının beklenenin çok üzerinde olduğu yani PT'den büyük olduğu mallara ise kötü parti mal adı verilir. İyi parti mal, her zaman kusursuz parti anlamına gelmez, yalnızca içerisinde diğer sınıf partilere oranla daha az kusurlu ürün çıkacağı vurgulanmalıdır [14].

Kabul örnekleme sonucunda iyi bir partinin reddedilmesi de mümkündür. Bu durumun meydana gelme olasılığı üretici riski olarak adlandırılır ve uygulamada üretici riski α sembolü ile ifade edilir.

Benzer şekilde, kötü bir partinin kabul edilmesi de olası bir durumdur. Kötü parti bir malın kabul edilmesi olasılığı tüketici riski olarak adlandırılır uygulamada tüketici riski β sembolü ile ifade edilir.

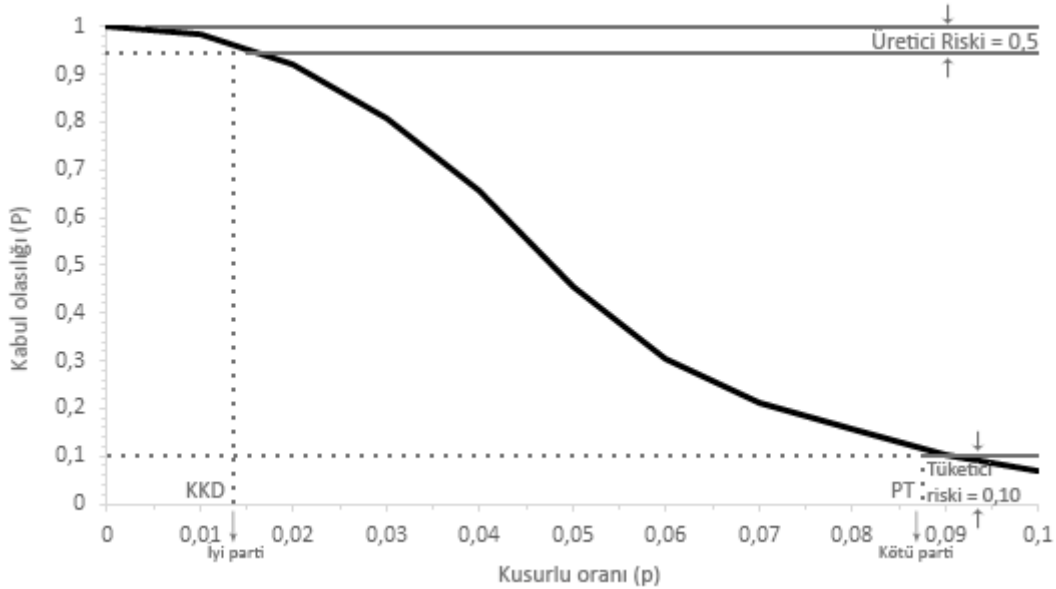
Uygulamada risk değerleri $\alpha \cong 0,05$ ve $\beta \cong 0,10$ olarak alınır. Değerlerin yaklaşık olarak kabul edilmesinin sebebi, bu α ve β değerlerine karşılık gelen kusurlu birim sayısının genellikle tam sayı olmamasından kaynaklanmasıdır. Partideki kusurlu birim sayısının tamsayı olarak ifadesi uygun olduğundan en yakın tamsayıya karşılık gelen ret ve kabul olasılıkları α ve β olarak kabul edilir. Dolayısıyla α ve β değerleri 0,05 ve 0,10 a yaklaşık bir değer çıkar [23].

Alım satım işlemleri esnasında üretici ve tüketicinin kendilerini etkileyen risklerden korunmak istemeleri beklenir. Kabul örnekleme planları hazırlanırken temel amaç, bu risklerin her iki tarafa da memnuniyet verecek bir seviyeye getirilmesidir.

3.2.3. İşlem karakteristik eğrisi

İşlem karakteristik eğrisi, her bir kusurlu oranına karşı gelen kabul olasılıklarını ifade eden bir grafiktir. İşlem karakteristik eğrisi OC (Operating Characteristic) Curve olarak da bilinir. Çizilen eğri, kusurlu oranlarının bir fonksiyonudur. Dikey ekseninde kabul olasılıkları (P), yatay ekseninde kusurlu oranları (p) küçükten büyüğe sıralanır. Bu fonksiyonda kabul olasılıkları bağımlı değişken, kusurlu oranları ise bağımsız değişken olur. İşlem karakteristik eğrisi üzerinde kabul edilebilir kalite düzeyi (KKD) ile üretici riski (α), parti toleransı (PT) ile tüketici riski (β) değerleri eşleştirilir ve bu şekilde kalite sınırları gösterilir. Kalan kusurlu oranlarına denk gelen kabul olasılıkları, gerekli matematiksel işlemlerle hesaplanarak grafik üzerinde eşleştirilir ve son olarak bulunan tüm noktalar birleştirilerek sağdan yatık, soldan şişkin bir eğri ortaya çıkarılır [21]. Eğri üzerinde kullanılan örnekleme planına göre hangi malların yüksek kalitede, hangi malların düşük kalitede olduğu şekilsel olarak ifade edilir. İşlem karakteristik eğrisi üzerinde:

- KKD dikey olarak hizalanıp sol tarafında kalan alanlar tarandığında bulunan kısım iyi parti malları ifade eder.
- KKD ve PT dikey olarak hizalanıp iki değer arasında kalan alanın tamamı tarandığında bulunan kısım ara parti malları ifade eder.
- PT dikey olarak hizalanıp sağ tarafında kalan alanlar tarandığında bulunan kısım kötü parti malları ifade eder.

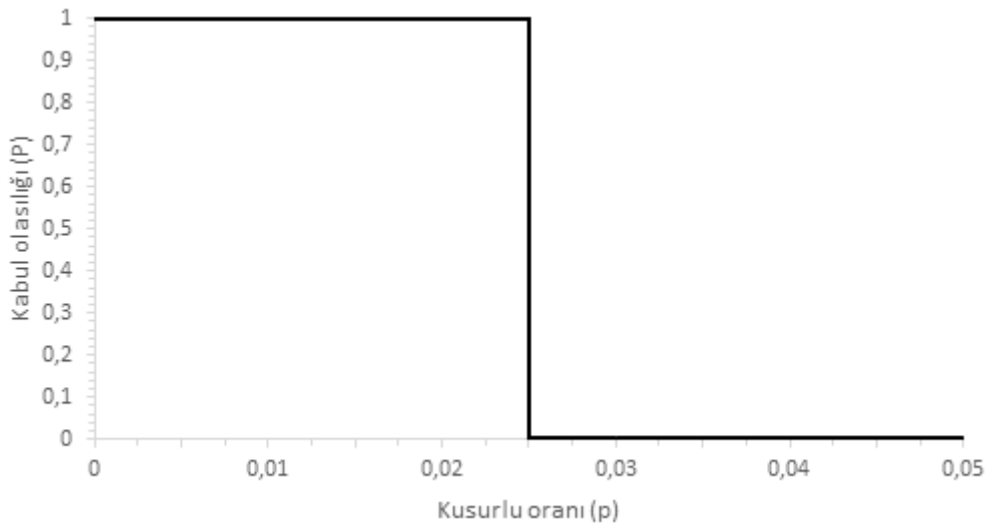


Şekil 3.2.3.1. İşlem Karakteristik Eğrisi (OC Curve) [24]

İyi bir kabul örnekleme planından beklenen, işlem karakteristik eğrisinde KKD'nin solundaki alanın maksimize edilmesi ve PT'nin sağında kalan alanın minimize edilmesidir.

Rekabet ortamında tüketici taraflar üreticiden daha hassas olduğundan dolayı planlar tüketiciyi koruyacak şekilde hazırlanmalı, üretim safhasında kusurlu sayısı azaltılarak eğrinin dikey ekseninde daha aşağı kaydırılması hedeflenmelidir.

İdeal bir işlem karakteristik eğrisinde, üretici ve tüketici riskleri sıfır olur. Partide belirli bir orandan daha fazla kusurlu birim çıkması olasılığı sıfır ise ve üretici ile alıcı bu oran üzerinden anlaşmışsa bu partinin kabul edilme olasılığı 1 (veya %100)'dir. Bu durum sadece kusursuz bir %100 muayene için söz konusu olabilir. Uygulamada kabul olasılıklarının 0 veya 1 olması hemen hemen mümkün değildir. Örneklem boyutunun büyük ve KKD ile PT'nin kabul olasılıklarının eşit veya birbirine çok yakın olması halinde ideal bir işlem karakteristik eğrisi elde edilebilir [17].



Şekil 3.2.3.2. İdeal İşlem Karakteristik Eğrisi [24]

3.2.4. Kabul örnekleme terimleri

Kabul örnekleme planı hazırlanırken üretici ve tüketici risklerinin yanında, taraflar tarafından belirlenen sınır kusurlu oranları ve karar almada yardımcı birtakım farklı terimler de kullanılmaktadır. Bu terimler:

3.2.4.1. Kabul edilebilir kalite düzeyi (KKD)

Kabul edilebilir kalite düzeyi, tüketici tarafından kabul edilebileceği düşünülen en zayıf süreç kalite seviyesidir [21; 19]. İşlem karakteristik eğrisi üzerinde üretici riskine karşılık gelen kusurlu oranını ifade eder. Acceptance Quality Level (AQL) olarak da bilinir. Süreç kalitesinin kabul edilebilir kalite düzeyinin üzerinde olması tüketicinin beklentisidir, bu nedenle üretici belirlenen kabul edilebilir kalite düzeyine eşit veya ondan daha az oranda hatalı ürün içeren bir partinin kabul edilme olasılığının yüksek olduğu bir örnekleme planı

hazırlanmalıdır. Kabul edilebilir kalite düzeyindeki bir partinin %95 civarında yüksek bir olasılıkla kabul edilmesi beklenir. Fakat bu durum, iyi kaliteli bir partinin yaklaşık 5%'lik bir olasılıkla reddedilebildiğini de gösterir. Bu durum üretici riskini gösterir.

3.2.4.2. Parti toleransı (PT)

Parti toleransı, müşteri tarafından kabul edilemeyecek derecede düşük olan en güçlü kalite seviyesini belirtir [21; 19]. İşlem karakteristik eğrisi üzerinde tüketici riskine karşılık gelen kusurlu oranını ifade eder. Rejectable Quality Level (RQL), Reddedilebilir Kalite Düzeyi (RKD) veya Parti Kusurlu Oranı Toleransı (PKOT) olarak da bilinir.

Tüketici, süreç kalitesinin parti toleransı kadar hatalı ürün düzeyine sahip partilerin kabul olasılığının düşük olduğu bir kabul örnekleme planının kullanılmasını bekler. Kalitesi parti toleransı düzeyindeki bir parti, örnekleme planı tarafından %90'a yakın bir olasılıkla reddedilir. Benzer şekilde, kötü kaliteli partilerin kabul edilme olasılığı %10'a yakındır. Bu durum tüketici riskini gösterir.

3.2.4.3. Ortalama toplam muayene sayısı (OTM)

Ortalama toplam muayene sayısı, bir partinin kusurlu oranına göre kaç elemanın kontrol edileceğini gösteren bir kalite karakteristiğidir. ATI (Average Total Inspection) olarak da bilinir. OTM değerinin kabul örnekleme planlarına dahil edilmesinin amacı, partinin kalite seviyesine göre gözden geçirilecek olan birim sayısını tahmin ederek muayene maliyetini azaltmaktır.

Kabul edilen partilerde OTM değeri kadar eleman muayene edilir. Fakat reddedilen partilerde tüm elemanlar muayene edilir [17].

Partinin kalite seviyesi azaldıkça, OTM değeri yükselecektir. En düşük seviyedeki kalitede OTM parti boyutuna son derece yaklaşacaktır. Bu durum %100 muayenenin gerekliliğini ifade eder.

Benzer şekilde kusurlu oranı azaldıkça, OTM değeri örneklem boyutuna yaklaşarak azalacaktır.

OTM değerinin hesaplanma şekli, örneklem planına göre değişiklik gösterir.

3.2.4.4. Çıkan ortalama kalite (COK)

Bir parti reddedildiğinde bu parti %100 muayeneye tabi tutulur. Muayene sırasında kusurlu elemanlar ayrılarak kusursuz elemanlar ile değiştirilir veya geri gönderilir. Ardından partideki kusurlu eleman sayısı sıfırlanacağından dolayı parti kabul edilir. Reddedilip

düzeltilmeye alınan partilerin kusurlu oranları sıfır olur. Fakat kabul edilen partilerde de bir derece kusurlu oranı mevcut olacaktır ve tüketici bu oranı bilmek ister [21]. ÇOK, reddedilen partiler düzeltilip kabul edilen partilere eklendikten sonra, ele alınan tüm partilerin ağırlıklı ortalama kalite düzeyini gösteren bir kavramdır. AOQ (Average Outgoing Quality) olarak da bilinir.

ÇOK değeri ile kabul edilen veya reddedilen partilerde var olması beklenen en düşük kalite seviyesi görülebilir.

Her bir kusurlu oranına denk gelen ÇOK değerleri, bir eğri üzerine yerleştirilerek partilerin kalite düzeyi gözlemlenebilir. Eğrinin yatay ekseninde kusurlu oranları, dikey ekseninde ÇOK değerleri yer alır. Bu eğriye çıkan ortalama kalite eğrisi adı verilir.

ÇOK değerinin hesaplanma şekli, partinin büyüklüğüne ve kullanılan örnekleme planına göre değişkenlik gösterir.

ÇOK, genellikle örnekleme planının değerlendirilmesi amacıyla kullanılır. Partinin kalitesi hakkında yorum yapılmasına çalışılır.

ÇOK değerinin ulaştığı maksimum değer ÇOKL ile ifade edilir [25]. ÇOKL, elde edilen en düşük seviyedeki kaliteyi ifade eder. AOQL (Average Outgoing Quality Limit) olarak da bilinir. ÇOK değerinin en büyük olduğu düzeyde kusurun da en yüksek olması beklenir.

Ürünün kusurlu oranının, uzun bir süre boyunca ÇOKL değerinin üstünde kalmaması beklenir. Çünkü kusurlu oranının ÇOKL değerinin üzerinde uzun süre kalması, üretimde önemli bir aksaklık olduğunun göstergesidir. Bu nedenle kusurlu oranının ÇOKL değerinin altında tutulması ve bu durumun korunması hem üretici hem tüketici için faydalı olacaktır.

3.3. Ürünün Özelliklerine Göre Oluşturulan Örnekleme Planları

Bu kabul örnekleme planlarında partinin kabulü veya reddi, çekilen örneklemlerde mevcut kusurlu sayısı (d), kabul edilebilir kusurlu sayısı ile (c) kıyaslanarak karşılaştırılır. Bu planlarda kabul olasılığı hesaplaması yapılırken kesikli olasılık dağılımlarından binom, Poisson ve hipergeometrik dağılımlardan faydalanılır [26]:

- Binom dağılımı:

$$P(x) = \binom{n}{x} \cdot p^x \cdot (1 - p)^{(n-x)} \quad (3.1)$$

- Poisson dağılımı:

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^x}{x!} \quad (3.2)$$

$$\lambda_i = n_i \cdot p \quad (3.3)$$

- Hipergeometrik dağılım:

$$P(x) = \frac{\binom{r}{x} \cdot \binom{N-r}{n-x}}{\binom{N}{n}} \quad (3.4)$$

$$r = N \cdot p, r \in Z \quad (3.5)$$

3.3.1. Tek katlı örnekleme planı

En temel örnekleme planı tek katlı örnekleme planıdır. Partiden tek bir örneklem çekilerek yapılır. Boyutu N olan bir partiden n büyüklüğündeki bir örneklem alınarak bu örnekleme %100 muayene uygulanır. Örnekleme var olan kusurlu sayısı d tespit edilir.

Tek katlı örnekleme planı, matematiksel olarak $\begin{bmatrix} N \\ n \\ c \end{bmatrix}$ matrisi ile ifade edilir [23]. Matris üzerindeki parametrelerin değerleri işlemlerden önce belirlenmiştir.

Eğer d , kabul edilebilir kusurlu sayısı c 'den küçük veya eşitse parti kabul edilir. Aksi takdirde parti reddedilir.

$$d > c \vee d = c \rightarrow \text{Kabul}$$

$$d > c \rightarrow \text{Ret}$$

Partinin kabul olasılığının değeri, d 'nin c 'den küçük veya c 'ye eşit olduğu tüm durumların meydana gelme olasılıklarının ayrı ayrı hesaplanıp toplanması ile elde edilir. Yani kabul olasılıkları:

$$P(d \leq c) = P(d = 0) + P(d = 1) + \dots + P(d = c) \quad (3.6)$$

formülü ile hesaplanır [23]. Bu formül içerisinde bulunacak her bir olasılığın hesabı, tercih edilen kesikli dağılımda örnekleme planı matrisindeki parametreler yerine yerleştirilerek yapılır.

Hesaplanan kabul olasılıkları, kusurlu oranları ile eşleştirilerek işlem karakteristik eğrisi oluşturulur.

Tek katlı örnekleme planında, ortalama muayene edilecek eleman sayısının hesabı:

$$OTM = n + (1 - P) \cdot (N - n) \quad (3.7)$$

şeklindedir [27].

Çıkan ortalama kalite değeri hesaplaması eğer örneklem yeterince büyük ise:

$$\text{ÇOK} = P \cdot p \quad (3.8)$$

formülü ile, eğer N gereğinden küçük boyutta ise:

$$\text{ÇOK} = \frac{P \cdot p \cdot (N - n)}{N} \quad (3.9)$$

formülü ile yapılır [25].

3.3.2. Çift katlı örnekleme planı

Partiden iki örneklem çekilerek oluşturulan örnekleme planıdır. N boyutlu bir partiden n_1 ve n_2 büyüklüğünde iki farklı örneklem çekilir ve örneklemelere %100 muayene uygulanır. Örneklemdeki kusurlu sayıları d_1 ve d_2 tespit edilerek, önceden belirlenmiş kabul edilebilir kusurlu sayıları c_1 ve c_2 ile kıyaslama yapılır.

Çift katlı örnekleme planı, $\begin{bmatrix} N & \\ n_1 & c_1 \\ n_2 & c_2 \end{bmatrix}$ matrisi ile ifade edilir [23].

Bu örnekleme planında dört adet kabul veya ret durumu mevcuttur [17]:

- Birinci örneklemden sonra kabul
 - Birinci örneklemden sonra ret
 - İkinci örneklemden sonra kabul
 - İkinci örneklemden sonra ret
- c ve d değerleri karşılaştırıldığında:
- $d_1 \leq c_1$ durumunda parti kabul edilir.
 - $d_1 > c_1$ durumunda parti reddedilir.
 - $c_1 < d_1 \leq c_2$ koşulu sağlanıyorsa ikinci örneklem göz önüne alınır:
 - $d_1 + d_2 \leq c_2$ ise örneklem kabul edilir.
 - $d_1 + d_2 \geq c_2$ ise örneklem reddedilir.

Kabul olasılıklarının hesaplanması:

$$k = c_2 - c_1 + 1 \quad (3.10)$$

tane yoldan yapılır [23].

- 1. yol: $d_1 \leq c_1$
- 2. yol: $d_1 = c_1 + 1, d_2 \leq c_2 - d_1$
- 3. yol: $d_1 = c_1 + 2, d_2 \leq c_2 - d_1$
- \vdots
- k. yol: $d_1 = c_2, d_2 = 0$

Buna göre kabul olasılıkları:

- 1. yol için: $P(d_1 \leq c_1)$
- 2. yol için: $P(d_1 = c_1 + 1) \cdot P(d_2 \leq c_2 - d_1)$
- 3. yol için: $P(d_1 = c_1 + 2) \cdot P(d_2 \leq c_2 - d_1)$
- \vdots
- k. yol için: $P(d_1 = c_2) \cdot P(d_2 = 0)$

olarak ifade edilir ve tüm yolların olasılıkları toplanarak söz konusu kusurlu oranının kabul olasılığı hesaplanır.

Hesaplanan kabul olasılıkları, kusurlu oranları ile eşleştirilerek işlem karakteristik eğrisi oluşturulur.

Çift katlı örnekleme planında, ortalama muayene edilecek eleman sayısının hesabı:

$$OTM = n_1 \cdot P_1 + (n_1 + n_2) \cdot P_2 + N \cdot (1 - P) \quad (3.11)$$

şeklindedir [27]. Fonksiyondaki P_1 ve P_2 değerleri, farklı yollardan hesaplanan olasılıkları ifade eder. P ise son adımda bulunan toplam kabul olasılığıdır.

Çıkan ortalama kalite değerinin hesaplaması ise:

$$\text{ÇOK} = p \cdot \left(1 - \frac{OTM}{N}\right) \quad (3.12)$$

biçimindedir [25].

Çift katlı örnekleme planının tek katlı plana göre avantajları bulunmaktadır [17]. Çift katlı örnekleme planında ilk örneklem büyüklüğü, tek katlı örnekleme göre daha küçüktür. İkinci örnekleme geçmeye gerek kalmadığında, %100 muayene süresi ve kapsamı azaldığından verim artar. Ayrıca partinin reddi veya kabulü konusunda ikinci bir şans tanınması, üreticiye ve tüketiciye güven verir.

3.3.3. Çok katlı örnekleme planı

Partiden çekilen örneklem sayısının ikiden büyük olduğu örnekleme planları çok katlı planlardır. Kabul veya ret kararı en geç yedinci örnekleme alınmalıdır. Örneklem büyüklükleri genellikle benzerdir. Çok katlı planların tek ve çift katlı planlara oranla avantajı, daha az birimin muayenesinin gerekliliğidir. Çok katlı örnekleme planları, muayenenin maddi ve zamansal maliyetinin yüksek olduğu durumlarda diğer örnekleme planlarına oranla üstünlük taşımaktadır. Örnekleme otomasyon sistemleri mevcut ise ve muayene maliyetinin düşük tutulması isteniyorsa bu tarz planlar tercih edilir. [14].

Toplam örneklem sayısı k olmak üzere c_1 'den c_k 'ya ve d_1 'den d_k 'ya kadar her bir örneklem için parametreler mevcuttur. Birinci örneklem incelenirken $d_1 \leq c_1$ ise parti kabul edilir. $d_1 > c_1$ ise d_1 ile c_2 kıyaslanır. $d_1 > c_2$ ise parti reddedilir. $c_1 < d_1 \leq c_2$ durumu sağlanıyor ise örnekleme devam edilir. d_1 ve d_2 toplanarak ikinci örneklem kontrol edilir. Her bir sonraki örnekleme geçildiğinde, o örnekleme ait d parametresi bir önceki d 'lerin üzerine eklenir. İşlemler bir karara varılana kadar veya yedinci örnekleme kadar devam ettirilir. İlk örneklemden sonra karar verme koşulları aşağıdaki şekildedir [21; 14]:

$$\begin{aligned}
c_1 &< d_1 \leq c_2 \\
c_2 &< d_1 + d_2 \leq c_3 \\
c_3 &< d_1 + d_2 + d_3 \leq c_4 \\
&\vdots \\
c_{k-1} &< \sum_{i=1}^{k-1} d_i \leq c_k
\end{aligned}$$

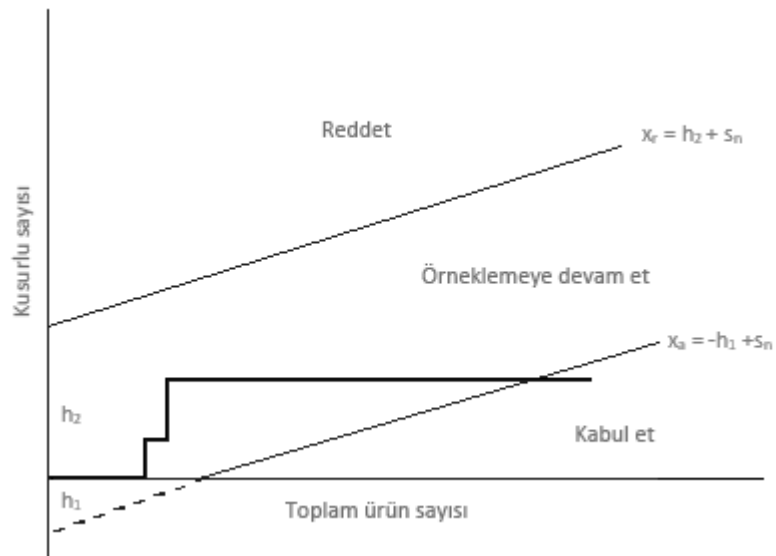
d parametrelerinin toplamının ulaşılan son d parametresine ait örneklemin c parametresinden küçük bulunduğu adımda parti kabul edilir. Bu durumda partinin kabul edileceği yollar şu şekildedir:

$$\begin{aligned}
d_1 &\leq c_1 \\
d_1 + d_2 &\leq c_2 \\
d_1 + d_2 + d_3 &\leq c_3 \\
&\vdots \\
\sum_{i=1}^k d_i &\leq c_k
\end{aligned}$$

Aksi takdirde parti reddedilir.

3.3.4. Ardışık örnekleme planı

Ardışık örnekleme planlarında, diğer planlardan farklı olarak birikimli yaklaşım vardır. Arka arkaya çok sayıda örneklem alınır ve bu örneklemlerin n , c , ve d parametreleri üst üste eklenerek gidilir. Örneklem sayısında sınırlama yoktur. Partiye tanınan şans arttıkça maliyet artmakta ve gereksiz muayene işlemleri ortaya çıkabilmektedir [21]. Ardışık örnekleme planının işleyişi Şekil 3.3.4.1. ile açıklanabilir:



Şekil 3.3.4.1. Ardışık örnekleme planının grafiksel ifadesi [28]

Grafikte yatay eksen muayene edilen toplam birim sayısını ve dikey eksen tespit edilen kusurlu sayısını gösterir. Grafik hazırlanırken kabul ve ret alanlarını belirleyici birbirine paralel iki limit doğrusu çizilir. Ardından örneklerdeki kusurluların sayıları birikimli biçimde grafik üzerine yerleştirilerek bir eğri ortaya çıkarılır. Eğri grafik üzerinde kabul veya ret alanına düşene kadar yeni bir örneklem işleme eklenerek örnekleme devam ettirilir. Limit doğrularının belirlenişi kabul örnekleme parametrelerini kullanan şu formüller ile yapılır [28]:

$$x_a = -h_1 + s \cdot n \quad (3.13)$$

$$x_r = h_2 + s \cdot n \quad (3.14)$$

$$k = \log \frac{p_2 (1-p_1)}{p_1 (1-p_2)} \quad (3.15)$$

$$s = \frac{1}{k} \cdot \log \frac{1-p_1}{1-p_2} \quad (3.16)$$

$$h_1 = \frac{1}{k} \cdot \log \frac{1-\alpha}{\beta} \quad (3.17)$$

$$h_2 = \frac{1}{k} \cdot \log \frac{1-\beta}{\alpha} \quad (3.18)$$

Grafik ve formüller ile çalışmak istenmiyorsa paket programlar tarafından oluşturulan tablolar yardımıyla ardışık örnekleme planı uygulanabilir.

3.3.5. Sürekli örnekleme planı

Sürekli örnekleme planı, üretimin sürekli akış halinde olduğu durumlarda uygun olan bir örnekleme planıdır. Süreçten gelen ürünlerin tümü %100 muayene altına alınır. Kusur tespit edilmeden devam edildikçe, kalan ürünlerin sadece bir kısmı inceleme altına alınır. Kusur bulunana kadar inceleme altına alınan ürün sayısı git gide azaltılır. Kusur bulunduğu anda süreç başa döner ve yeni gelen tüm ürünler %100 muayene edilerek işlemler baştan başlatılır [29].

Sürekli örnekleme planı, örnekleme ve %100 muayene işlemlerinin birbiriyle iç içe kullanılmasıdır. İşlem sırasında kalite düzeyleri ve parti boyutlarına bağlı olarak oluşturulmuş tablolardan da faydalanılır [14].

3.4. Bulanık Kabul Örnekleme

Bulanık yaklaşım, sadece matematiksel hesaplama yapmak yerine yerine insan beyninin karar verme kabiliyetini taklit ederek sonuç çıkarmaya dayanır. 1965 yılında Lotfi. A. Zadeh tarafından geliştirilmiştir. Gerçek hayatta kullanılan yüksek, orta ve düşük

kavramlarının matematiksel problemlere uyarlanması olarak ifade edilir. Çok düşük ve çok yüksek gibi ara değerler de mevcuttur [30].

Bulanık mantık, bulanık kümeler teorisine dayanır. Klasik kümeler teorisinde bir kümeyle ait olup olmama, 0 veya 1 değerleri ile belirtilir. Bulanık kümeler teorisinde ise bir kümeyle aitlik derecesi 0 ile 1 arasında değişen bir değer alır. Aitlik seviyesi düşük ise bu değer 0'a, yüksek ise 1'e yaklaşır [30].

Bir kabul örnekleme uygulamasında eğer bir veya birden fazla plan parametresi tam ve kesin olarak bilinmiyorsa, yani yaklaşık değerler mevcutsa bulanık kabul örnekleme planlarına başvurulabilir. Bulanıklaşma, verinin bozulması nedeniyle plan parametrelerinin belirsizleşmesinden kaynaklanabilir. Güncel veri yerine geçmiş zamanda alınan, fakat geçerliliği olan değerler kullanılıyorsa da bulanıklaşma söz konusudur. Bulanıklaşan parametre kusurlu oranı, kabul edilebilir kusurlu sayısı, örneklem büyüklüğü veya parti büyüklüğü olabilir. Plan parametrelerinin bazıları veya tümü bulanıklaşabilir [31]. Bahsedilen plan parametrelerinin bulanıklaşması, örnekleme planının oluşturulmasında kullanılan binom, Poisson ve hipergeometrik dağılımların da bulanıklaşacağını gösterir.

Bu tarz planlarda ortaya çıkacak kabul olasılıkları, OTM ve ÇOK değerleri sabit olarak değil, aralık olarak gösterilir. Bunun sebebi, parametrelerdeki belirsizliğin sonuçlarda bir miktar değişkenlik oluşturmasıdır. Her aralığın bir alt kesmesi ve bir üst kesmesi bulunur.

Aralıklar kesme katsayısı (α_{kesme}) adı verilen bir katsayıya göre oluşturulur [31]. α_{kesme} , 0 ile 1 arasında değişen değerler alır. Her bir α_{kesme} değeri için farklı kabul olasılıkları, OTM ve ÇOK değerleri ortaya çıkacaktır. Bu da α_{kesme} sayısı kadar işlem karakteristik eğrisi çizilebileceği anlamına gelir. Bulanık örnekleme planlarının işlem karakteristik eğrisinde iki eğri çizilir. Bu eğriler alt ve üst kesmeleri ifade eder.

Aralıkları oluşturacak kesme değerlerine ulaşabilmek için bulanıklaşan parametrenin bir alt ve bir üst değerleri göz önünde bulundurulur. Bu şekilde alt ve üst değerleri kullanılarak elde edilen bulanık parametreler, $\widetilde{parametre}_a = TFN(parametre_1, parametre_2, parametre_3)$ şeklinde tanımlanabilir. Birinci ve üçüncü parametreler alt ve üst değerleri, ikinci parametre ise kullanılan değeri ifade eder. Fonksiyonu tanımlayan değerler α_{kesme} ile işleme sokularak kesme değerlerine ulaşılır. Kesme değerleri bilindiği takdirde bulanık kabul örnekleme planı oluşturulabilir.

Sonuç olarak elde edilen her parametrenin üstüne \sim işareti eklenerek bulguların bulanık yaklaşımla hesaplandıkları gösterilir.

3.4.1. Tek katlı bulanık örnekleme planları

Tek katlı bulanık örnekleme planlarında kabul olasılığı hesaplamaları bulanıklaştırılmış kesikli dağılım formülleri aracılığıyla yapılır.

Kabul olasılıkları hesaplanırken binom dağılımı kullanılacaksa α_{kesme} noktasına göre aşağıdaki formüller gereklidir [32]:

$$\tilde{P}_a = \sum_{d=0}^{\tilde{c}} \binom{\tilde{n}}{d} \cdot \tilde{p}^d \cdot (1 - \tilde{p})^{(\tilde{n}-d)} \quad (3.19)$$

$$\tilde{P}_a = \left\{ \sum_{d=0}^{\tilde{c}} \binom{\tilde{n}}{d} \cdot \tilde{p}^d \cdot (1 - \tilde{p})^{(\tilde{n}-d)} \mid p \in p(\alpha_{kesme}), n \in n(\alpha_{kesme}), c \in c(\alpha_{kesme}) \right\} \quad (3.20)$$

$$P_a(\alpha_{kesme}) = [P_{a_{alt}}(\alpha_{kesme}), P_{a_{üst}}(\alpha_{kesme})] \quad (3.21)$$

$$P_{a_{alt}}(\alpha_{kesme}) = \min \left\{ \sum_{d=0}^c \binom{n}{d} \cdot p^d \cdot (1 - p)^{(n-d)} \mid p \in p(\alpha_{kesme}), n \in n(\alpha_{kesme}), c \in c(\alpha_{kesme}) \right\} \quad (3.22)$$

$$P_{a_{üst}}(\alpha_{kesme}) = \max \left\{ \sum_{d=0}^c \binom{n}{d} \cdot p^d \cdot (1 - p)^{(n-d)} \mid p \in p(\alpha_{kesme}), n \in n(\alpha_{kesme}), c \in c(\alpha_{kesme}) \right\} \quad (3.23)$$

Kabul olasılıkları hesaplanırken Poisson dağılımı kullanılacaksa aşağıdaki formüller gereklidir [32]:

$$\tilde{\lambda} = \tilde{n} \cdot \tilde{p} \quad (3.24)$$

$$\tilde{P}_a = P(d \leq \tilde{c} \mid \tilde{n}, \tilde{c}, \tilde{p}) = \sum_{d=0}^{\tilde{c}} \frac{\tilde{\lambda}^d \cdot e^{-\tilde{\lambda}}}{d!} \quad (3.25)$$

$$P_a(\alpha_{kesme}) = [P_{a_{alt,d,\tilde{\lambda}}}(\alpha_{kesme}), P_{a_{üst,d,\tilde{\lambda}}}(\alpha_{kesme})] \quad (3.26)$$

$$P_{a_{alt,d,\tilde{\lambda}}}(\alpha_{kesme}) = \min \left\{ \sum_{d=0}^c \frac{\lambda^d \cdot e^{-\lambda}}{d!} \mid \lambda \in \lambda(\alpha_{kesme}), n \in n(\alpha_{kesme}), c \in c(\alpha_{kesme}) \right\} \quad (3.27)$$

$$P_{a_{üst,d,\tilde{\lambda}}}(\alpha_{kesme}) = \max \left\{ \sum_{d=0}^c \frac{\lambda^d \cdot e^{-\lambda}}{d!} \mid \lambda \in \lambda(\alpha_{kesme}), n \in n(\alpha_{kesme}), c \in c(\alpha_{kesme}) \right\} \quad (3.28)$$

Kabul olasılıkları hesaplanırken hipergeometrik dağılım kullanılacaksa aşağıdaki formüller gereklidir:

$$\tilde{r} = \tilde{N} \cdot \tilde{p} \quad (3.29)$$

$$\tilde{P}_a = \sum_{d=0}^{\tilde{c}} \frac{\binom{\tilde{r}}{d} \cdot \binom{\tilde{N}-\tilde{r}}{\tilde{n}-d}}{\binom{\tilde{N}}{\tilde{n}}} \quad (3.30)$$

$$P_a(\alpha_{kesme}) = [P_{a_{alt,d,\tilde{r}}}(\alpha_{kesme}), P_{a_{üst,d,\tilde{r}}}(\alpha_{kesme})] \quad (3.31)$$

$$P_{a_{alt,d,\tilde{r}}}(\alpha_{kesme}) = \min \left\{ \sum_{d=0}^c \frac{\binom{r}{d} \cdot \binom{N-r}{n-d}}{\binom{N}{n}} \mid r \in r(\alpha_{kesme}), n \in n(\alpha_{kesme}), N \in N(\alpha_{kesme}), c \in c(\alpha_{kesme}) \right\} \quad (3.32)$$

$$P_{a_{üst,d,\tilde{r}}}(\alpha_{kesme}) = \max \left\{ \sum_{d=0}^c \frac{\binom{r}{d} \cdot \binom{N-r}{n-d}}{\binom{N}{n}} \mid r \in r(\alpha_{kesme}), n \in n(\alpha_{kesme}), N \in N(\alpha_{kesme}), c \in c(\alpha_{kesme}) \right\} \quad (3.33)$$

Ortalama muayene edilecek ürün sayısı hesabı için aşağıdaki formüller gereklidir [32]:

$$\overline{OTM} = n + (1 - \tilde{P}_a) \cdot (\tilde{N} - \tilde{n}) \quad (3.34)$$

$$OTM(\alpha_{kesme}) = [OTM_{alt}(\alpha_{kesme}), OTM_{üst}(\alpha_{kesme})] \quad (3.35)$$

$$OTM_{alt}(\alpha_{kesme}) = \min \{ n + (1 - P_a) \cdot (N - n) \mid p \in p(\alpha_{kesme}), P_a \in P_a(\alpha_{kesme}), n \in n(\alpha_{kesme}), N \in N(\alpha_{kesme}) \} \quad (3.36)$$

$$OTM_{üst}(\alpha_{kesme}) = \max \{ n + (1 - P_a) \cdot (N - n) \mid p \in p(\alpha_{kesme}), P_a \in P_a(\alpha_{kesme}), n \in n(\alpha_{kesme}), N \in N(\alpha_{kesme}) \} \quad (3.37)$$

Çıkan ortalama kalite değerinin hesabı için aşağıdaki formüller gereklidir [32]:

$$\overline{\ÇOK} = \tilde{P}_a \cdot \tilde{p} \quad (3.38)$$

$$\ÇOK(\alpha_{kesme}) = [\ÇOK_{alt}(\alpha_{kesme}), \ÇOK_{üst}(\alpha_{kesme})] \quad (3.39)$$

$$\ÇOK_{alt}(\alpha_{kesme}) = \min \{ P_a \cdot p \mid p \in p(\alpha_{kesme}), P_a \in P_a(\alpha_{kesme}) \} \quad (3.40)$$

$$\ÇOK_{üst}(\alpha_{kesme}) = \max \{ P_a \cdot p \mid p \in p(\alpha_{kesme}), P_a \in P_a(\alpha_{kesme}) \} \quad (3.41)$$

4. KABUL ÖRNEKLEMESİ UYGULAMALARI

Çalışılan tuğla fabrikasında mevcut kabul örnekleme planı olmadığından dolayı çeşitli planlar hazırlanarak en uygun olanlarının önerilmesi amaçlanmıştır.

Örnekleme planları, tuğla fabrikasında üretilen yaklaşık 2 kilogram ağırlığındaki tuğlalar için hazırlanmıştır. Tuğlaların göz önünde tutulan özellikleri ağırlıklarıdır. Fabrika tarafından her bir tuğlanın ideal ağırlığı 2100 gram olarak kabul edilmiştir. Bu ağırlıktan en fazla 90 gram kadar uzaklaşan tuğlalara tolerans gösterilmiştir. Bunun sebebi, 90 gramlık toleransın dışına çıkan tuğlalarda genellikle şekilsel bozukluk, harca yabancı madde karışması, harçta mevcut yağ veya nem oranının aşırı olması, deliklerin aşırı büyük veya küçük olması gibi istenmeyen durumların gözlenmesidir. Dolayısıyla ağırlıkları $2100 \pm 90 = 2010 \leftrightarrow 2190$ gram sınırları dışına çıkan tuğlalar fabrika tarafından kusurlu kabul edilmektedir.

4.1. Tuğlanın Üretim Süreci

Tuğlanın temel malzemesi kırmızı renkli killi topraktır. Kil doğada plastik kıvamında, taşlaşmış şekilde veya öğütülebilecek derecede yumuşak fakat katı halde bulunabilir. Her durumda öncelikle kilin işlenebilmesi için ön hazırlıktan geçirilmesi gereklidir. Kil yabancı maddelerden arıtılıp ardından ufalanarak homojen bir toz haline getirilir. Makine tarafından öğütülmüş kile yavaş yavaş su ve tuğla formülündeki diğer maddeler eklenerek bu karışım ezilir ve bir harç haline gelir. Hazırlanan harç, farklı bir birime aktarılarak karıştırıcı makineler tarafından yoğurulur. Kıvamı gelen harç, dinlendirme biriminde bekletilir. Harcın dinlendirilmesi, tuğlanın dayanıklılık kazanması açısından önemlidir. Dinlenmiş harç aşırı sertleşmeden önce bir sonraki birime aktarılır. Burada daha katı bir kıvam almış harç, makine tarafından kenarları tıraş edilerek uzun bir blok taş haline getirilir. Tıraş edilen parçalar yeniden işlenmek üzere harca tekrar karıştırılır. Uzun blok, makinenin vagonları üzerinde ilerlerken oksitli mineraller içeren bir kum karışımı ile kaplanır. Bu karışım, tuğlanın renk almasında ve dış katmanının oluşumunda yardımcıdır. Blok taş vagon üzerinde ilerlemeye devam ederken, makine taşın dış yüzeyine istenen dokuyu verecek hareketler yapar. Doku kazanan blok taş, vagonun sonraki kısmında ikişer metrelik parçalara bölünür. Her bir parçanın orta kısmına, makine metal iğneler saplar ve tuğla içinde delikler açar. Son olarak her bir blok, dilimleyici birimden geçirilip yatay olarak dilimlere ayrılır ve pişmemiş tuğla olarak vagonun sonuna gelir. Bu kısımda, bölünmüş tuğlaların arası makine tarafından açılır

ve her iki tuğlanın arasına makine bir şişirilebilir yastık yerleştirir. Yastıklara hava verilerek şişirilir ve yastıklar tuğlaları sıkıca kavrayarak tuğlalar makine tarafından kaldırılır. Makine tuğlaları istifli bir şekilde havalandırma birimine aktarır. Makine bu adımda şekli bozuk tuğlaları yakalayarak yeniden işlemeye gönderebilecek kapasitededir. Havalandırma biriminde tuğlaların içindeki suyu buharlaştırmak amacıyla tuğlalar iki gün boyunca kurutulur. Kuruyan tuğlalar ardından pişirme fırınına doğru hareket etmeye başlar. Tuğlalar vagonların üzerine robotlar tarafından düzgün bloklar halinde dizilerek fırına gönderilir. Bu bloklara paket denir. Her vagona altı adet paket vardır. Her bir paket ise istiflenmiş pek çok tuğladan oluşur. Fırımlar "tünel fırın" denilen tiptedir. Bir fırının boyu 200 metreden fazladır. Vagonların da boyu 8 metre, genişliği 4 metre civarındadır. Vagonun üzerine en fazla 4 metre yükseklikte pişmemiş tuğla dizilebilir. Vagon fırının içinde yavaş yavaş hareket etmeye başlar ve 1000 dereceyi geçen sıcaklıkta 24 saat boyunca tuğlalar fırında pişirilir. Fırının diğer ucundan pişmiş ürün çıkarılıp paketler bozulmadan depolanır.

Kalite kontrol yapılırken paketler üst, orta ve alt olarak 3 ayrı grupta incelenir. Böyle yapılmasının sebebi, iyi pişmeyen tuğlaların yerini tespit edebilmektir. Tuğlaları taşıyan vagonlar fırında ilerlerken her paketin üst, orta ve alt bölümlerine, fırının büyüklüğünden dolayı, aynı ısının verilmesinde zaman zaman sorunlar olabilir. Eğer gerektiği gibi pişmeyen yerler varsa ona göre fırında ısı ayarlamaları yapılarak daha sonra tekrar pişecek ürünler için iyileştirmeler yapılır.

4.2. Tek Katlı Örneklem Planları Oluşturma

Uygulamada fabrika tarafından ölçümleri gönderilen boyutu $N = 243$ olan ortalama bir parti analiz edilmiştir. Partideki tuğlaların ağırlıkları 1996 gram ile 2221 gram arasında değişmektedir. Söz konusu partinin 10 adet kusurlu tuğla içerdiği, dolayısıyla $p = 0,04$ kusurlu oranlı ara parti mal olduğu tespit edilmiştir. Partideki ürünlerin ağırlıklarına normallik testi yapılmıştır ve dağılımın normal olduğu görülmüştür. Tek katlı örneklem sırasında partiden $n = 50$ eleman içeren bir örneklemin alınması öngörülmüştür. Örnekleme kabul edilebilen kusurlu ürün sayısı $c = 2$ olarak kabul edilmiştir. O halde

oluşturulan tek katlı kabul örneklem planı matematiksel olarak
$$\begin{bmatrix} N = 243 \\ n = 50 \\ c = 2 \end{bmatrix}$$
 olarak ifade

edilir. Bu parametrelerle farklı dağılımlar kullanılarak 3 ayrı tek katlı kabul örneklem planı oluşturulmuştur.

Örneğin, alınan örneklemin %100 muayenesi sonucunda mevcut kusurlu sayısı $d = 2$ olarak tespit edilirse, son durumda $d \leq c$ koşulu sağlandığı için bu parti kabul edilebilir.

Farklı olasılık dağılımları ele alınarak ve aynı parametreler kullanılarak, her bir dağılım için ayrı birer örnekleme planı oluşturulmuştur ve sonuçlar kıyaslanmıştır.

Tüm planlarda üretici riski $\alpha = 0,05$ ve tüketici riski $\beta = 0,10$ olarak kabul edilmiştir. KKD ve PT oranları bilinmediği için diğer kabul olasılıkları üzerinden interpolasyon aracılığıyla hesaplanarak ortaya konulmuştur.

Her bir kusurlu oranı için ÇOK ve OTM değerleri bulunup ÇOKL değerleri dağılımlar arasında karşılaştırılmıştır.

Kusurlu oranları %10'arlık aralıklarla arttırılarak incelenmiştir. KKD ve PT oranlarının daha isabetli hesaplanması amacıyla 0,015 ve 0,11 kusurlu oranları da işlemlere dahil edilmiştir. Dağılımların verebileceği en yüksek kabul olasılığının yaklaşık olarak ifadesi de 0,001 kusurlu oranı yardımıyla işlem karakteristik eğrisinde gösterilmiştir.

4.2.1. Binom dağılımı ile tek katlı örnekleme planı

Binom dağılımının açılımı olan $P(x) = \binom{n}{x} \cdot p^x \cdot (1-p)^{(n-x)}$ formülünde n yerine 50 değeri, x yerine c 'den küçük ve eşit olan 0, 1, 2 değerleri ve p yerine incelenen her bir kusurlu oranı yerine konulduğunda hesaplanan $P(x)$ değerleri kabul olasılıklarını verecektir.

$P = P(x=0) + P(x=1) + P(x=2) = P(x \leq 2)$ düzeni aracılığıyla her bir x değerine karşılık gelen olasılıklar bulunarak toplandığında ortaya çıkan kabul olasılık değerleri, ÇOK ve OTM değerleriyle beraber Tablo 4.2.1.1.'de gösterilmiştir:

Tablo 4.2.1.1. Binom dağılımlı tek katlı örnekleme planının bulguları

Kusurlu oranı	Kabul olasılığı	ÇOK	OTM
p	P	$P \cdot p$	$n + (1 - P) \cdot (N - n)$
0	1	0	50
0,001	0,9999	0,0009999	50
0,01	0,9862	0,009862	53
0,015	0,9608	0,014412	58
0,016	0,95	0,0152	60
0,02	0,9216	0,018432	65
0,03	0,8108	0,024324	87
0,04	0,6767	0,027068	112
0,05	0,5405	0,027025	139
0,06	0,4162	0,024972	163
0,07	0,3108	0,021756	183
0,08	0,226	0,01808	199
0,09	0,1605	0,014445	212

0,1	0,1117	0,01117	221
0,102	0,1	0,0102	224
0,11	0,0763	0,008393	228

$1 - \alpha = 0,95$ kabul olasılığına denk gelen kusurlu oranı KKD , $\beta = 0,10$ kabul olasılığına karşılık gelen kusurlu oranı ise PT olarak adlandırılıyordu. Bu oranlar bilinmediğinden dolayı kendilerinden bir yüksek ve bir düşük olan satırlardaki değerler dikkate alınarak KKD ve PT değerleri interpolasyon yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\frac{KKD - 0,015}{0,02 - 0,015} = \frac{0,95 - 0,9608}{0,9216 - 0,9608}$$

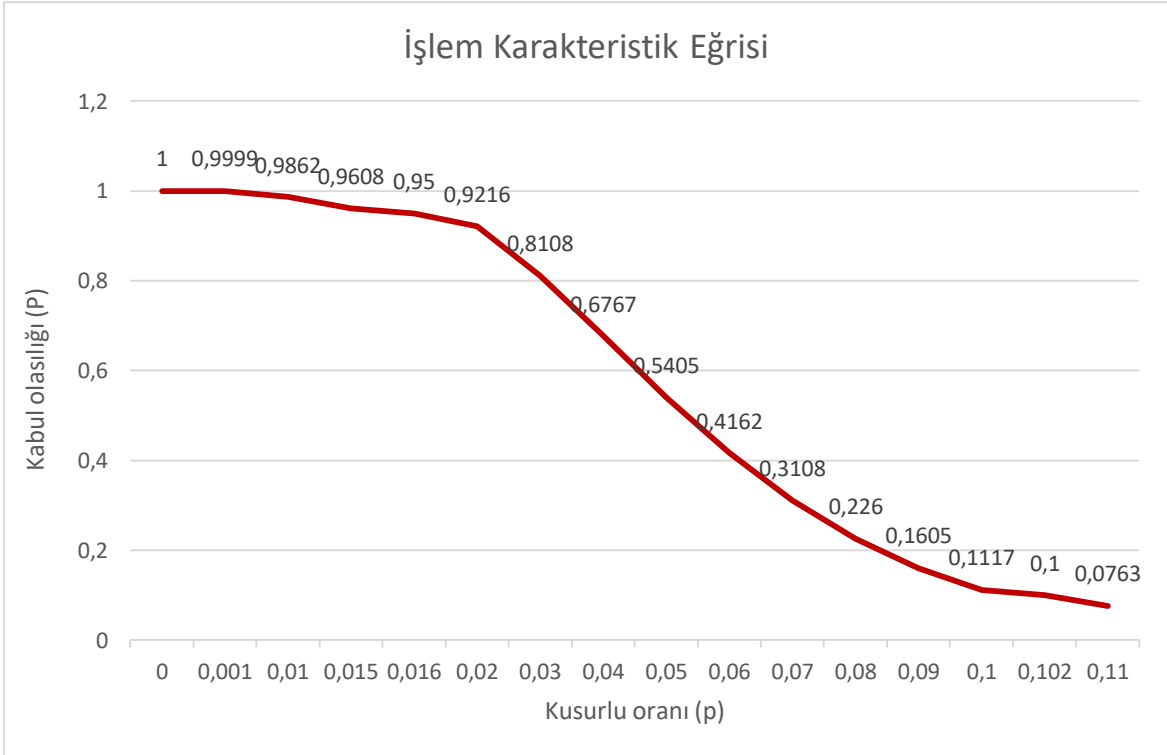
$$KKD = 0,016$$

$$\frac{PT - 0,1}{0,11 - 0,1} = \frac{0,1 - 0,1117}{0,0763 - 0,1117}$$

$$PT = 0,102$$

Tablo 4.2.1.1.'e göre ÇOK 'un maksimum değeri $\text{ÇOKL} = 0,027068$ 'dir.

Kusurlu oranları ve kabul olasılıkları bilindiğine göre, planın işlem karakteristik eğrisi oluşturulabilir.



Şekil 4.2.1.1. Binom dağılımlı tek katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi

Fabrika tarafından temin edilen kusurlu oranı 0,04 olan partinin, bu örnekleme planında %67,67 olasılıkla kabul edileceği ortaya çıkmıştır.

4.2.2. Poisson dağılımı ile tek katlı örnekleme planı

Poisson dağılımının açılımı olan $P(x) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^x}{x!}$ formülündeki λ parametresi kusurlu oranına göre değişir. Her bir kusurlu oranı için $\lambda = n \cdot p$ şeklinde hesaplanmalıdır. x yerine c 'den küçük ve eşit olan 0, 1, 2 değerleri her bir λ ile formülde yerine konulduğunda bulunan $P(x)$ değerleri kabul olasılıklarını verecektir.

Her bir kusurlu oranının $P = P(x \leq 2)$ olasılıkları Poisson dağılımıyla bulunduğu ortaya çıkan kabul olasılık değerleri λ , ÇOK ve OTM değerleriyle beraber Tablo 4.2.2.1.'de gösterilmiştir:

Tablo 4.2.2.1. Poisson dağılımlı tek katlı örnekleme planının bulguları

Kusurlu oranı	λ	Kabul olasılığı	ÇOK	OTM
p	$n \cdot p$	P	$P \cdot p$	$n + (1 - P) \cdot (N - n)$
0	0	1	0	50
0,001	0,05	0,9999	0,0009999	50
0,01	0,5	0,9856	0,009856	53
0,015	0,75	0,9595	0,0143925	58
0,0161	0,805	0,95	0,015295	60
0,02	1	0,9197	0,018394	65
0,03	1,5	0,8088	0,024264	87
0,04	2	0,6767	0,027068	112
0,05	2,5	0,5438	0,02719	138
0,06	3	0,4232	0,025392	161
0,07	3,5	0,3208	0,022456	181
0,08	4	0,2381	0,019048	197
0,09	4,5	0,1736	0,015624	209
0,1	5	0,1247	0,01247	219
0,1068	5,34	0,1	0,01068	224
0,11	5,5	0,0884	0,009724	226

KKD ve PT'nin hesabı aşağıdaki işlemler ile yapılmıştır:

$$\frac{KKD - 0,015}{0,02 - 0,015} = \frac{0,95 - 0,9595}{0,9197 - 0,9595}$$

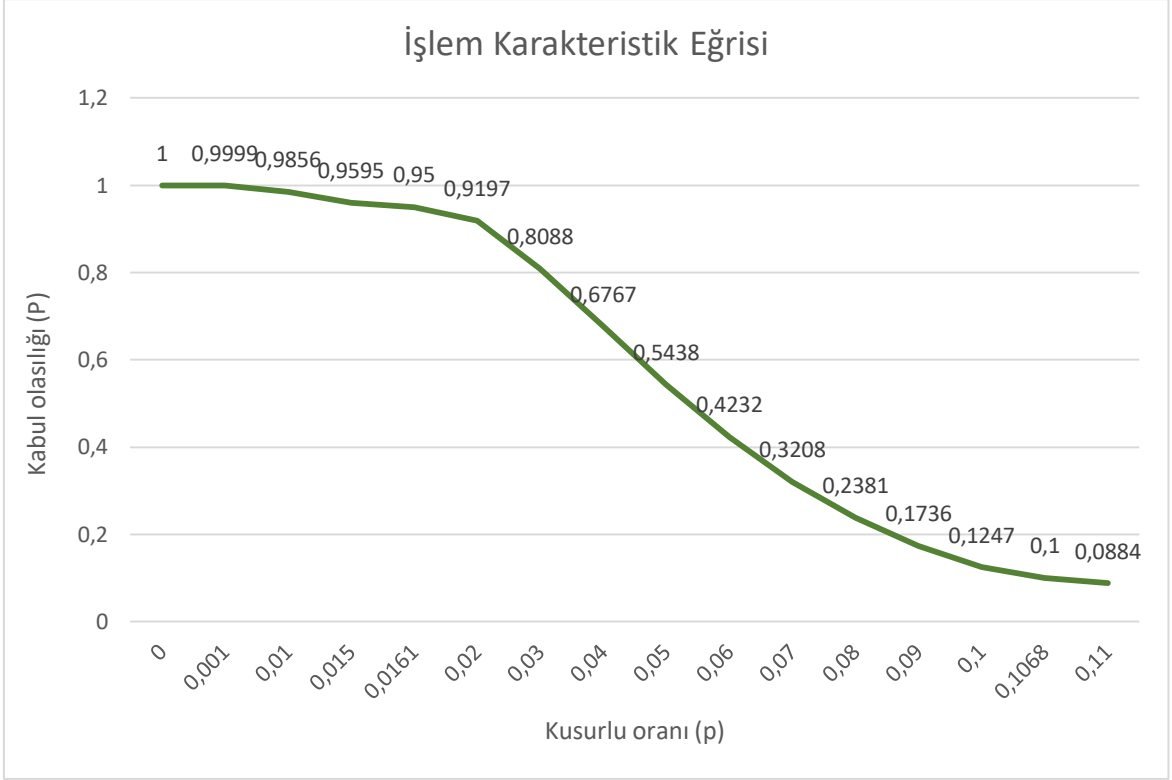
$$KKD = 0,0161$$

$$\frac{PT - 0,1}{0,11 - 0,1} = \frac{0,1 - 0,1247}{0,0884 - 0,1247}$$

$$PT = 0,1068$$

$$\text{ÇOKL} = 0,02719$$

Planın işlem karakteristik eğrisi Şekil 4.2.2.1.'de gösterilmiştir:



Şekil 4.2.2.1. Poisson dağılımlı tek katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi

Fabrika tarafından temin edilen kusurlu oranı 0,04 olan partinin, bu örnekleme planında %67,67 olasılıkla kabul edileceği ortaya çıkmıştır.

4.2.3. Hipergeometrik dağılım ile tek katlı örnekleme planı

Hipergeometrik dağılımın açılımı olan $P(x) = \frac{\binom{r}{x} \cdot \binom{N-r}{n-x}}{\binom{N}{n}}$ formülündeki r parametresi

kusurlu oranına göre değişir. Her bir kusurlu oranı için $r = N \cdot p$ şeklinde hesaplanmalıdır. Tam sayı çıkmayan r değerleri yukarı yuvarlanarak formülde kullanıma uygun hale getirilir. N yerine 243, n yerine 50, x yerine c 'den küçük ve eşit olan 0, 1, 2 değerleri her bir r ile birlikte formülde yerine konulduğunda bulunan $P(x)$ değerleri kabul olasılıklarını verecektir.

Her bir kusurlu oranının $P = P(x \leq 2)$ olasılıkları hipergeometrik dağılımla bulunduğu ortaya çıkan kabul olasılık değerleri r , ÇOK ve OTM değerleriyle beraber Tablo 4.2.3.1.'de gösterilmiştir:

Tablo 4.2.3.1. Hipergeometrik dağılımlı tek katlı örnekleme planının bulguları

Kusurlu oranı	r	Kabul olasılığı	ÇOK	OTM
p	$N \cdot p$	P	$(P \cdot p)$	$n + (1 - P) \cdot (N - n)$
0	0	1	0	50
0,001	1	0,9999	0,0009999	50
0,01	3	0,9917	0,009917	52
0,015	4	0,9717	0,0145755	55
0,0184	5	0,95	0,01748	60
0,02	5	0,9395	0,01879	62
0,03	8	0,8448	0,025344	80
0,04	10	0,6613	0,026452	115
0,05	13	0,536	0,0268	140
0,06	15	0,3699	0,022194	172
0,07	18	0,28	0,0196	189
0,08	20	0,1772	0,014176	209
0,09	22	0,1277	0,011493	218
0,0975	24	0,1	0,00975	224
0,1	25	0,0906	0,00906	226
0,11	27	0,0526	0,005786	233

KKD ve PT'nin hesabı aşağıdaki işlemler ile yapılmıştır:

$$\frac{KKD - 0,015}{0,02 - 0,015} = \frac{0,95 - 0,9717}{0,9395 - 0,9717}$$

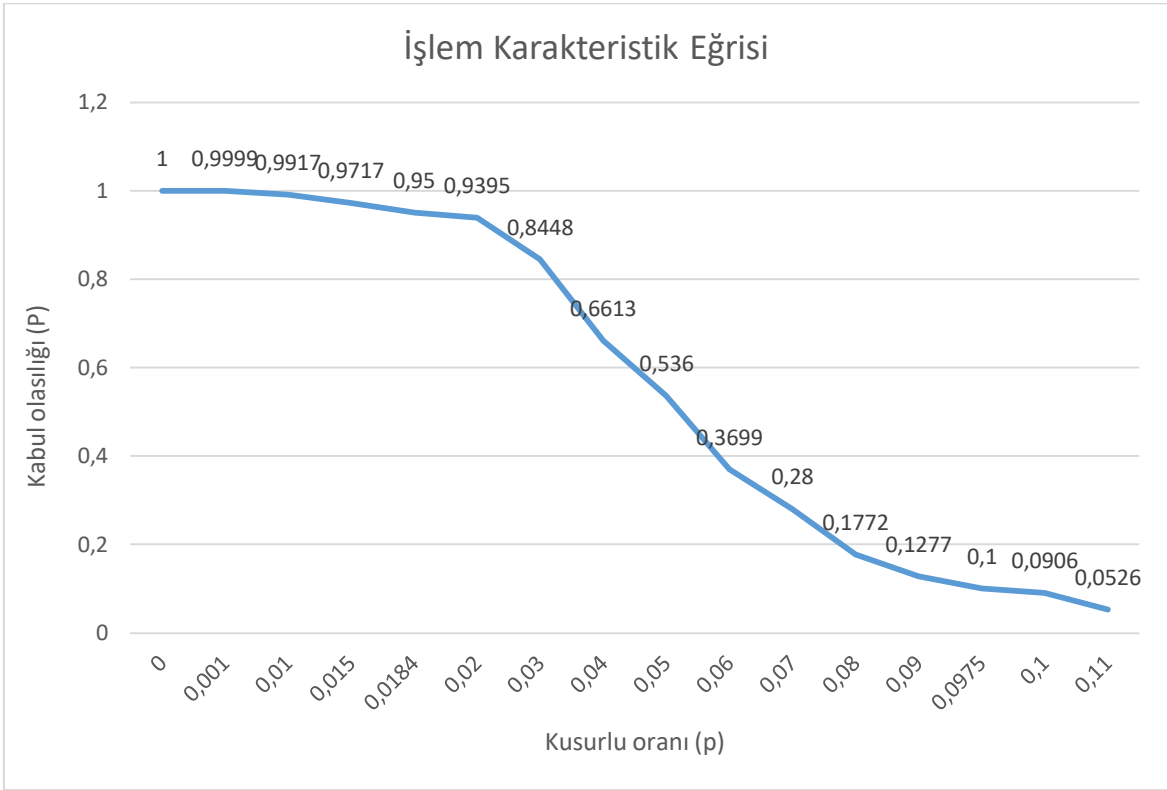
$$KKD = 0,0184$$

$$\frac{PT - 0,09}{0,1 - 0,09} = \frac{0,1 - 0,1277}{0,0906 - 0,1277}$$

$$PT = 0,0975$$

$$\text{ÇOKL} = 0,0268$$

Planın işlem karakteristik eğrisi Şekil 4.2.3.1.'de gösterilmiştir:



Şekil 4.2.3.1. Hipergeometrik dağılımlı tek katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi

Fabrika tarafından temin edilen kusurlu oranı 0,04 olan partinin, bu örnekleme planında %66,13 olasılıkla kabul edileceği ortaya çıkmıştır.

4.3. Çift Katlı Örnekleme Planları Oluşturma

$N = 243$ parti boyutu değiştirilmeden bırakılmıştır. Partiden $n_1 = 30$ ve $n_2 = 60$ boyutlarında iki adet örneklem alınmıştır. İlk örnekleme kusurlu ürüne müsaade edilmezken ($c_1 = 0$) ikinci örnekleme kabul edilebilir kusurlu sayısı $c_2 = 2$ olarak

belirlenmiştir. Bu örnekleme planının matematiksel gösterimi $\begin{bmatrix} N = 243 \\ n_1 = 30 & c_1 = 0 \\ n_2 = 60 & c_2 = 2 \end{bmatrix}$ şeklindedir.

Örneğin, %100 muayene sonucunda incelenen her iki örnekleme 1'er adet kusurlu ürün tespit edilirse, ($d_1 = d_2 = 1$) sadece birinci örneklem ele alındığında $d_1 > c_1$ olduğundan dolayı bu örneklem reddedilecektir. Fakat $c_1 < d_1 \leq c_2$ koşulu sağlandığı için ikinci örnekleme de bakılır. $d_1 + d_2 \leq c_2$ olduğundan dolayı parti kabul edilebilir.

Kabul olasılıklarının hesaplanması $k = c_2 - c_1 + 1$ yani $2 - 0 + 1 = 3$ yoldan yapılabilir.

- 1. yol: $d_1 = 0$
- 2. yol: $d_1 = 1, d_2 \leq 1$
- 3. yol: $d_1 = 2, d_2 = 0$

Farklı olasılık dağılımları ele alınarak ve aynı parametreler kullanılarak, her bir dağılım için ayrı birer örnekleme planı oluşturulmuştur ve sonuçlar kıyaslanmıştır.

Tüm planlarda üretici riski $\alpha=0,05$ ve tüketici riski $\beta=0,10$ olarak kabul edilmiştir. Benzer şekilde KKD ve PT değerleri interpolasyon ile hesaplanmıştır, her bir kusurlu oranı için OTM, ÇOK hesaplamaları yapılarak ÇOKL değerleri belirlenmiştir.

4.3.1. Binom dağılımı ile çift katlı örnekleme planı

Binom dağılımının açılımı olan $P(x) = \binom{n}{x} \cdot p^x \cdot (1-p)^{(n-x)}$ formülünde n yerine birinci örneklem için 30, ikinci örneklem için 60 değerleri, x yerine c_{max} 'tan küçük ve eşit olan 0, 1, 2 değerleri ve p yerine incelenen her bir kusurlu oranı sırayla yerine konulduğunda hesaplanan $P(x)$ değerleri kabul olasılıklarını verecektir. Bir kusurlu oranına ilişkin kabul olasılığını elde edebilmek için her üç yolun meydana gelme olasılıkları hesaplanıp toplanır.

Bu durumda kabul olasılığının ifadesi:

$$P = P(d_1 = 0) + P(d_1 = 1) \cdot P(d_2 \leq 1) + P(d_1 = 2) \cdot P(d_2 = 0)$$

şeklinde olacaktır. Kabul olasılıkları Tablo 4.3.1.1.'de hesaplanmıştır:

Tablo 4.3.1.1. Binom dağılımına göre kabul olasılıklarının hesabı

Kusurlu oranı	$P(d_1 = 0)$	$P(d_1 = 1) \cdot P(d_2 \leq 1)$	$P(d_1 = 2) \cdot P(d_2 = 0)$	Kabul olasılığı
p	P_1	$P_2 = P(d_1 = 1) \cdot P(d_2 \leq 1) + P(d_1 = 2) \cdot P(d_2 = 0)$		$P = (P_1 + P_2)$
0	1	0	0	1
0,001	0,970430967	0,029092442	0,000398338	0,999921748
0,01	0,739700373	0,196976993	0,017963311	0,954640677
0,01033	0,732339011	0,200013891	0,018614252	0,950967154
0,015	0,635458093	0,224342808	0,025885709	0,88568661
0,02	0,545484319	0,22105605	0,029406539	0,795946908
0,03	0,401007069	0,170857833	0,026831465	0,598696366
0,04	0,293857643	0,111016883	0,019163629	0,424038155
0,05	0,214638764	0,064918073	0,011915343	0,291472179
0,06	0,156255606	0,035284135	0,006761497	0,198301238
0,07	0,113367471	0,018148308	0,003590747	0,135106525
0,07829	0,086662054	0,010110984	0,002042679	0,098815718
0,08	0,081966204	0,00893174	0,001811332	0,092709276
0,09	0,059052973	0,004236777	0,000876227	0,064165978
0,1	0,042391158	0,001946754	0,000409101	0,044747013
0,11	0,030317976	0,000869594	0,00018518	0,03137275

Ortaya çıkan kabul olasılık değerleri, ilgili kusurlu oranları, ÇOK ve OTM değerleriyle beraber Tablo 4.3.1.2.'de gösterilmiştir. OTM hesabında $P_1 = P(d_1 = 0)$ ve $P_2 = P(d_1 = 1) \cdot P(d_2 \leq 1) + P(d_1 = 2) \cdot P(d_2 = 0)$ olacaktır.

Tablo 4.3.1.2. Binom dağılımlı çift katlı örnekleme planının bulguları

Kusurlu oranı	Kabul olasılığı	ÇOK	OTM
p	P	$p \cdot (1 - \frac{OTM}{N})$	$n_1 \cdot P_1 + (n_1 + n_2) \cdot P_2 + N \cdot (1 - P)$
0	1	0	30
0,001	0,999921748	0,000868313	32
0,01	0,954640677	0,00781893	53
0,01033	0,95	0,008034444	54
0,015	0,88568661	0,010740741	69
0,02	0,795946908	0,012757202	88
0,03	0,598696366	0,014320988	127
0,04	0,424038155	0,013662551	160
0,05	0,291472179	0,011728395	186
0,06	0,198301238	0,009876543	203
0,07	0,135106525	0,007777778	216
0,07829	0,1	0,006765802	222
0,08	0,092709276	0,006584362	223
0,09	0,064165978	0,005185185	229
0,1	0,044747013	0,004115226	233
0,11	0,03137275	0,003168724	236

KKD ve PT'nin hesabı aşağıdaki işlemler ile yapılmıştır:

$$\frac{KKD - 0,01}{0,15 - 0,01} = \frac{0,95 - 0,954640677}{0,88568661 - 0,954640677}$$

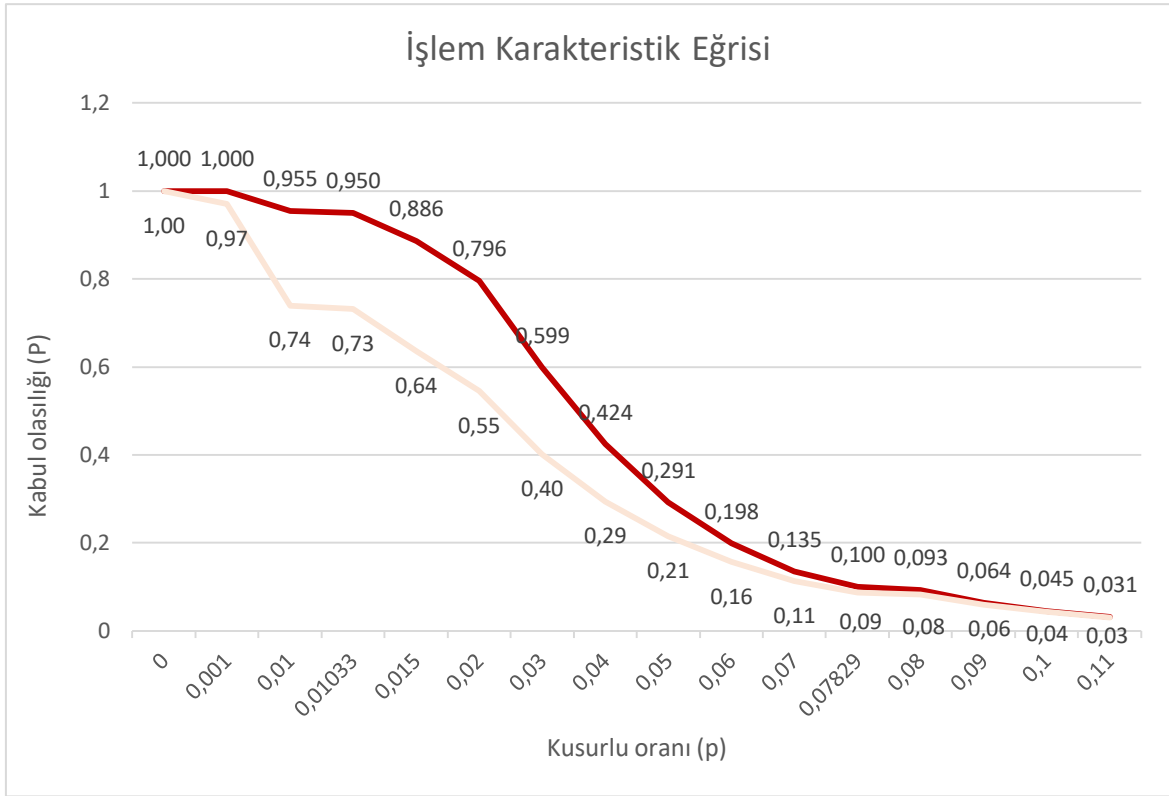
$$KKD = 0,01033$$

$$\frac{PT - 0,7}{0,8 - 0,7} = \frac{0,1 - 0,135106525}{0,092709276 - 0,135106525}$$

$$PT = 0,07829$$

$$\text{ÇOKL} = 0,014320988$$

Çift katlı örnekleme planlarında her iki örnekleme ait birer eğri mevcuttur. Planın işlem karakteristik eğrisi Şekil 4.3.1.1.'de gösterilmiştir:



Şekil 4.3.1.1. Binom dağılımlı çift katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi

Fabrika tarafından temin edilen kusurlu oranı 0,04 olan partinin, bu örnekleme planında %42,4 olasılıkla kabul edileceği ortaya çıkmıştır.

4.3.2. Poisson dağılımı ile çift katlı örnekleme planı

Poisson dağılımının açılımı olan $P(x) = \frac{e^{-x} \cdot \lambda^x}{x!}$ formülünde, her bir örneklem için ayrı λ parametreleri kullanılmalıdır. n_1 örnekleme için $\lambda_1 = n_1 \cdot p$ ve n_2 örnekleme için $\lambda_2 = n_2 \cdot p$ olacaktır. x yerine c_{max} 'tan küçük ve eşit olan 0, 1, 2 değerleri λ_1 ve λ_2 ile ayrı ayrı formülde yerlerine konulduğunda bulunan $P(x)$ değerleri kabul olasılıklarını verecektir. Kabul olasılıkları Tablo 4.3.2.1.'de hesaplanmıştır:

Tablo 4.3.2.1. Poisson dağılımına göre kabul olasılıklarının hesabı

Kusurlu oranı	$P(d_1 = 0)$	$P(d_1 = 1) \cdot P(d_2 \leq 1)$	$P(d_1 = 2) \cdot P(d_2 = 0)$	Kabul olasılığı
p	P_1	$P_2 = P(d_1 = 1) \cdot P(d_2 \leq 1) + P(d_1 = 2) \cdot P(d_2 = 0)$		$P = (P_1 + P_2)$
0	1	0	0	1
0,001	0,97045	0,02905964	0,000414374	0,999924014
0,01	0,74082	0,195157725	0,018297325	0,95427505
0,01031	0,73396	0,197939099	0,018913757	0,95
0,015	0,63763	0,221647686	0,026248159	0,885525846
0,02	0,54881	0,218197433	0,02975456	0,796761993
0,03	0,40657	0,169357784	0,027218298	0,603146082
0,04	0,30119	0,111479469	0,019673539	0,432343008

0,05	0,22313	0,066655505	0,012498286	0,302283791
0,06	0,1653	0,037397803	0,00731575	0,210013552
0,07	0,12246	0,020053337	0,0040503	0,146563637
0,08	0,09072	0,010391776	0,002150252	0,103262028
0,0811	0,08777	0,009650325	0,002000383	0,1
0,09	0,06721	0,00524572	0,001107219	0,073562939
0,1	0,04979	0,002591396	0,000555619	0,052937015
0,11	0,03688	0,001258481	0,000273129	0,03841161

Ortaya çıkan kabul olasılık değerleri, ilgili kusurlu oranları, ÇOK ve OTM değerleriyle beraber Tablo 4.3.2.2.'de gösterilmiştir:

Tablo 4.3.2.2. Poisson dağılımlı çift katlı örnekleme planının bulguları

Kusurlu oranı	λ_1	λ_2	Kabul olasılığı	ÇOK	OTM
p	$n_1 \cdot p$	$n_2 \cdot p$	P	$p \cdot (1 - \frac{OTM}{N})$	$n_1 \cdot P_1 + (n_1 + n_2) \cdot P_2 + N \cdot (1 - P)$
0	0	0	1	0	30
0,001	0,03	0,06	0,999924014	0,000868313	32
0,01	0,3	0,6	0,95427505	0,00781893	53
0,01031	0,3093	0,6186	0,95	0,008018889	54
0,015	0,45	0,9	0,885525846	0,010740741	69
0,02	0,6	1,2	0,796761993	0,012757202	88
0,03	0,9	1,8	0,603146082	0,014444444	126
0,04	1,2	2,4	0,432343008	0,01382716	159
0,05	1,5	3	0,302283791	0,012345679	183
0,06	1,8	3,6	0,210013552	0,01037037	201
0,07	2,1	4,2	0,146563637	0,008641975	213
0,08	2,4	4,8	0,103262028	0,00691358	222
0,0811	2,433	4,866	0,1	0,007008642	222
0,09	2,7	5,4	0,073562939	0,005555556	228
0,1	3	6	0,052937015	0,004526749	232
0,11	3,3	6,6	0,03841161	0,003621399	235

KKD ve PT'nin hesabı aşağıdaki işlemler ile yapılmıştır:

$$\frac{KKD - 0,01}{0,015 - 0,01} = \frac{0,95 - 0,95427505}{0,885525846 - 0,95427505}$$

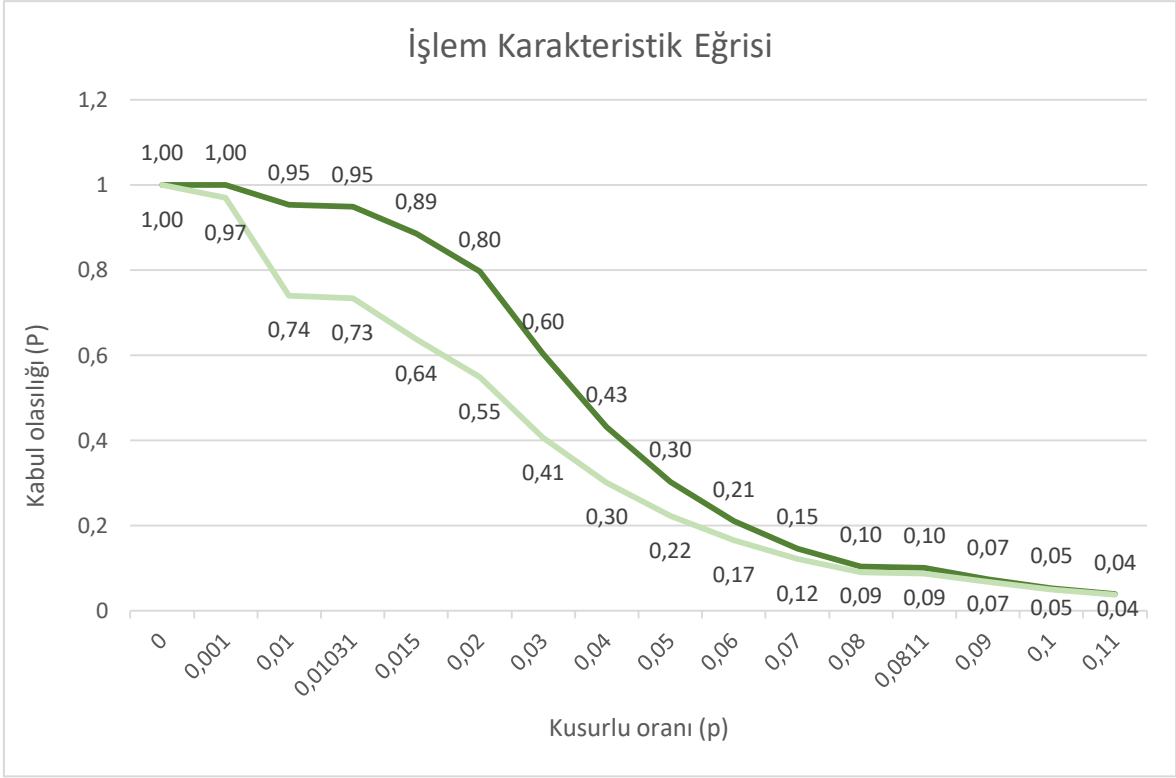
$$KKD = 0,01031$$

$$\frac{PT - 0,1}{0,11 - 0,1} = \frac{0,1 - 0,01117}{0,0763 - 0,01117}$$

$$PT = 0,0811$$

$$\text{ÇOKL} = 0,014444444$$

Planın işlem karakteristik eğrisi Şekil 4.3.2.1.'de gösterilmiştir:



Şekil 4.3.2.1. Poisson dağılımlı çift katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi

Fabrika tarafından temin edilen kusurlu oranı 0,04 olan partinin, bu örnekleme planında %43,23 olasılıkla kabul edileceği ortaya çıkmıştır.

4.3.3. Hipergeometrik dağılım ile çift katlı örnekleme planı

Hipergeometrik dağılımın açılımı olan $P(x) = \frac{\binom{r}{x} \cdot \binom{N-r}{n-x}}{\binom{N}{n}}$ formülündeki r parametresi her bir kusurlu oranı için $r = N \cdot p$ şeklinde hesaplanmalıdır. Örneklem sayısı ikiye çıktığında r parametre sayısı değişmez. Tam sayı çıkmayan r değerleri yukarı yuvarlanarak formülde kullanıma uygun hale getirilir. Fakat farklı örneklemlerin olasılıkları, formülde $n_1 = 60$ ve $n_2 = 30$ olacak şekilde yerine konularak ayrı ayrı iki durumda hesaplanmalıdır. N yerine 243, x yerine c 'den küçük ve eşit olan 0, 1, 2 değerleri her bir r ile birlikte formülde yerine konulduğunda bulunan $P(x)$ değerleri kabul olasılıklarını verecektir.

Kabul olasılıkları Tablo 4.3.3.1.'de hesaplanmıştır:

Tablo 4.3.3.1. Hipergeometrik dağılıma göre kabul olasılıklarının hesabı

Kusurlu oranı	$P(d_1 = 0)$	$P(d_1 = 1) \cdot P(d_2 \leq 1)$	$P(d_1 = 2) \cdot P(d_2 = 0)$	Kabul olasılığı
p	P_1	$P_2 = P(d_1 = 1) \cdot P(d_2 \leq 1) + P(d_1 = 2) \cdot P(d_2 = 0)$		$P = P_1 + P_2$
0	1	0	0	1
0,001	0,87654321	0,12345679	0	1
0,01	0,767880828	0,20424226	0,008379121	0,980502209
0,01128	0,672294003	0,243282174	0,016685676	0,95
0,015	0,588257253	0,250224403	0,02210852	0,860590176
0,02	0,51441743	0,236059724	0,024363973	0,774841127
0,03	0,392666682	0,179316724	0,022236972	0,594220378
0,04	0,260663114	0,09397522	0,013448637	0,368086971
0,05	0,197734787	0,055443704	0,008400023	0,261578514
0,06	0,13001304	0,022781137	0,003655531	0,156449708
0,07	0,097984555	0,011972888	0,001973729	0,111931172
0,0738	0,084977756	0,008571477	0,001428882	0,1
0,08	0,073647388	0,006090155	0,001025383	0,080762926
0,09	0,047743226	0,002097164	0,000361684	0,050202074
0,1	0,035635575	0,000999398	0,000174502	0,036809475
0,11	0,022855182	0,000315708	5,59346E-05	0,023226824

Ortaya çıkan kabul olasılık değerleri, ilgili kusurlu oranları, ÇOK ve OTM değerleriyle beraber Tablo 4.3.3.2.'de gösterilmiştir:

Tablo 4.3.3.2. Hipergeometrik dağılımlı çift katlı örnekleme planının bulguları

Kusurlu oranı	r	Kabul olasılığı	ÇOK	OTM
p	$n \cdot P$	P	$p \cdot (1 - \frac{OTM}{N})$	$n_1 \cdot P_1 + (n_1 + n_2) \cdot P_2 + N \cdot (1 - P)$
0	0	1	0	30
0,001	1	1	0,000847737	37
0,01	2	0,980502209	0,008065844	47
0,01128	3	0,95	0,008680494	56
0,015	4	0,860590176	0,010308642	76
0,02	5	0,774841127	0,012263374	94
0,03	7	0,594220378	0,014074074	129
0,04	10	0,368086971	0,011851852	171
0,05	12	0,261578514	0,010699588	191
0,06	15	0,156449708	0,007901235	211
0,07	17	0,111931172	0,006625514	220
0,0738	18	0,1	0,006377778	222
0,08	19	0,080762926	0,005596708	226
0,09	22	0,050202074	0,004074074	232
0,1	24	0,036809475	0,003292181	235
0,11	27	0,023226824	0,002263374	238

KKD ve PT'nin hesabı aşağıdaki işlemler ile yapılmıştır:

$$\frac{KKD - 0,01}{0,015 - 0,01} = \frac{0,95 - 0,980502209}{0,860590176 - 0,980502209}$$

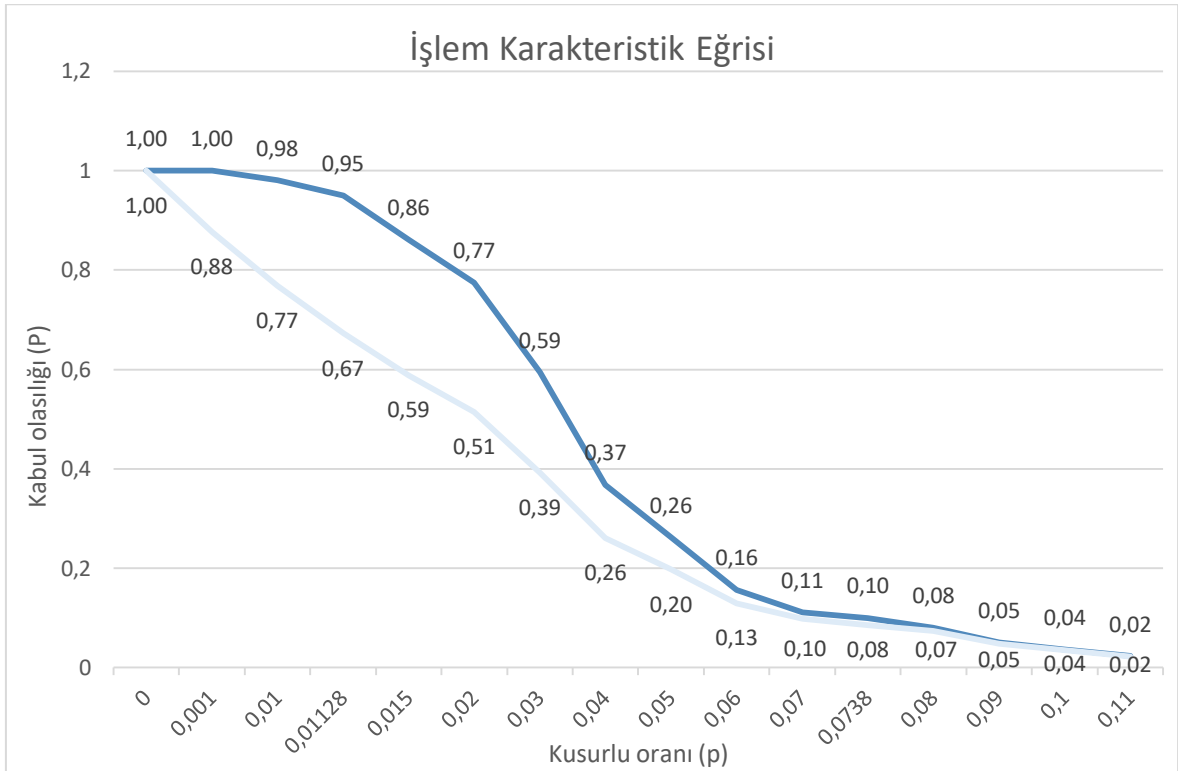
$$KKD = 0,01128$$

$$\frac{PT - 0,07}{0,08 - 0,07} = \frac{0,1 - 0,111931172}{0,080762926 - 0,111931172}$$

$$PT = 0,0738$$

$$\text{ÇOKL} = 0,014074074$$

Planın işlem karakteristik eğrisi Şekil 4.3.3.1.'de gösterilmiştir:



Şekil 4.3.3.1. Hipergeometrik dağılımlı çift katlı örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi

Fabrika tarafından temin edilen kusurlu oranı 0,04 olan partinin, bu örnekleme planında %36,8 olasılıkla kabul edileceği ortaya çıkmıştır.

4.4. Bulanık Tek Katlı Örnekleme Planları Oluşturma

Oluşturulacak tek katlı bulanık örnekleme planlarında üretici ve tüketici riskleri $\alpha = 0,50$ ve $\beta = 0,10$ değerleri değiştirilmemiştir. Örneklem büyüklüğü $n = 50$, parti büyüklüğü $N = 243$ ve kabul edilebilir kusurlu sayısı $c = 2$ değerleri net olarak bilinmektedir.

Örnekleme planında kullanılacak p kusurlu oranları bulanıklaştırılmıştır. Bu durumda her p kusurlu oranı değeri için alt ve üst sınırlar oluşacaktır. Kullanılacak kesme katsayıları α_{kesme} 0 ile 1 arasında ondalıklı artan değerlerden oluşmaktadır. $\alpha_{kesme} = \{0,1, 0,2, 0,3, \dots, 1\}$

Bulanık kusurlu oranları $\tilde{p}_a = TFN(p_1, p_2, p_3)$ olarak ifade edilirse, p_1 alt sınırı, p_2 bulanıklaşan değeri, p_3 üst sınırı ifade eder. Kusurlu oranlarının kesmelerinin hesaplanmasında:

$$p_a(\alpha_{kesme}) = \{p_1 + (p_2 - p_1) \cdot \alpha_{kesme}, p_3 + (p_2 - p_3) \cdot \alpha_{kesme}\} \quad (4.1)$$

formülünden faydalanılır [32].

Örneğin bulanıklaşan kusurlu oranı $p_2 = 0,4$ ise kendinden önceki ve sonraki değerler $p_1 = 0,3$ ve $p_3 = 0,5$ olacaktır. Bu durumda aranan kesme değerleri $\alpha_{kesme} = 0,1$ 'lik kesme katsayısı için:

$$p_{0,4}(0,1) = \{0,3 + (0,4 - 0,3) \cdot 0,1, 0,5 + (0,4 - 0,5) \cdot 0,1\}$$

$$p_{0,4}(0,1) = \{0,031, 0,049\} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Elde edilen kesme değerleri ile bulanıklaştırılmış \tilde{P} , $\widetilde{\text{ÇOK}}$ ve $\widetilde{\text{OTM}}$ değerleri hesaplanabilir. Bu işlemler tüm kusurlu oranları için her bir α_{kesme} değeri ile binom, Poisson ve hipergeometrik dağılımlarla tekrarlanmıştır ve bulanık tek katlı örnekleme planları oluşturulmuştur.

4.4.1. Binom dağılımı ile bulanık tek katlı örnekleme planı

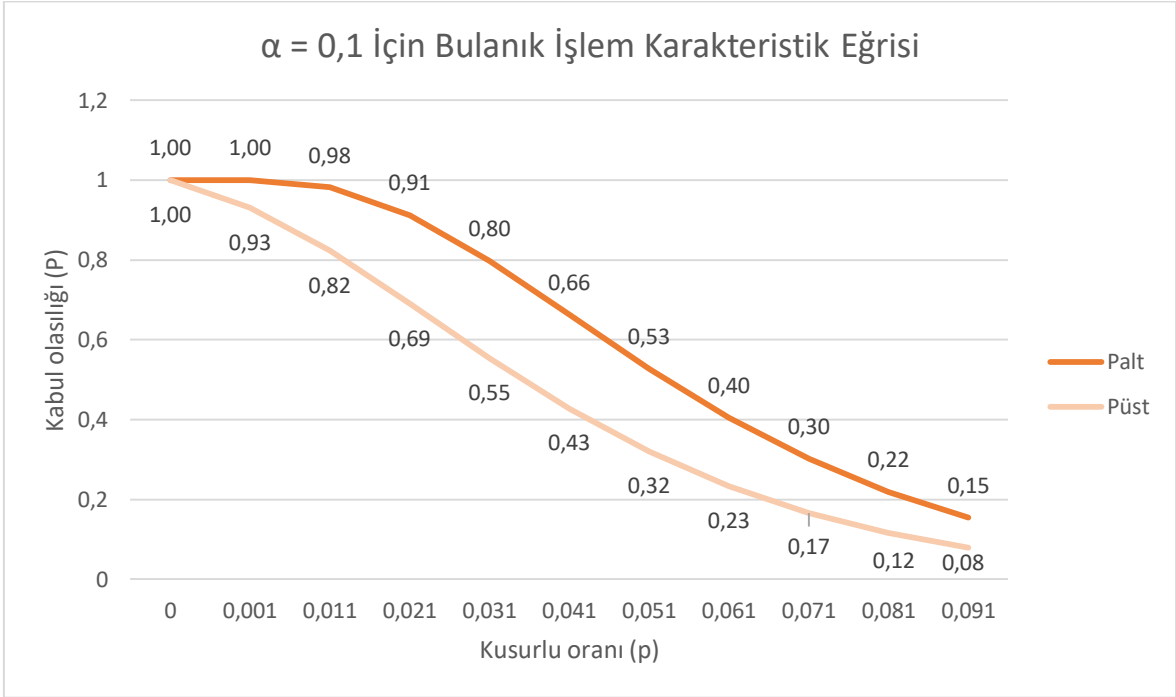
Uygulamada sadece kusurlu oranları bulanıklaştığından dolayı binom dağılımında kesme değerlerinin p yerine konularak her kusurlu oranı için bir çift hesaplama yapılması gerekir. Geçerli her c değeri kullanılarak bulunan kabul olasılıkları hem alt, hem üst kesme değerleri için hesaplanıp toplanarak $P_a(\alpha_{kesme}) = [P_{a_{alt}}(\alpha_{kesme}), P_{a_{üst}}(\alpha_{kesme})]$ değerleri her bir α_{kesme} için elde edilmelidir. Bulanıklaştırılmış kabul olasılıkları bilindikten sonra, bulanık ÇOK ve OTM hesaplamaları $OTM(\alpha_{kesme}) = [OTM_{alt}(\alpha_{kesme}), OTM_{üst}(\alpha_{kesme})]$ $\text{ÇOK}(\alpha_{kesme}) = [\text{ÇOK}_{alt}(\alpha_{kesme}), \text{ÇOK}_{üst}(\alpha_{kesme})]$ şeklinde ifade edilir. Tablo 4.4.1.1.'de hesaplanan bulanık kabul olasılıkları, ÇOK ve OTM değerleri ile beraber gösterilmiştir:

Tablo 4.4.1.1. Binom dağılımlı bulanık tek katlı örnekleme planının bulguları

p	α_{kesme}	\tilde{p}		\tilde{P}		$\widehat{ÇOK}$		\widehat{OTM}	
		p_{alt}	$p_{üst}$	P_{alt}	$P_{üst}$	$ÇOK_{alt}$	$ÇOK_{üst}$	OTM_{alt}	$OTM_{üst}$
0,01	0,1	0,001	0,019	0,999981078	0,930432412	0,000999981	0,017678216	50	63
	0,2	0,002	0,018	0,999853858	0,938798532	0,001999708	0,016898374	50	62
	0,3	0,003	0,017	0,999523786	0,946651694	0,002998571	0,016093079	50	60
	0,4	0,004	0,016	0,99891008	0,953974948	0,00399564	0,015263599	50	59
	0,5	0,005	0,015	0,997944456	0,960753667	0,004989722	0,014411305	50	58
	0,6	0,006	0,014	0,996569966	0,966975943	0,00597942	0,013537663	51	56
	0,7	0,007	0,013	0,994739915	0,972633011	0,006963179	0,012644229	51	55
	0,8	0,008	0,012	0,992416856	0,977719726	0,007939335	0,011732637	51	54
	0,9	0,009	0,011	0,989571674	0,982235073	0,008906145	0,010804586	52	53
	1	0,01	0,01	0,986182729	0,986182729	0,009861827	0,009861827	53	53
0,02	0,1	0,011	0,029	0,982235073	0,823323026	0,010804586	0,023876368	53	84
	0,2	0,012	0,028	0,977719726	0,835592954	0,011732637	0,023396603	54	82
	0,3	0,013	0,027	0,972633011	0,847582877	0,012644229	0,022884738	55	79
	0,4	0,014	0,026	0,966975943	0,859267641	0,013537663	0,022340959	56	77
	0,5	0,015	0,025	0,960753667	0,870622044	0,014411305	0,021765551	58	75
	0,6	0,016	0,024	0,953974948	0,881620973	0,015263599	0,021158903	59	73
	0,7	0,017	0,023	0,946651694	0,892239567	0,016093079	0,02052151	60	71
	0,8	0,018	0,022	0,938798532	0,902453385	0,016898374	0,019853974	62	69
	0,9	0,019	0,021	0,930432412	0,912238608	0,017678216	0,019157011	63	67
	1	0,02	0,02	0,921572252	0,921572252	0,018431445	0,018431445	65	65
0,03	0,1	0,021	0,039	0,912238608	0,690515425	0,019157011	0,026930102	67	110
	0,2	0,022	0,038	0,902453385	0,704284038	0,019853974	0,026762793	69	107
	0,3	0,023	0,037	0,892239567	0,718000694	0,02052151	0,026566026	71	104
	0,4	0,024	0,036	0,881620973	0,731645471	0,021158903	0,026339237	73	102
	0,5	0,025	0,035	0,870622044	0,745197688	0,021765551	0,026081919	75	99
	0,6	0,026	0,034	0,859267641	0,758635941	0,022340959	0,025793622	77	97
	0,7	0,027	0,033	0,847582877	0,771938137	0,022884738	0,025473959	79	94
	0,8	0,028	0,032	0,835592954	0,785081536	0,023396603	0,025122609	82	91
	0,9	0,029	0,031	0,823323026	0,798042804	0,023876368	0,024739327	84	89
	1	0,03	0,03	0,810798075	0,810798075	0,024323942	0,024323942	87	87
0,04	0,1	0,031	0,049	0,798042804	0,553786397	0,024739327	0,027135533	89	136
	0,2	0,032	0,048	0,785081536	0,567154166	0,025122609	0,0272234	91	134
	0,3	0,033	0,047	0,771938137	0,580625257	0,025473959	0,027289387	94	131
	0,4	0,034	0,046	0,758635941	0,594187736	0,025793622	0,027332636	97	128
	0,5	0,035	0,045	0,745197688	0,607828888	0,026081919	0,0273523	99	126
	0,6	0,036	0,044	0,731645471	0,62153521	0,026339237	0,027347549	102	123
	0,7	0,037	0,043	0,718000694	0,635292401	0,026566026	0,027317573	104	120
	0,8	0,038	0,042	0,704284038	0,649085349	0,026762793	0,027261585	107	118
	0,9	0,039	0,041	0,690515425	0,662898129	0,026930102	0,027178823	110	115
	1	0,04	0,04	0,676714004	0,676714004	0,02706856	0,02706856	112	112
0,05	0,1	0,041	0,059	0,662898129	0,427894932	0,027178823	0,025245801	115	160
	0,2	0,042	0,058	0,649085349	0,439731812	0,027261585	0,025504445	118	158
	0,3	0,043	0,057	0,635292401	0,451752494	0,027317573	0,025749892	120	156
	0,4	0,044	0,056	0,62153521	0,463951802	0,027347549	0,025981301	123	153
	0,5	0,045	0,055	0,607828888	0,476323982	0,0273523	0,026197819	126	151
	0,6	0,046	0,054	0,594187736	0,488862676	0,027332636	0,026398585	128	149
	0,7	0,047	0,053	0,580625257	0,501560903	0,027289387	0,026582728	131	146
	0,8	0,048	0,052	0,567154166	0,514411033	0,0272234	0,026749374	134	144
	0,9	0,049	0,051	0,553786397	0,527404769	0,027135533	0,026897643	136	141
	1	0,05	0,05	0,540533123	0,540533123	0,027026656	0,027026656	139	139
0,06	0,1	0,051	0,069	0,527404769	0,320405055	0,026897643	0,022107949	141	181
	0,2	0,052	0,068	0,514411033	0,330230502	0,026749374	0,022455674	144	179

	0,3	0,053	0,067	0,501560903	0,340264621	0,026582728	0,02279773	146	177
	0,4	0,054	0,066	0,488862676	0,350506793	0,026398585	0,023133448	149	175
	0,5	0,055	0,065	0,476323982	0,360956039	0,026197819	0,023462143	151	173
	0,6	0,056	0,064	0,463951802	0,371611003	0,025981301	0,023783104	153	171
	0,7	0,057	0,063	0,451752494	0,382469929	0,025749892	0,024095606	156	169
	0,8	0,058	0,062	0,439731812	0,393530641	0,025504445	0,0243989	158	167
	0,9	0,059	0,061	0,427894932	0,404790517	0,025245801	0,024692222	160	165
	1	0,06	0,06	0,416246472	0,416246472	0,024974788	0,024974788	163	163
0,07	0,1	0,061	0,079	0,404790517	0,233546705	0,024692222	0,01845019	165	198
	0,2	0,062	0,078	0,393530641	0,241316374	0,0243989	0,018822677	167	196
	0,3	0,063	0,077	0,382469929	0,249285391	0,024095606	0,019194975	169	195
	0,4	0,064	0,076	0,371611003	0,257455699	0,023783104	0,019566633	171	193
	0,5	0,065	0,075	0,360956039	0,265829056	0,023462143	0,019937179	173	192
	0,6	0,066	0,074	0,350506793	0,274407028	0,023133448	0,02030612	175	190
	0,7	0,067	0,073	0,340264621	0,283190965	0,02279773	0,02067294	177	188
	0,8	0,068	0,072	0,330230502	0,292181992	0,022455674	0,021037103	179	187
	0,9	0,069	0,071	0,320405055	0,301380985	0,022107949	0,02139805	181	185
	1	0,07	0,07	0,310788561	0,310788561	0,021755199	0,021755199	183	183
0,08	0,1	0,071	0,089	0,301380985	0,166284181	0,02139805	0,014799292	185	211
	0,2	0,072	0,088	0,292181992	0,172197578	0,021037103	0,015153387	187	210
	0,3	0,073	0,087	0,283190965	0,178283797	0,02067294	0,01551069	188	209
	0,4	0,074	0,086	0,274407028	0,184545899	0,02030612	0,015870947	190	207
	0,5	0,075	0,085	0,265829056	0,190986882	0,019937179	0,016233885	192	206
	0,6	0,076	0,084	0,257455699	0,19760967	0,019566633	0,016599212	193	205
	0,7	0,077	0,083	0,249285391	0,204417108	0,019194975	0,01696662	195	204
	0,8	0,078	0,082	0,241316374	0,211411943	0,018822677	0,017335779	196	202
	0,9	0,079	0,081	0,233546705	0,218596822	0,01845019	0,017706343	198	201
	1	0,08	0,08	0,225974275	0,225974275	0,018077942	0,018077942	199	199
0,09	0,1	0,081	0,099	0,218596822	0,115953225	0,017706343	0,011479369	201	221
	0,2	0,082	0,098	0,211411943	0,120314894	0,017335779	0,01179086	202	220
	0,3	0,083	0,097	0,204417108	0,124817031	0,01696662	0,012107252	204	219
	0,4	0,084	0,096	0,19760967	0,129462912	0,016599212	0,01242844	205	218
	0,5	0,085	0,095	0,190986882	0,134255822	0,016233885	0,012754303	206	217
	0,6	0,086	0,094	0,184545899	0,139199047	0,015870947	0,01308471	207	216
	0,7	0,087	0,093	0,178283797	0,144295865	0,01551069	0,013419515	209	215
	0,8	0,088	0,092	0,172197578	0,149549547	0,015153387	0,013758558	210	214
	0,9	0,089	0,091	0,166284181	0,154963346	0,014799292	0,014101664	211	213
	1	0,09	0,09	0,160540491	0,160540491	0,014448644	0,014448644	212	212
0,1	0,1	0,091	0,109	0,154963346	0,079353915	0,014101664	0,008649577	213	228
	0,2	0,092	0,108	0,149549547	0,082486892	0,013758558	0,008908584	214	227
	0,3	0,093	0,107	0,144295865	0,085728777	0,013419515	0,009172979	215	226
	0,4	0,094	0,106	0,139199047	0,089082577	0,01308471	0,009442753	216	226
	0,5	0,095	0,105	0,134255822	0,09255134	0,012754303	0,009717891	217	225
	0,6	0,096	0,104	0,129462912	0,09613815	0,01242844	0,009998368	218	224
	0,7	0,097	0,103	0,124817031	0,099846129	0,012107252	0,010284151	219	224
	0,8	0,098	0,102	0,120314894	0,103678429	0,01179086	0,0105752	220	223
	0,9	0,099	0,101	0,115953225	0,107638235	0,011479369	0,010871462	221	222
	1	0,1	0,1	0,111728756	0,111728756	0,011172876	0,011172876	221	221

Planın $\alpha_{kesme} = 0,1$ için işlem karakteristik eğrisi Şekil 4.4.1.1.'de gösterilmiştir:



Şekil 4.4.1.1. Binom dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi

Diğer kesme değerleri ile oluşturulan binom dağılımlı tek katlı bulanık işlem karakteristik eğrileri Ek 1-9 içerisinde dahil edilmiştir.

Fabrika tarafından temin edilen kusurlu oranı 0,04 olan partinin, bu örnekleme planında $\alpha_{kesme} = 0,1$ kesme değeriyle %55,37 ile %79,8 arasında bir olasılıkla kabul edileceği ortaya çıkmıştır.

4.4.2. Poisson dağılımı ile bulanık tek katlı örnekleme planı

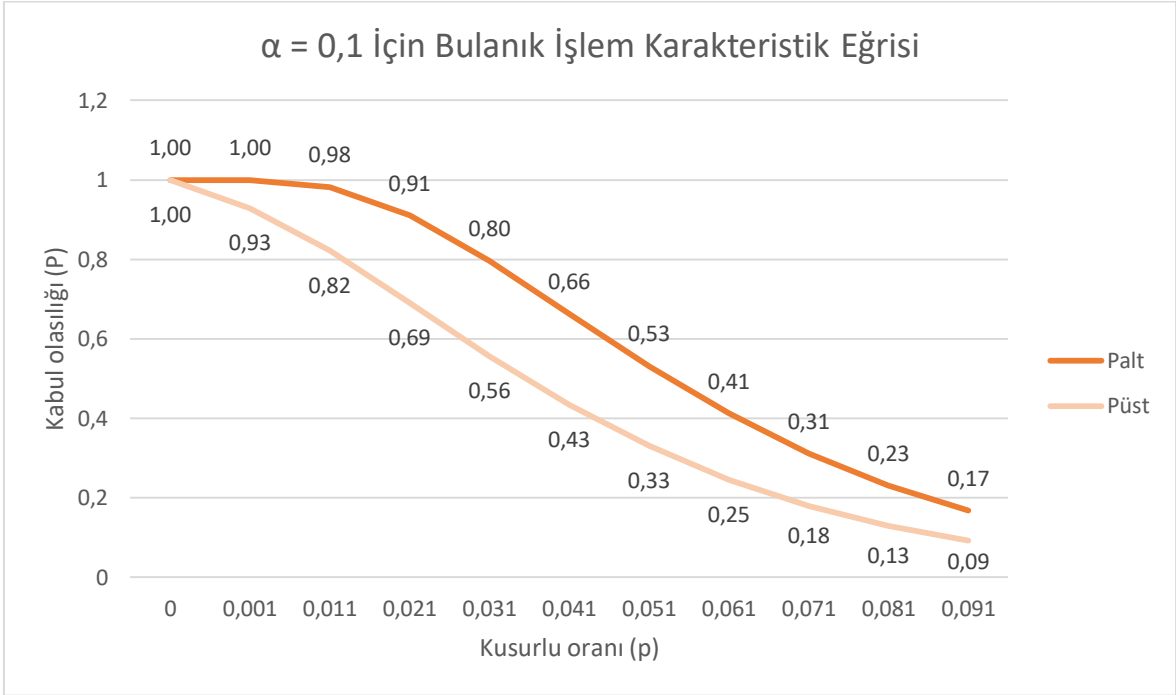
Kusurlu oranının bulanıklaşmasından dolayı λ da bulanıklaşarak $\tilde{\lambda} = n \cdot \tilde{p}$ şeklinde ifade edilecektir. O halde her bulanık kusurlu oranı için alt ve üst kesmeleri gösteren sınır λ_{alt} ve $\lambda_{üst}$ değerleri oluşacaktır. Bulanıklaştırılmış $\tilde{\lambda}$ değerleri biliniyorsa her kusurlu oranı için tüm kesme katsayıları kullanılarak bulanık kabul olasılıkları, ÇOK ve OTM değerleri bulunabilir. Tablo 4.4.2.1.'de hesaplanan bulanık kabul olasılıkları, λ , ÇOK ve OTM değerleri ile beraber gösterilmiştir:

Tablo 4.4.2.1. Poisson dağılımlı bulanık tek katlı örnekleme planının bulguları

p	α_{kesme}	$\tilde{\lambda}$		\tilde{p}		\tilde{P}		$\widehat{ÇOK}$		\widehat{OTM}	
		λ_{alt}	$\lambda_{üst}$	p_{alt}	$p_{üst}$	P_{alt}	$P_{üst}$	$ÇOK_{alt}$	$ÇOK_{üst}$	OTM_{alt}	$OTM_{üst}$
0,01	0,1	0,05	0,95	0,001	0,019	0,99998	0,92866	0,000999998	0,01764454	50	64
	0,2	0,1	0,9	0,002	0,018	0,99985	0,93714	0,0019997	0,01686852	50	62
	0,3	0,15	0,85	0,003	0,017	0,9995	0,94512	0,0029985	0,01606704	50	61
	0,4	0,2	0,8	0,004	0,016	0,99885	0,95258	0,0039954	0,01524128	50	59
	0,5	0,25	0,75	0,005	0,015	0,99784	0,95949	0,0049892	0,01439235	50	58
	0,6	0,3	0,7	0,006	0,014	0,9964	0,96586	0,0059784	0,01352204	51	57
	0,7	0,35	0,65	0,007	0,013	0,99449	0,97166	0,00696143	0,01263158	51	55
	0,8	0,4	0,6	0,008	0,012	0,99207	0,97688	0,00793656	0,01172256	52	54
	0,9	0,45	0,55	0,009	0,011	0,98912	0,98154	0,00890208	0,01079694	52	54
	1	0,5	0,5	0,01	0,01	0,98561	0,98561	0,0098561	0,0098561	53	53
0,02	0,1	0,55	1,45	0,011	0,029	0,98154	0,82129	0,01079694	0,02381741	54	84
	0,2	0,6	1,4	0,012	0,028	0,97688	0,8335	0,01172256	0,023338	54	82
	0,3	0,65	1,35	0,013	0,027	0,97166	0,84545	0,01263158	0,02282715	55	80
	0,4	0,7	1,3	0,014	0,026	0,96586	0,85711	0,01352204	0,02228486	57	78
	0,5	0,75	1,25	0,015	0,025	0,95949	0,86847	0,01439235	0,02171175	58	75
	0,6	0,8	1,2	0,016	0,024	0,95258	0,87949	0,01524128	0,02110776	59	73
	0,7	0,85	1,15	0,017	0,023	0,94512	0,89015	0,01606704	0,02047345	61	71
	0,8	0,9	1,1	0,018	0,022	0,93714	0,90042	0,01686852	0,01980924	62	69
	0,9	0,95	1,05	0,019	0,021	0,92866	0,91028	0,01764454	0,01911588	64	67
	1	1	1	0,02	0,02	0,9197	0,9197	0,018394	0,018394	65	65
0,03	0,1	1,05	1,95	0,021	0,039	0,91028	0,69021	0,01911588	0,02691819	67	110
	0,2	1,1	1,9	0,022	0,038	0,90042	0,70372	0,01980924	0,02674136	69	107
	0,3	1,15	1,85	0,023	0,037	0,89015	0,7172	0,02047345	0,0265364	71	105
	0,4	1,2	1,8	0,024	0,036	0,87949	0,73062	0,02110776	0,02630232	73	102
	0,5	1,25	1,75	0,025	0,035	0,86847	0,74397	0,02171175	0,02603895	75	99
	0,6	1,3	1,7	0,026	0,034	0,85711	0,75722	0,02228486	0,02574548	78	97
	0,7	1,35	1,65	0,027	0,033	0,84545	0,77036	0,02282715	0,02542188	80	94
	0,8	1,4	1,6	0,028	0,032	0,8335	0,78336	0,023338	0,02506752	82	92
	0,9	1,45	1,55	0,029	0,031	0,82129	0,7962	0,02381741	0,0246822	84	89
	1	1,5	1,5	0,03	0,03	0,80885	0,80885	0,0242655	0,0242655	87	87
0,04	0,1	1,55	2,45	0,031	0,049	0,7962	0,5567	0,0246822	0,0272783	89	136
	0,2	1,6	2,4	0,032	0,048	0,78336	0,56971	0,02506752	0,02734608	92	133
	0,3	1,65	2,35	0,033	0,047	0,77036	0,58282	0,02542188	0,02739254	94	131
	0,4	1,7	2,3	0,034	0,046	0,75722	0,59604	0,02574548	0,02741784	97	128
	0,5	1,75	2,25	0,035	0,045	0,74397	0,60934	0,02603895	0,0274203	99	125
	0,6	1,8	2,2	0,036	0,044	0,73062	0,62271	0,02630232	0,02739924	102	123
	0,7	1,85	2,15	0,037	0,043	0,7172	0,63615	0,0265364	0,02735445	105	120
	0,8	1,9	2,1	0,038	0,042	0,70372	0,64963	0,02674136	0,02728446	107	118
	0,9	1,95	2,05	0,039	0,041	0,69021	0,66315	0,02691819	0,02718915	110	115
	1	2	2	0,04	0,04	0,67668	0,67668	0,0270672	0,0270672	112	112
0,05	0,1	2,05	2,95	0,041	0,059	0,66315	0,43448	0,02718915	0,02563432	115	159
	0,2	2,1	2,9	0,042	0,058	0,64963	0,44596	0,02728446	0,02586568	118	157
	0,3	2,15	2,85	0,043	0,057	0,63615	0,45762	0,02735445	0,02608434	120	155
	0,4	2,2	2,8	0,044	0,056	0,62271	0,46945	0,02739924	0,0262892	123	152
	0,5	2,25	2,75	0,045	0,055	0,60934	0,48146	0,0274203	0,0264803	125	150
	0,6	2,3	2,7	0,046	0,054	0,59604	0,49362	0,02741784	0,02665548	128	148
	0,7	2,35	2,65	0,047	0,053	0,58282	0,50595	0,02739254	0,02681535	131	145
	0,8	2,4	2,6	0,048	0,052	0,56971	0,51843	0,02734608	0,02695836	133	143
	0,9	2,45	2,55	0,049	0,051	0,5567	0,53105	0,0272783	0,02708355	136	141
	1	2,5	2,5	0,05	0,05	0,54381	0,54381	0,0271905	0,0271905	138	138
0,06	0,1	2,55	3,45	0,051	0,069	0,53105	0,33019	0,02708355	0,02278311	141	179
	0,2	2,6	3,4	0,052	0,068	0,51843	0,33974	0,02695836	0,02310232	143	177

	0,3	2,65	3,35	0,053	0,067	0,50595	0,34948	0,02681535	0,02341516	145	176
	0,4	2,7	3,3	0,054	0,066	0,49362	0,35943	0,02665548	0,02372238	148	174
	0,5	2,75	3,25	0,055	0,065	0,48146	0,36957	0,0264803	0,02402205	150	172
	0,6	2,8	3,2	0,056	0,064	0,46945	0,3799	0,0262892	0,0243136	152	170
	0,7	2,85	3,15	0,057	0,063	0,45762	0,39044	0,02608434	0,02459772	155	168
	0,8	2,9	3,1	0,058	0,062	0,44596	0,40116	0,02586568	0,02487192	157	166
	0,9	2,95	3,05	0,059	0,061	0,43448	0,41208	0,02563432	0,02513688	159	163
	1	3	3	0,06	0,06	0,42319	0,42319	0,0253914	0,0253914	161	161
0,07	0,1	3,05	3,95	0,061	0,079	0,41208	0,24552	0,02513688	0,01939608	163	196
	0,2	3,1	3,9	0,062	0,078	0,40116	0,25313	0,02487192	0,01974414	166	194
	0,3	3,15	3,85	0,063	0,077	0,39044	0,26092	0,02459772	0,02009084	168	193
	0,4	3,2	3,8	0,064	0,076	0,3799	0,2689	0,0243136	0,0204364	170	191
	0,5	3,25	3,75	0,065	0,075	0,36957	0,27707	0,02402205	0,02078025	172	190
	0,6	3,3	3,7	0,066	0,074	0,35943	0,28543	0,02372238	0,02112182	174	188
	0,7	3,35	3,65	0,067	0,073	0,34948	0,29399	0,02341516	0,02146127	176	186
	0,8	3,4	3,6	0,068	0,072	0,33974	0,30275	0,02310232	0,021798	177	185
	0,9	3,45	3,55	0,069	0,071	0,33019	0,3117	0,02278311	0,0221307	179	183
1	3,5	3,5	0,07	0,07	0,32085	0,32085	0,0224595	0,0224595	181	181	
0,08	0,1	3,55	4,45	0,071	0,089	0,3117	0,17928	0,0221307	0,01595592	183	208
	0,2	3,6	4,4	0,072	0,088	0,30275	0,18514	0,021798	0,01629232	185	207
	0,3	3,65	4,35	0,073	0,087	0,29399	0,19117	0,02146127	0,01663179	186	206
	0,4	3,7	4,3	0,074	0,086	0,28543	0,19735	0,02112182	0,0169721	188	205
	0,5	3,75	4,25	0,075	0,085	0,27707	0,20371	0,02078025	0,01731535	190	204
	0,6	3,8	4,2	0,076	0,084	0,2689	0,21024	0,0204364	0,01766016	191	202
	0,7	3,85	4,15	0,077	0,083	0,26092	0,21694	0,02009084	0,01800602	193	201
	0,8	3,9	4,1	0,078	0,082	0,25313	0,22381	0,01974414	0,01835242	194	200
	0,9	3,95	4,05	0,079	0,081	0,24552	0,23087	0,01939608	0,01870047	196	198
	1	4	4	0,08	0,08	0,2381	0,2381	0,019048	0,019048	197	197
0,09	0,1	4,05	4,95	0,081	0,099	0,23087	0,12893	0,01870047	0,01276407	198	218
	0,2	4,1	4,9	0,082	0,098	0,22381	0,13333	0,01835242	0,01306634	200	217
	0,3	4,15	4,85	0,083	0,097	0,21694	0,13787	0,01800602	0,01337339	201	216
	0,4	4,2	4,8	0,084	0,096	0,21024	0,14254	0,01766016	0,01368384	202	215
	0,5	4,25	4,75	0,085	0,095	0,20371	0,14735	0,01731535	0,01399825	204	215
	0,6	4,3	4,7	0,086	0,094	0,19735	0,1523	0,0169721	0,0143162	205	214
	0,7	4,35	4,65	0,087	0,093	0,19117	0,1574	0,01663179	0,0146382	206	213
	0,8	4,4	4,6	0,088	0,092	0,18514	0,16264	0,01629232	0,01496288	207	212
	0,9	4,45	4,55	0,089	0,091	0,17928	0,16803	0,01595592	0,01529073	208	211
	1	4,5	4,5	0,09	0,09	0,17358	0,17358	0,0156222	0,0156222	209	209
0,1	0,1	4,55	5,45	0,091	0,109	0,16803	0,09152	0,01529073	0,00997568	211	225
	0,2	4,6	5,4	0,092	0,108	0,16264	0,09476	0,01496288	0,01023408	212	225
	0,3	4,65	5,35	0,093	0,107	0,1574	0,0981	0,0146382	0,0104967	213	224
	0,4	4,7	5,3	0,094	0,106	0,1523	0,10155	0,0143162	0,0107643	214	223
	0,5	4,75	5,25	0,095	0,105	0,14735	0,10511	0,01399825	0,01103655	215	223
	0,6	4,8	5,2	0,096	0,104	0,14254	0,10879	0,01368384	0,01131416	215	222
	0,7	4,85	5,15	0,097	0,103	0,13787	0,11257	0,01337339	0,01159471	216	221
	0,8	4,9	5,1	0,098	0,102	0,13333	0,11648	0,01306634	0,01188096	217	221
	0,9	4,95	5,05	0,099	0,101	0,12893	0,1205	0,01276407	0,0121705	218	220
	1	5	5	0,1	0,1	0,12465	0,12465	0,012465	0,012465	219	219

Planın $\alpha_{kesme} = 0,1$ için işlem karakteristik eğrisi Şekil 4.4.2.1.'de gösterilmiştir:



Şekil 4.4.2.1. Poisson dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi

Diğer kesme değerleri ile oluşturulan Poisson dağılımlı tek katlı bulanık işlem karakteristik eğrileri Ek 10-18 içerisinde dahil edilmiştir.

Fabrika tarafından temin edilen kusurlu oranı 0,04 olan partinin, bu örnekleme planında $\alpha_{kesme} = 0,1$ kesme değeriyle %55,67 ila %79,62 arasında bir olasılıkla kabul edileceği ortaya çıkmıştır.

4.4.3. Hipergeometrik dağılım ile bulanık tek katlı örnekleme planı

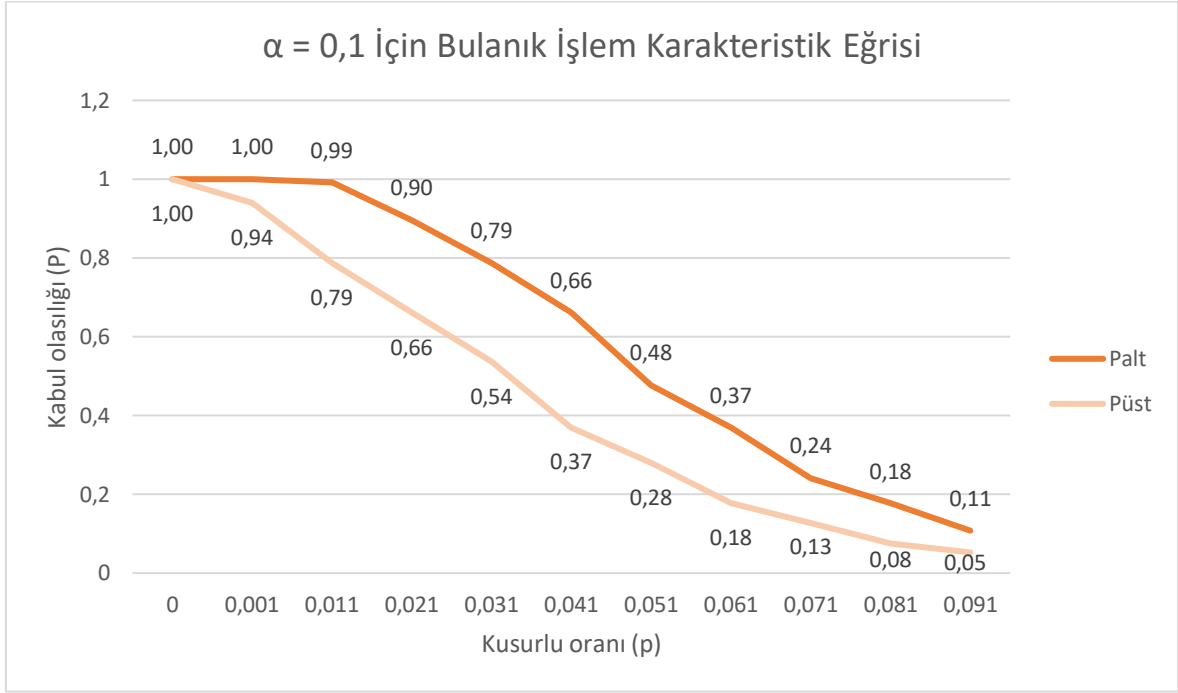
Kusurlu oranının bulanıklaşmasından dolayı r de bulanıklaşarak $\tilde{r} = N \cdot \tilde{p}$ şeklinde ifade edilecektir. O halde her bulanık kusurlu oranı için alt ve üst kesmeleri gösteren sınır r_{alt} ve $r_{üst}$ değerleri oluşacaktır. Bulanıklaştırılmış \tilde{r} değerleri biliniyorsa her kusurlu oranı için tüm kesme katsayıları kullanılarak bulanık kabul olasılıkları, ÇOK ve OTM değerleri bulunabilir. Tablo 4.4.3.1.'de hesaplanan bulanık kabul olasılıkları, r , ÇOK ve OTM değerleri ile beraber gösterilmiştir:

Tablo 4.4.3.1. Hipergeometrik dağılımlı bulanık tek katlı örnekleme planının bulguları

p	α_{kesme}	\tilde{r}		\tilde{p}		\tilde{P}		$\tilde{ÇOK}$		\tilde{OTM}	
		r_{alt}	$r_{üst}$	p_{alt}	$p_{üst}$	P_{alt}	$P_{üst}$	$ÇOK_{alt}$	$ÇOK_{üst}$	OTM_{alt}	$OTM_{üst}$
0,01	0,1	1	5	0,001	0,019	1	0,939519444	0,001	0,017850869	50	62
	0,2	1	5	0,002	0,018	1	0,939519444	0,002	0,01691135	50	62
	0,3	1	5	0,003	0,017	1	0,939519444	0,003	0,015971831	50	62
	0,4	1	4	0,004	0,016	1	0,971683387	0,004	0,015546934	50	55
	0,5	2	4	0,005	0,015	1	0,971683387	0,005	0,014575251	50	55
	0,6	2	4	0,006	0,014	1	0,971683387	0,006	0,013603567	50	55
	0,7	2	4	0,007	0,013	1	0,971683387	0,007	0,012631884	50	55
	0,8	2	3	0,008	0,012	1	0,991702092	0,008	0,011900425	50	52
	0,9	3	3	0,009	0,011	0,991702092	0,991702092	0,008925319	0,010908723	52	52
	1	3	3	0,01	0,01	0,991702092	0,991702092	0,009917021	0,009917021	52	52
0,02	0,1	3	8	0,011	0,029	0,991702092	0,786762874	0,010908723	0,022816123	52	91
	0,2	3	7	0,012	0,028	0,991702092	0,844765652	0,011900425	0,023653438	52	80
	0,3	4	7	0,013	0,027	0,971683387	0,844765652	0,012631884	0,022808673	55	80
	0,4	4	7	0,014	0,026	0,971683387	0,844765652	0,013603567	0,021963907	55	80
	0,5	4	7	0,015	0,025	0,971683387	0,844765652	0,014575251	0,021119141	55	80
	0,6	4	6	0,016	0,024	0,971683387	0,896499044	0,015546934	0,021515977	55	70
	0,7	5	6	0,017	0,023	0,939519444	0,896499044	0,015971831	0,020619478	62	70
	0,8	5	6	0,018	0,022	0,939519444	0,896499044	0,01691135	0,019722979	62	70
	0,9	5	6	0,019	0,021	0,939519444	0,896499044	0,017850869	0,01882648	62	70
	1	5	5	0,02	0,02	0,939519444	0,939519444	0,018790389	0,018790389	62	62
0,03	0,1	6	10	0,021	0,039	0,896499044	0,661323898	0,01882648	0,025791632	70	115
	0,2	6	10	0,022	0,038	0,896499044	0,661323898	0,019722979	0,025130308	70	115
	0,3	6	9	0,023	0,037	0,896499044	0,724893243	0,020619478	0,02682105	70	103
	0,4	6	9	0,024	0,036	0,896499044	0,724893243	0,021515977	0,026096157	70	103
	0,5	7	9	0,025	0,035	0,844765652	0,724893243	0,021119141	0,025371264	80	103
	0,6	7	9	0,026	0,034	0,844765652	0,724893243	0,021963907	0,02464637	80	103
	0,7	7	9	0,027	0,033	0,844765652	0,724893243	0,022808673	0,023921477	80	103
	0,8	7	8	0,028	0,032	0,844765652	0,786762874	0,023653438	0,025176412	80	91
	0,9	8	8	0,029	0,031	0,786762874	0,786762874	0,022816123	0,024389649	91	91
	1	8	8	0,03	0,03	0,786762874	0,786762874	0,023602886	0,023602886	91	91
0,04	0,1	8	12	0,031	0,049	0,786762874	0,536068165	0,024389649	0,02626734	91	140
	0,2	8	12	0,032	0,048	0,786762874	0,536068165	0,025176412	0,025731272	91	140
	0,3	9	12	0,033	0,047	0,724893243	0,536068165	0,023921477	0,025195204	103	140
	0,4	9	12	0,034	0,046	0,724893243	0,536068165	0,02464637	0,024659136	103	140
	0,5	9	11	0,035	0,045	0,724893243	0,597890968	0,025371264	0,026905094	103	128
	0,6	9	11	0,036	0,044	0,724893243	0,597890968	0,026096157	0,026307203	103	128
	0,7	9	11	0,037	0,043	0,724893243	0,597890968	0,02682105	0,025709312	103	128
	0,8	10	11	0,038	0,042	0,661323898	0,597890968	0,025130308	0,025111421	115	128
	0,9	10	10	0,039	0,041	0,661323898	0,661323898	0,025791632	0,02711428	115	115
	1	10	10	0,04	0,04	0,661323898	0,661323898	0,026452956	0,026452956	115	115
0,05	0,1	10	15	0,041	0,059	0,661323898	0,369887164	0,02711428	0,021823343	115	172
	0,2	11	15	0,042	0,058	0,597890968	0,369887164	0,025111421	0,021453456	128	172
	0,3	11	14	0,043	0,057	0,597890968	0,421409127	0,025709312	0,02402032	128	162
	0,4	11	14	0,044	0,056	0,597890968	0,421409127	0,026307203	0,023598911	128	162
	0,5	11	14	0,045	0,055	0,597890968	0,421409127	0,026905094	0,023177502	128	162
	0,6	12	14	0,046	0,054	0,536068165	0,421409127	0,024659136	0,022756093	140	162
	0,7	12	13	0,047	0,053	0,536068165	0,4769752	0,025195204	0,025279686	140	151
	0,8	12	13	0,048	0,052	0,536068165	0,4769752	0,025731272	0,02480271	140	151
	0,9	12	13	0,049	0,051	0,536068165	0,4769752	0,02626734	0,024325735	140	151
	1	13	13	0,05	0,05	0,4769752	0,4769752	0,02384876	0,02384876	151	151
0,06	0,1	13	17	0,051	0,069	0,4769752	0,279925101	0,024325735	0,019314832	151	189
	0,2	13	17	0,052	0,068	0,4769752	0,279925101	0,02480271	0,019034907	151	189

	0,3	13	17	0,053	0,067	0,4769752	0,279925101	0,025279686	0,018754982	151	189
	0,4	14	17	0,054	0,066	0,421409127	0,279925101	0,022756093	0,018475057	162	189
	0,5	14	16	0,055	0,065	0,421409127	0,322693464	0,023177502	0,020975075	162	181
	0,6	14	16	0,056	0,064	0,421409127	0,322693464	0,023598911	0,020652382	162	181
	0,7	14	16	0,057	0,063	0,421409127	0,322693464	0,02402032	0,020329688	162	181
	0,8	15	16	0,058	0,062	0,369887164	0,322693464	0,021453456	0,020006995	172	181
	0,9	15	15	0,059	0,061	0,369887164	0,369887164	0,021823343	0,022563117	172	172
	1	15	15	0,06	0,06	0,369887164	0,369887164	0,02219323	0,02219323	172	172
0,07	0,1	15	20	0,061	0,079	0,369887164	0,177192041	0,022563117	0,013998171	172	209
	0,2	16	19	0,062	0,078	0,322693464	0,207366869	0,020006995	0,016174616	181	203
	0,3	16	19	0,063	0,077	0,322693464	0,207366869	0,020329688	0,015967249	181	203
	0,4	16	19	0,064	0,076	0,322693464	0,207366869	0,020652382	0,015759882	181	203
	0,5	16	19	0,065	0,075	0,322693464	0,207366869	0,020975075	0,015552515	181	203
	0,6	17	18	0,066	0,074	0,279925101	0,241534502	0,018475057	0,017873553	189	196
	0,7	17	18	0,067	0,073	0,279925101	0,241534502	0,018754982	0,017632019	189	196
	0,8	17	18	0,068	0,072	0,279925101	0,241534502	0,019034907	0,017390484	189	196
	0,9	17	18	0,069	0,071	0,279925101	0,241534502	0,019314832	0,01714895	189	196
	1	18	18	0,07	0,07	0,241534502	0,241534502	0,016907415	0,016907415	196	196
0,08	0,1	18	22	0,071	0,089	0,241534502	0,127676031	0,01714895	0,011363167	196	218
	0,2	18	22	0,072	0,088	0,241534502	0,127676031	0,017390484	0,011235491	196	218
	0,3	18	22	0,073	0,087	0,241534502	0,127676031	0,017632019	0,011107815	196	218
	0,4	18	21	0,074	0,086	0,241534502	0,150730805	0,017873553	0,012962849	196	214
	0,5	19	21	0,075	0,085	0,207366869	0,150730805	0,015552515	0,012812118	203	214
	0,6	19	21	0,076	0,084	0,207366869	0,150730805	0,015759882	0,012661388	203	214
	0,7	19	21	0,077	0,083	0,207366869	0,150730805	0,015967249	0,012510657	203	214
	0,8	19	20	0,078	0,082	0,207366869	0,177192041	0,016174616	0,014529747	203	209
	0,9	20	20	0,079	0,081	0,177192041	0,177192041	0,013998171	0,014352555	209	209
	1	20	20	0,08	0,08	0,177192041	0,177192041	0,014175363	0,014175363	209	209
0,09	0,1	20	25	0,081	0,099	0,177192041	0,075778718	0,014352555	0,007502093	209	228
	0,2	20	24	0,082	0,098	0,177192041	0,090512539	0,014529747	0,008870229	209	226
	0,3	21	24	0,083	0,097	0,150730805	0,090512539	0,012510657	0,008779716	214	226
	0,4	21	24	0,084	0,096	0,150730805	0,090512539	0,012661388	0,008689204	214	226
	0,5	21	24	0,085	0,095	0,150730805	0,090512539	0,012812118	0,008598691	214	226
	0,6	21	23	0,086	0,094	0,150730805	0,107709136	0,012962849	0,010124659	214	222
	0,7	22	23	0,087	0,093	0,127676031	0,107709136	0,011107815	0,01001695	218	222
	0,8	22	23	0,088	0,092	0,127676031	0,107709136	0,011235491	0,009909241	218	222
	0,9	22	23	0,089	0,091	0,127676031	0,107709136	0,011363167	0,009801531	218	222
	1	22	22	0,09	0,09	0,127676031	0,127676031	0,011490843	0,011490843	218	218
0,1	0,1	23	27	0,091	0,109	0,107709136	0,052554971	0,009801531	0,005728492	222	233
	0,2	23	27	0,092	0,108	0,107709136	0,052554971	0,009909241	0,005675937	222	233
	0,3	23	27	0,093	0,107	0,107709136	0,052554971	0,01001695	0,005623382	222	233
	0,4	23	26	0,094	0,106	0,107709136	0,063216475	0,010124659	0,006700946	222	231
	0,5	24	26	0,095	0,105	0,090512539	0,063216475	0,008598691	0,00663773	226	231
	0,6	24	26	0,096	0,104	0,090512539	0,063216475	0,008689204	0,006574513	226	231
	0,7	24	26	0,097	0,103	0,090512539	0,063216475	0,008779716	0,006511297	226	231
	0,8	24	25	0,098	0,102	0,090512539	0,075778718	0,008870229	0,007729429	226	228
	0,9	25	25	0,099	0,101	0,075778718	0,075778718	0,007502093	0,007653651	228	228
	1	25	25	0,1	0,1	0,075778718	0,075778718	0,007577872	0,007577872	228	228

Planın $\alpha_{kesme} = 0,1$ için işlem karakteristik eğrisi Şekil 4.4.3.1.'de gösterilmiştir:



Şekil 4.4.3.1. Hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi

Diğer kesme değerleri ile oluşturulan hipergeometrik dağılımlı tek katlı bulanık işlem karakteristik eğrileri Ek 19-27 içerisinde dahil edilmiştir.

Fabrika tarafından temin edilen kusurlu oranı 0,04 olan partinin, bu örnekleme planında $\alpha_{kesme} = 0,1$ kesme değeriyle %53,6 ila %78,62 arasında bir olasılıkla kabul edileceği ortaya çıkmıştır.

4.5. Üretici ve Tüketici Risklerindeki Değişimlerin Örnekleme Planına Etkileri

Hazırlanan tüm örnekleme planlarında üretici riski $\alpha = 0,05$ ve tüketici riski $\beta = 0,10$ olarak kullanılmış idi. Uygulamanın bu bölümünde tüketici riski değiştirilmeden üretici riskinde artış ve azalış olduğunda gözlenen sonuçlar ile benzer şekilde üretici riski değiştirilmeden tüketici riskinde artış ve azalış olduğunda gözlenen sonuçlar gözlenmiştir. Uygulama oluşturulan binom dağılımlı tek katlı örnekleme planı üzerinde yapılmıştır.

α ve β değerlerinde değişiklik meydana geldiğinde, kabul olasılıklarında, ÇOK, ÇOKL ve OTM değerlerinde herhangi bir değişim olmaz. α değiştiği takdirde KKD, β değiştiği takdirde PT değerleri üzerinde değişimler gözlenir. Dolayısıyla örnekleme planının işlem karakteristik eğrisi üzerinde gözle görülür bir fark oluşacaktır. İyi parti ve kötü parti ürünlerin oranı değişecektir.

Bu uygulamada işlem karakteristik eğimi çiziminde ve gereken hesaplamalarda tekrar kullanılmak üzere tek katlı binom dağılımlı örnekleme planına ait kusurlu oranları ve kabul olasılıkları Tablo 4.5.1.'de verilmiştir:

Tablo 4.5.1. Tek katlı örnekleme planının p ve P değerleri

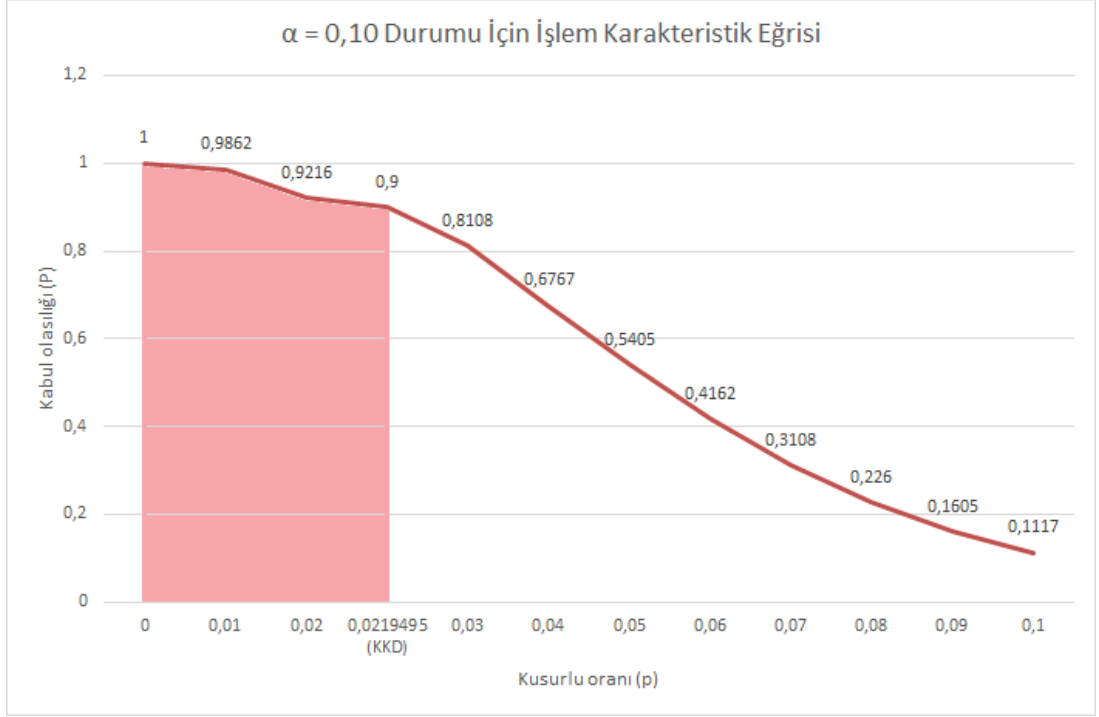
Kusurlu oranı	Kabul olasılığı
<i>p</i>	<i>P</i>
0	1
0,01	0,9862
0,02	0,9216
0,03	0,8108
0,04	0,6767
0,05	0,5405
0,06	0,4162
0,07	0,3108
0,08	0,226
0,09	0,1605
0,1	0,1117
0,11	0,0763
0,12	0,0513
0,13	0,0339

β sabit tutularak α 0,05'den 0,10'a çıkarıldığında değişen KKD değerinin hesabı aşağıda interpolasyon ile yapılmıştır:

$$\frac{KKD - 0,02}{0,03 - 0,02} = \frac{0,9 - 0,9216}{0,8108 - 0,9216}$$

$$KKD = 0,0219495$$

α arttırıldığında KKD'nin de yükseldiği ve işlem karakteristik eğrisinde sağa doğru yaklaşarak iyi parti malın artacağı ortaya çıkmıştır. Yani üretici riski artarsa, üretici daha fazla maliyet öder, fabrika daha sıkı çalışır ve ortaya daha yüksek oranda iyi parti mal çıkar. Kalitede yükseliş gözlenir. Ortaya çıkan yeni işlem karakteristik eğrisi, iyi parti malı işaretleyerek Şekil 4.5.1.'de çizilmiştir:



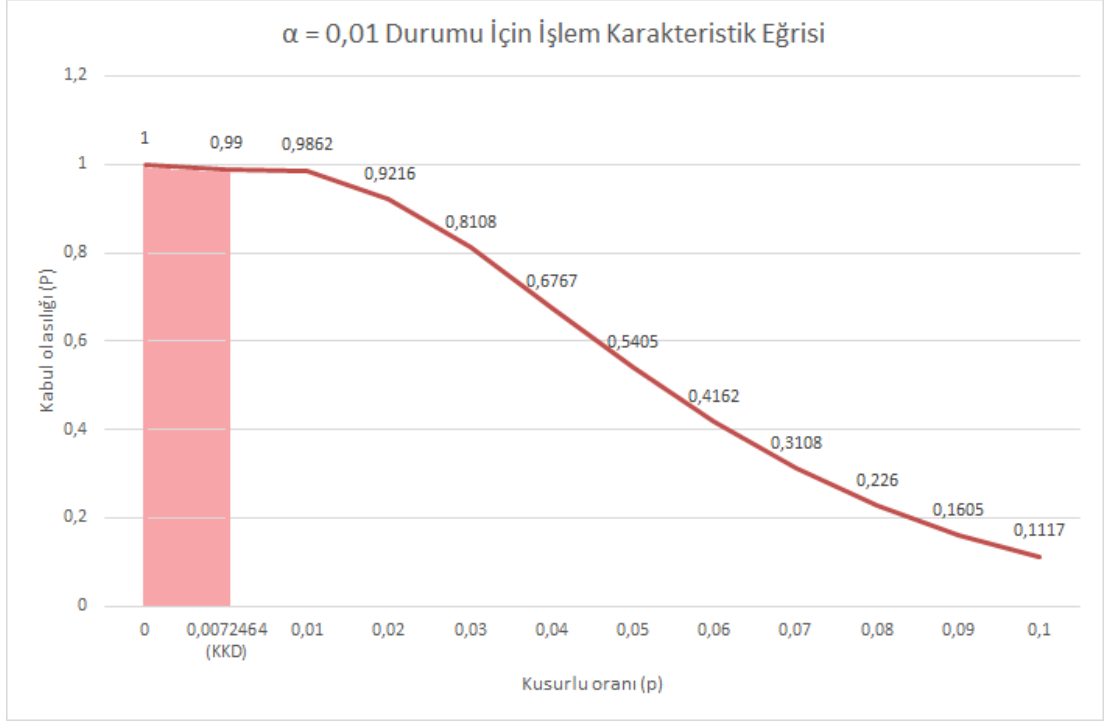
Şekil 4.5.1. α arttığında iyi parti malda gözlenen değişim

β sabit tutularak α 0,05'den 0,01'e düşürüldüğünde değişen KKD değerinin hesabı aşağıda interpolasyon ile yapılmıştır:

$$\frac{KKD - 0}{0,01 - 0} = \frac{0,99 - 1}{0,9862 - 1}$$

$$KKD = 0,0072464$$

α azaltıldığında KKD'nin de azaldığı ve işlem karakteristik eğrisinde sola doğru yaklaşarak iyi parti malın azalacağı ortaya çıkmıştır. Yani üretici riski azalır, üretici daha az maliyet öder, fabrika daha rahat çalışır ve ortaya daha düşük oranda iyi parti mal çıkar. Kalitede düşüş gözlenir. Ortaya çıkan yeni işlem karakteristik eğrisi, iyi parti malı işaretleyerek Şekil 4.5.2.'de çizilmiştir:



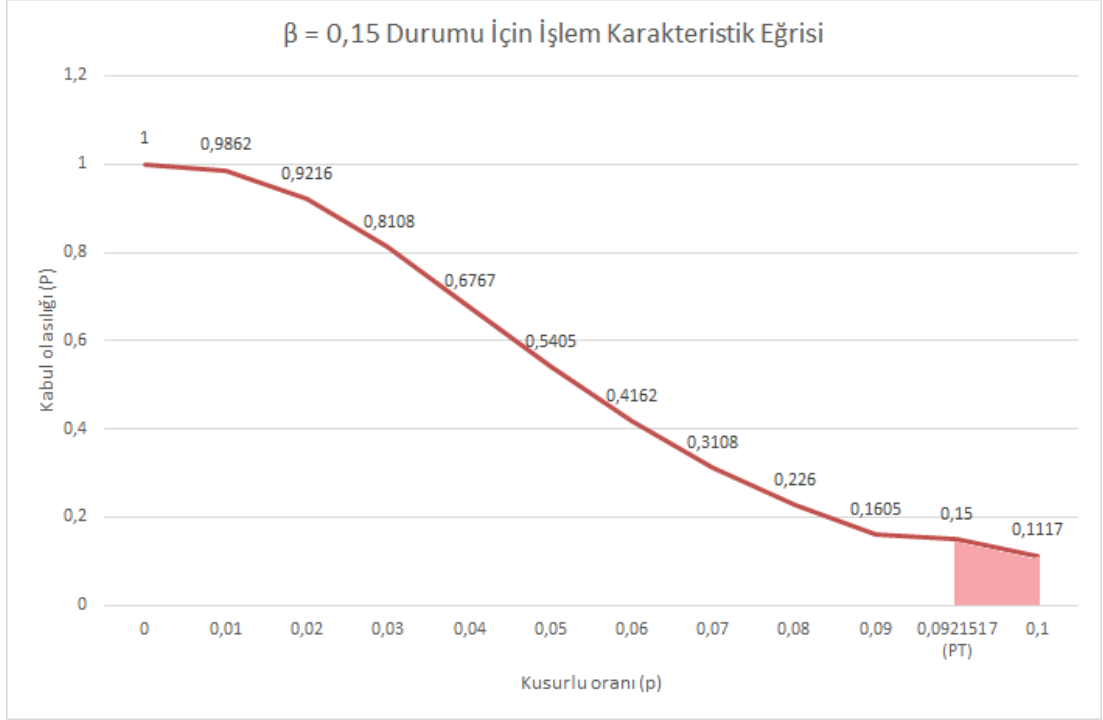
Şekil 4.5.2. α azaldığında iyi parti malda gözlenen değişim

α sabit tutularak β 0,10'dan 0,15'a çıkarıldığında değişen PT değerinin hesabı aşağıda interpolasyon ile yapılmıştır:

$$\frac{PT - 0,09}{0,1 - 0,09} = \frac{0,15 - 0,1605}{0,1117 - 0,1605}$$

$$PT = 0,0921517$$

β arttırıldığında PT'nin azalacağı ve işlem karakteristik eğrisinde sola doğru yaklaşarak kötü parti malın artacağı ortaya çıkmıştır. Yani tüketici riski artarsa, kusurlu çıktı sayısı artar, fabrika daha rahat çalışır ve ortaya daha yüksek oranda kötü parti mal çıkar. Kalitede düşüş gözlenir. Ortaya çıkan yeni işlem karakteristik eğrisi, kötü parti malı işaretleyerek Şekil 4.5.3.'de çizilmiştir:



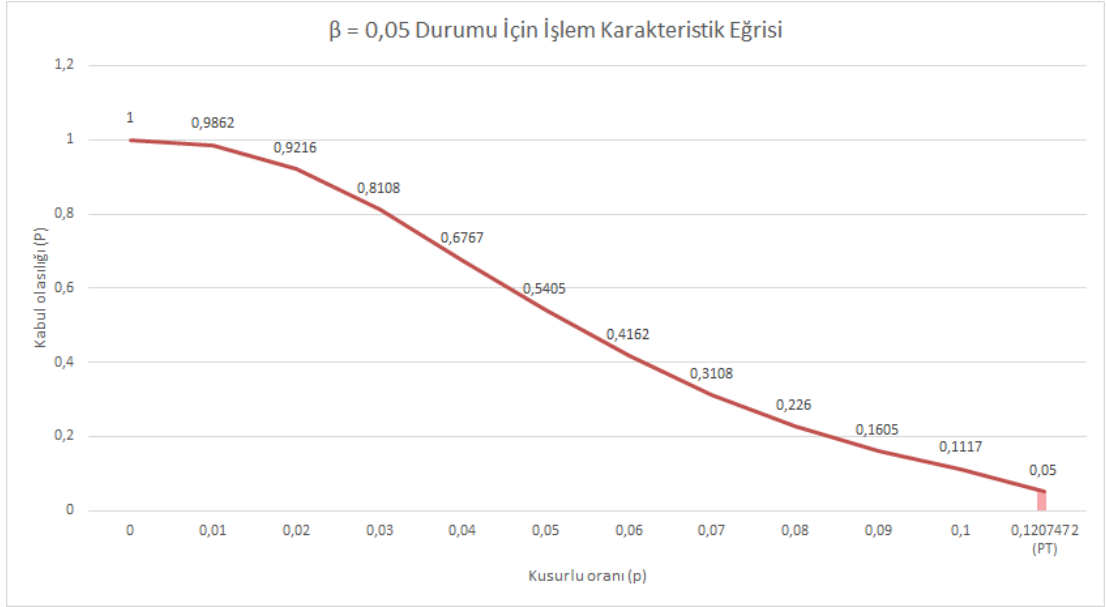
Şekil 4.5.3. β arttığında kötü parti malda gözlenen değişim

α sabit tutularak β 0,10'dan 0,05'e düşürüldüğünde değişen PT değerinin hesabı aşağıda interpolasyon ile yapılmıştır:

$$\frac{PT - 0,12}{0,13 - 0,12} = \frac{0,05 - 0,0513}{0,0339 - 0,0513}$$

$$PT = 0,1207472$$

β azaltıldığında PT'nin artacağı ve işlem karakteristik eğrisinde sağa doğru yaklaşarak kötü parti malın azalacağı ortaya çıkmıştır. Yani tüketici riski azalır, kusurlu çıktı sayısı azalır, fabrika daha sıkı çalışır ve ortaya daha düşük oranda kötü parti mal çıkar. Kalitede yükseliş gözlenir. Ortaya çıkan yeni işlem karakteristik eğrisi, kötü parti malı işaretleyerek Şekil 4.5.4.'de çizilmiştir:



Şekil 4.5.4. β azaldığında kötü parti malda gözlenen değişim

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Oluşturulan bulanık planlar harici örnekleme planları sonucunda oluşan KKD değerlerine bir arada bakıldığında:

- Binom dağılımlı tek katlı planda: 0,016
- Poisson dağılımlı tek katlı planda: 0,0161
- Hipergeometrik dağılımlı tek katlı planda: 0,0184
- Binom dağılımlı çift katlı planda: 0,01033
- Poisson dağılımlı çift katlı planda: 0,01031
- Hipergeometrik dağılımlı çift katlı planda: 0,01128 sonuçları gözlenmektedir.

ÇOKL değerleri ise:

- Binom dağılımlı tek katlı planda: 0,027068
- Poisson dağılımlı tek katlı planda: 0,02719
- Hipergeometrik dağılımlı tek katlı planda: 0,0268
- Binom dağılımlı çift katlı planda: 0,01432
- Poisson dağılımlı çift katlı planda: 0,014444
- Hipergeometrik dağılımlı çift katlı planda: 0,014074 olarak bulunmuş idi.

Fabrikadan gelen ortalama 0,04 kusurlu oranı tüm KKD ve ÇOKL değerlerinin üstünde kaldığından dolayı üretimde fark edilir düzeyde kalite kaybının olduğu sonucuna varılabilir. Müşteri, KKD'den daha düşük oranda kusurlu oranına sahip mal satın almak ister. Üretici de ÇOKL'den daha düşük oranda ürün ortaya koyabilmeyi hedefler.

Kusurlu oranının alt düzeye çekilebilmesi için düzeltme ve muayene işlemlerine maliyet ayrılmalıdır. Üretim sürecinde kalite kaybına sebep olabilecek hammadde, makine veya personel kaynaklı etkenler tespit edilmelidir.

Problemin kaynağına ulaşılan kadar ara parti mallar için kabul olasılığı düşük bir plan uygulanarak son üründe kalite yükseltilebilir. 0,04 kusurlu oranına denk gelen kabul olasılıklarına her bir örnekleme planında göz atılırsa:

- Binom dağılımlı tek katlı planda: %67,67
- Poisson dağılımlı tek katlı planda: %67,67
- Hipergeometrik dağılımlı tek katlı planda: %66,13
- Binom dağılımlı çift katlı planda: %42,4
- Poisson dağılımlı çift katlı planda: %43,23

Hipergeometrik dağılımlı çift katlı planda: %36,8 olasılıkları görülmektedir. Kusurlu oranı 0,04 ve civarı olan ara parti malların daha sık oranda reddedilmesi, kabul olasılığı bu oranlar için daha düşük bir örnekleme planı kullanılarak sağlanabilir. Hazırlanan örnekleme planlarından çift katlı planların tek katlılara oranla ara parti mallara daha az toleranslı olduğu görülmektedir. Hipergeometrik dağılımlı çift katlı örnekleme planının kabul olasılığının en düşük olması sebebiyle, kalite seviyesini yükseltebilmek için kullanılması uygundur.

Reddedilen partiler tekrar gözden geçirilerek kusurlu ürünler kusursuzlar ile değiştirildiğinde fabrikadan çıkan son ürünün kalitesi yükselecektir. Bu uygulamanın işleme sokulması fabrikada muayene maliyetinin yükseleceğinin bir göstergesidir. Fakat sorun çözümlendikten sonra muayene maliyetinin yüksek tutulması gereksizdir. O halde örnekleme planlarının ortalama toplam muayene sayıları genel olarak incelendiğinde, (bkz, Tablo 4.2.1.1, 4.2.2.1., 4.2.3.1., 4.3.1.2., 4.3.2.2., 4.3.3.2.) OTM'nin tek katlı planlarda daha düşük olduğu görülmektedir. Güvenilirlik açısından çift katlı planlar daha avantajlı olduğundan dolayı, maliyeti koruma amacıyla OTM'si en düşük olan Poisson dağılımlı çift katlı örnekleme planına geçiş önerilebilir.

Ürünler üzerinde yapılan ölçümler esnasında elektrik kesintisi, ölçüm aletinin bozulması veya kalibrasyonunu yitirmesi, personel rahatsızlığı vb. sebeplerden dolayı ölçüm verisi bozulursa ve kusurlu oranı netliğini kaybederse, tek katlı bulanık örnekleme planlarının kullanımı önerilebilir. Bulanık örnekleme planlarının verdiği aralıklar arasında çok büyük bir fark olmadığından dolayı maliyeti düşük tutma amacıyla OTM'si en düşük olan (bkz. Tablo 4.4.1.1., 4.4.2.1., 4.4.3.1.) binom veya Poisson dağılımlı tek katlı bulanık örnekleme planlarından herhangi birinin seçilmesi uygundur. Veride herhangi bir bozulma yoksa bulanık planların kullanımı gereksizdir.

KAYNAKLAR

- [1] *Kalite Yönetim Sistemi*, ISO 9001:2015, Uluslararası Standartlar Teşkilatı, Eylül 2015.
- [2] *ISO sözlüğü*, ISO 8402 / TS 9005, Uluslararası Standartlar Teşkilatı, Eylül 1991.
- [3] *Japon Endüstri Standardı*, JIS Q 9001:2015, Japon Endüstri Standartları Komitesi, Kasım 2015.
- [4] D. A. Garvin, "Product quality: An important strategic weapon," *Business Horizons*, vol. 27, no. 2, pp. 40-43, Mar–Apr 1984.
- [5] J. R. Evans, and W. M. Lindsay, "Introduction to quality," in *The Management and Control of Quality*, 6th Edition, Mason, OH, USA: South-Western, 2004, pp. 29-45.
- [6] O. Şahin, "İstatistiksel proses kontrolünde kontrol grafiklerinin kullanımı ve tekstil sanayinde bir uygulama," *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, s. 10, yıl: 5, pp. 53-75, 2013.
- [7] T. Köse, "Kalite kontrolde istatistiksel tekniklerin yeri ve önemi." academia.edu. <https://www.academia.edu/5604387/> (Erişim tarihi: Mart 2019).
- [8] Türkiye İstatistik Kurumu, "İstatistiksel kalite kontrol sorularla resmi istatistikler dizisi," s. 11, no. 3616, Ankara, pp. 5-9, 2011.
- [9] T. P. Ryan, "Basic tools for improving quality," in *Statistical Methods for Quality Improvement*, 3rd Edition, Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2011, pp. 10-29.
- [10] B. Uryan, "Toplam kalite yönetimi," *Mevzuat Dergisi*, s. 55, yıl: 5, pp. 1-37, 2002.
- [11] A. Öztürk, "İstatistiksel kalite kontrol grafikleri kabul örnekleme," Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2007.

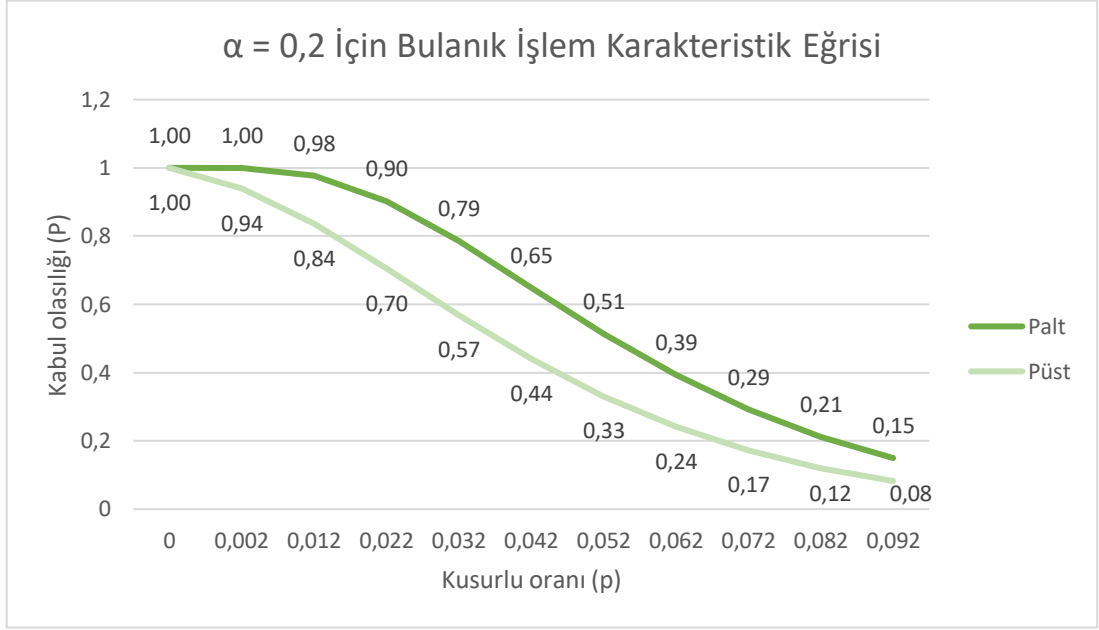
- [12] Anonymous, “Plan do study act cycle (PDSA).” werryworkforce.org.
<https://werryworkforce.org/quality-improvement/pdsa> (Erişim tarihi: Mart 2019).
- [13] Z. Gergin, C. Özkan, B. Ayan, “Kalite kontrol faaliyetlerinde uygun kabul örnekleme planı kullanımı: Bir tekstil işletmesinde inceleme,” Konferans: 14. Üretim Araştırmaları Sempozyumu (14th Symposium for Production Research), 2014.
- [14] E. Sertel, “Kabul örnekleme planları için yapay zeka destekli sistem tasarımı yaklaşımı,” Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2004.
- [15] İ. Kaya, “Nitel özellikler için kontrol diyagramları ve örnekleme planlarında genetik algoritmanın kullanımı,” Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2004.
- [16] S. Yıldırım, “Giriş kalite kontrol süreçlerinde kabul örneklemesine yönelik bir metodoloji: Beyaz eşya endüstrisinde bir uygulama,” Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015.
- [17] S. Tamer, “Kesikli değişkene ilişkin kabul örnekleme planları ve uygulamaları,” Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2010.
- [18] A. Yüzer, E. Ağaoğlu, H. Tatlıdil, A. Özmen, E. Şıklar. “Örnekleme,” in *İstatistik*, 3. Baskı, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 1448, Anadolu Üniversitesi Web-Ofset Tesisleri, 2006, pp. 168-183.
- [19] A. Çelik, “Nitel özellikler için bulanık kontrol diyagramları ve kabul örnekleme planlarının genetik algoritmalarla çözümü,” Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2006.
- [20] S. Gözlü, “Endüstriyel kalite kontrolü,” İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, Sayı: 1416, Teknik Üniversite Matbaası, 1990.

- [21] T. Özdemir, “Kabul örnekleme,” in *İstatistiksel Kalite Kontrol*, A.Ü.F.F Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, No: 62, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, 2000, pp. 164-199.
- [22] Anonymous, “AQL table.” rsqja.com.
https://www.rsqja.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=153, (Erişim Tarihi: Nisan 2019).
- [23] C. Hamurkaroğlu, 2018-2019, Birebir sözlü görüşme, Başkent Üniversitesi, Kalite Mühendisliği Bölümü, Bağlıca 06530, Ankara.
- [24] C. Nihila, “Operating characteristic (O.C. Curves).” businessmanagementideas.com.
<https://www.businessmanagementideas.com/production-management/operating-characteristic-o-c-curves/6960> (Erişim tarihi: Nisan 2019).
- [25] K. E. Case, G. K. Bennett, J. W. Schmidt, “The effect of inspection error on average outgoing quality,” *Journal of Quality Technology*, 7:1, pp. 28-33, 1975, DOI: 10.1080/00224065.1975.11980660.
- [26] H. Demirhan, C. Hamurkaroğlu, “Olasılık kavramı ve olasılık dağılımları,” in *İstatistiksel Yöntemlere Giriş*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 1. Baskı, p. 101-107, 2015.
- [27] R. D. Collins Jr., K. E. Case, G. K. Bennett, “The effects of inspection error on single sampling inspection plans,” *International Journal of Production Research*, 11:3, pp. 289-298, 1973, DOI: 10.1080/00207547308929972.
- [28] Anonymous, “What is a sequential sampling plan?.” itl.nist.gov.
<https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section2/pmc26.htm> (Erişim tarihi: Kasım 2019).
- [29] A. H. Bowker, “Continuous sampling plans,” in *Proceedings of the Third Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, J. Neyman, Ed., Berkeley, CA, USA: University of California Press, 1956, pp. 75-85.

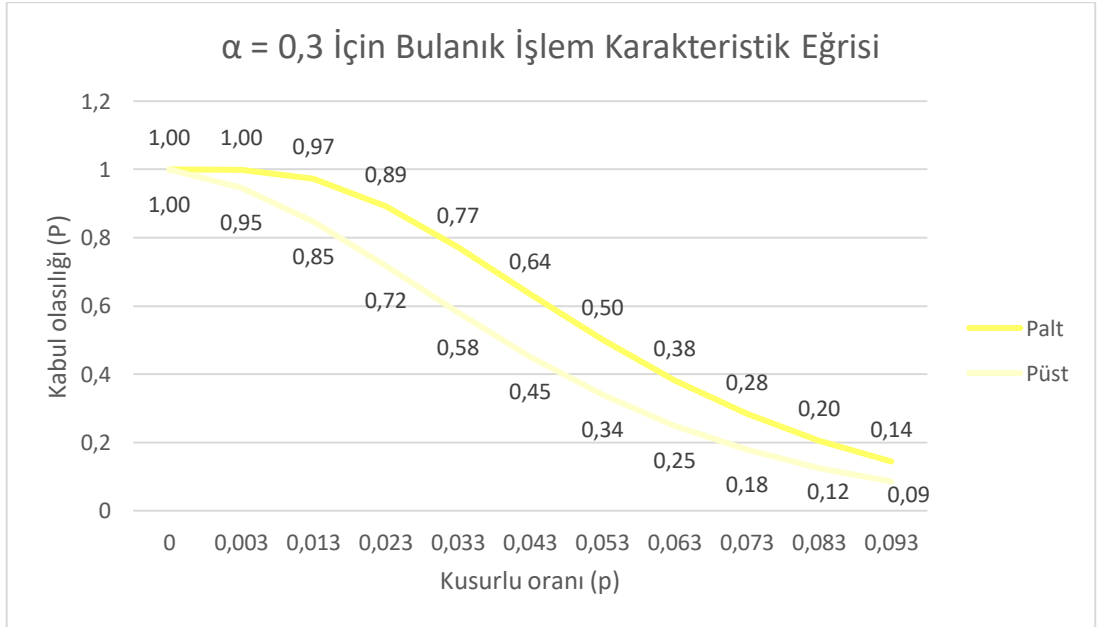
- [30] M. F. Tosun, A. A Gençal, R. Şenol, “Modern kontrol yöntemleri ile bulanık mantık temelli oda sıcaklık kontrolü,” *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol: 23, s. 3, pp. 992-999, 2019.
- [31] E. Baloui Jamkhaneh, B. Sadeghpour Gildeh, G. Yari, “Acceptance single sampling plan with fuzzy parameter,” *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, vol. 8, no. 2, pp. 47-55, 2011.
- [32] E. Turanoğlu, İ. Kaya, C. Kahraman, “Fuzzy acceptance sampling and characteristic curves,” *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 5:1, pp. 13-29, 2012, DOI: 10.1080/18756891.2012.670.

EKLER

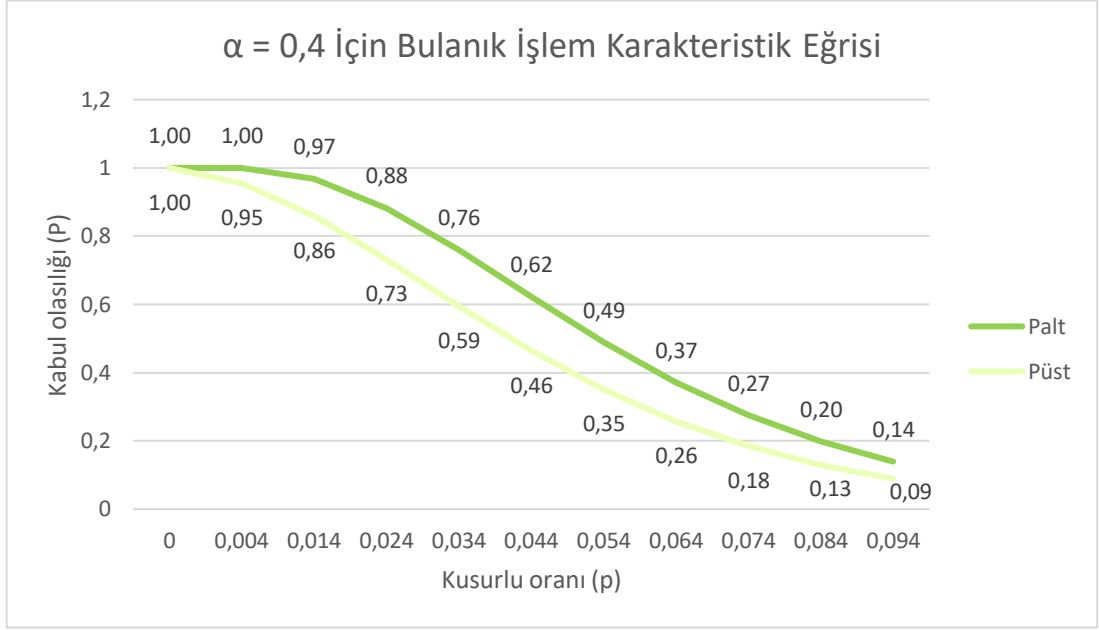
EK 1: $\alpha_{kesme} = 0,2$ İÇİN BİNOM DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



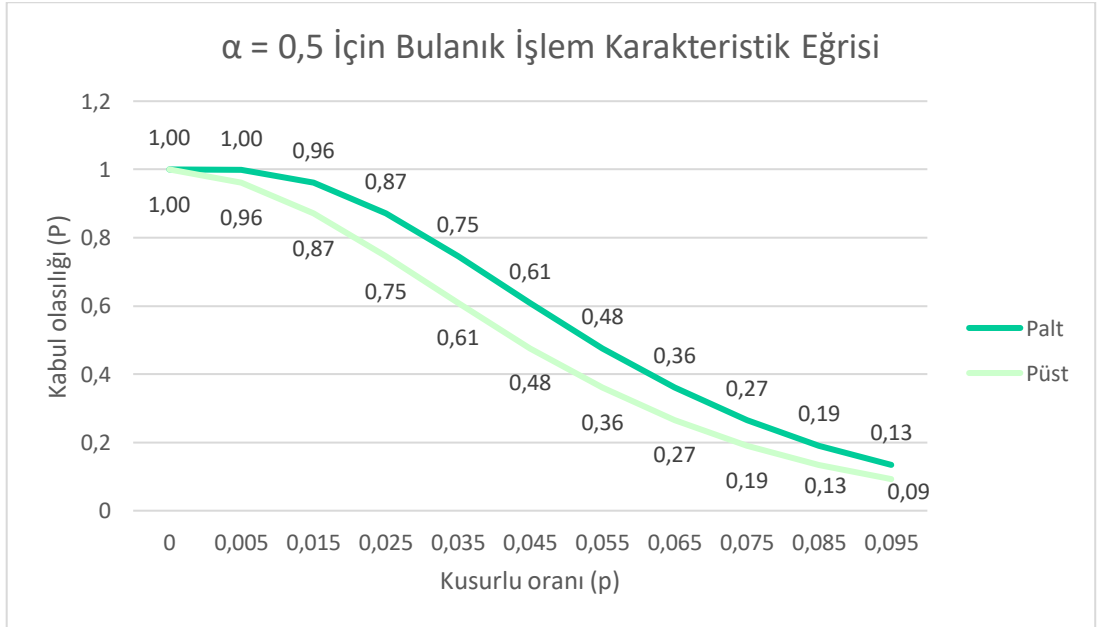
EK 2: $\alpha_{kesme} = 0,3$ İÇİN BİNOM DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



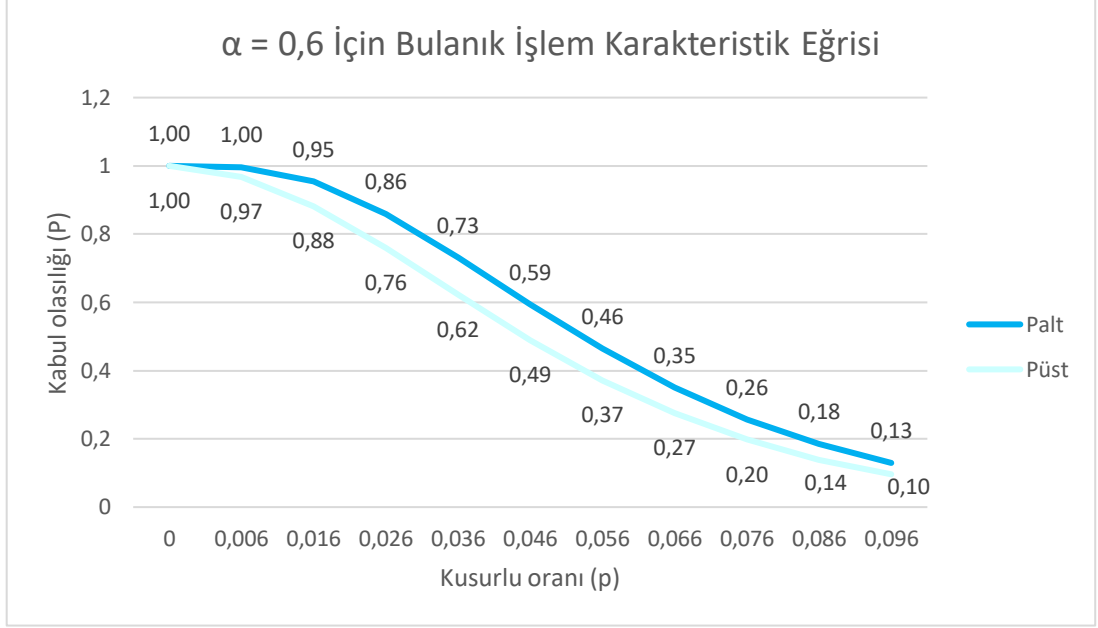
EK 3: $\alpha_{kesme} = 0,4$ İÇİN BİNOM DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



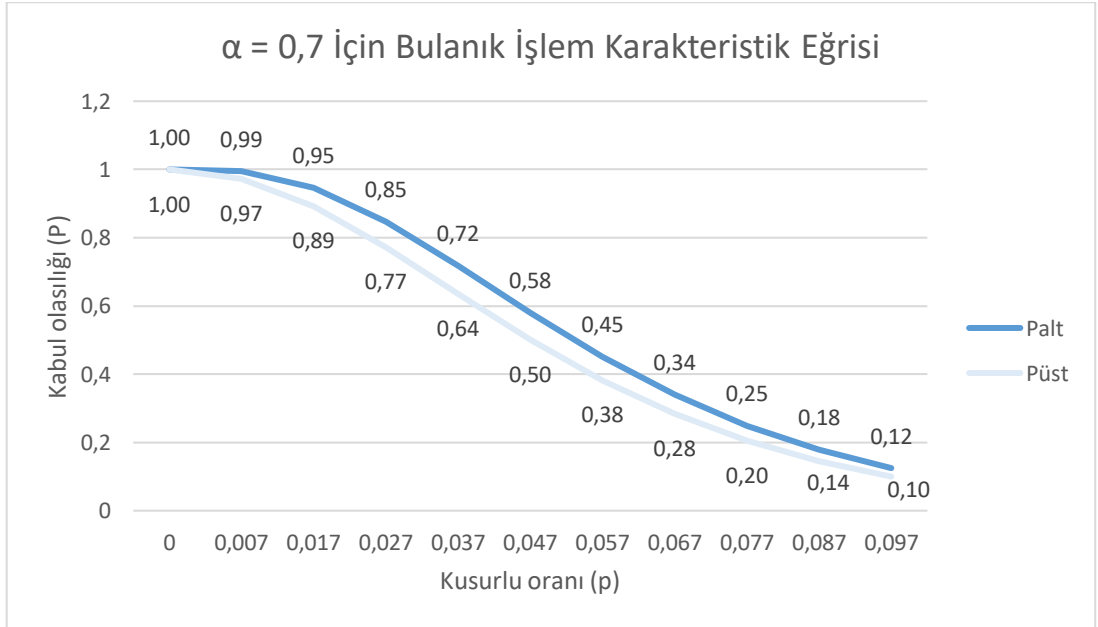
EK 4: $\alpha_{kesme} = 0,5$ İÇİN BİNOM DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



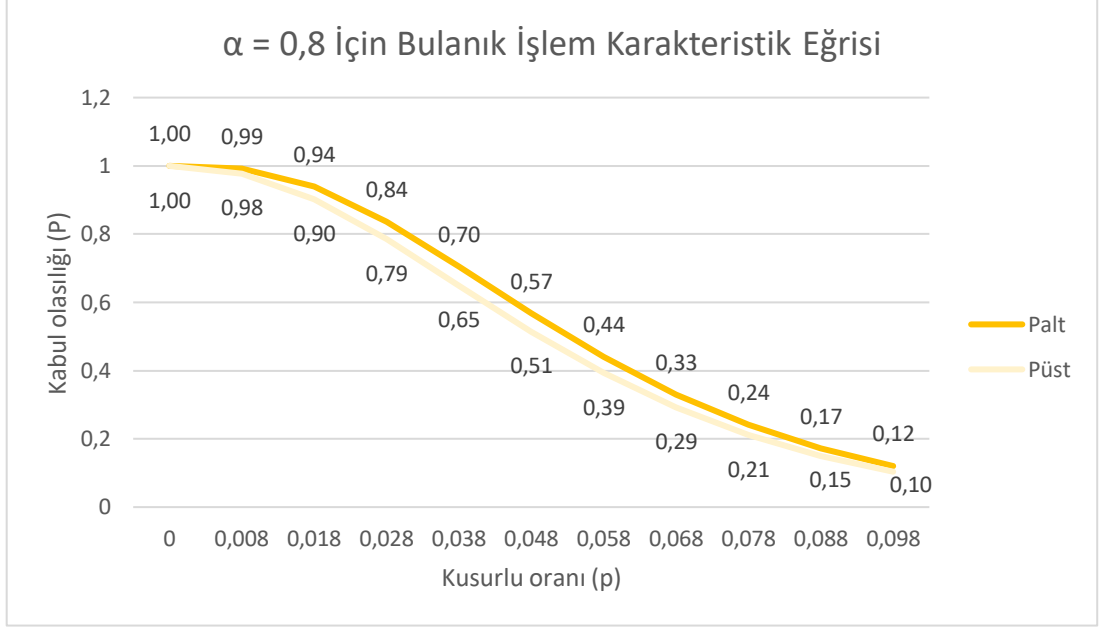
EK 5: $\alpha_{kesme} = 0,6$ İÇİN BİNOM DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



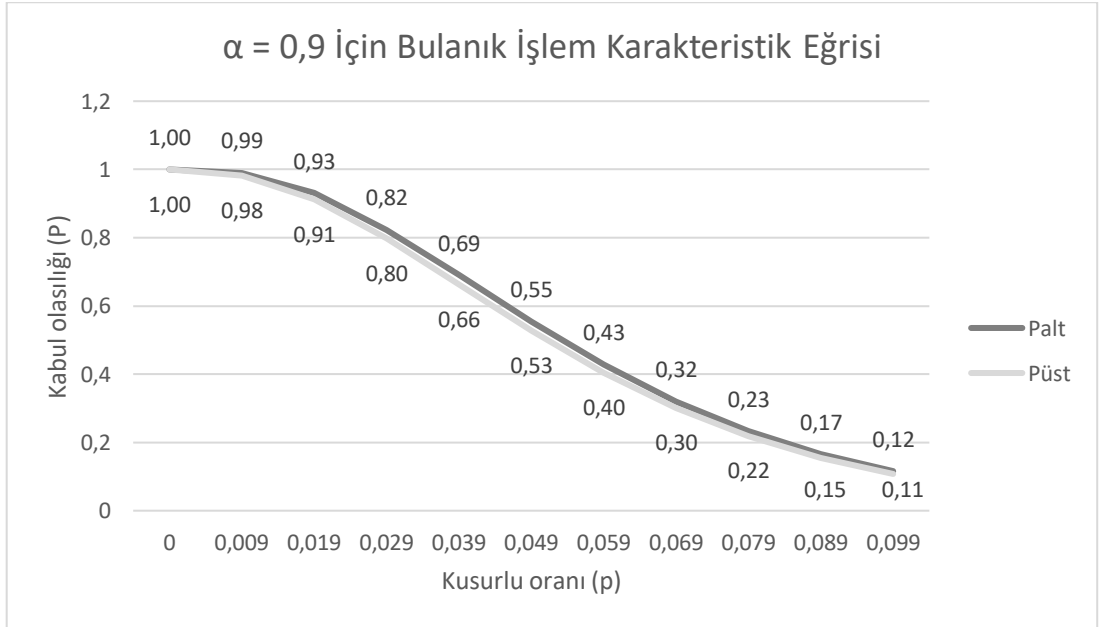
EK 6: $\alpha_{kesme} = 0,7$ İÇİN BİNOM DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



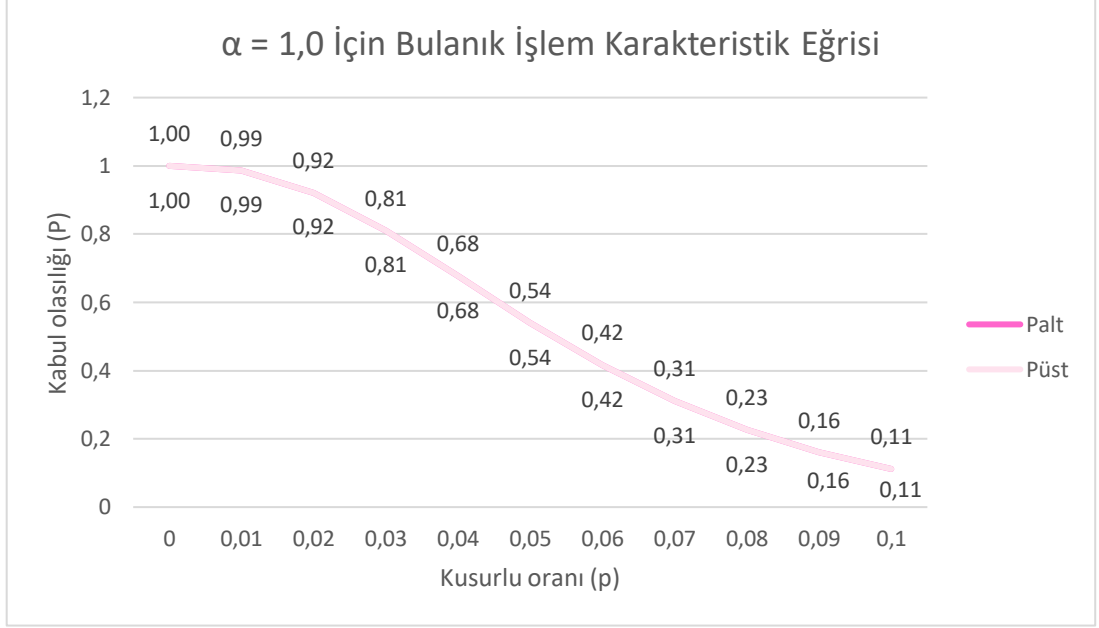
EK 7: $\alpha_{kesme} = 0,8$ İÇİN BİNOM DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



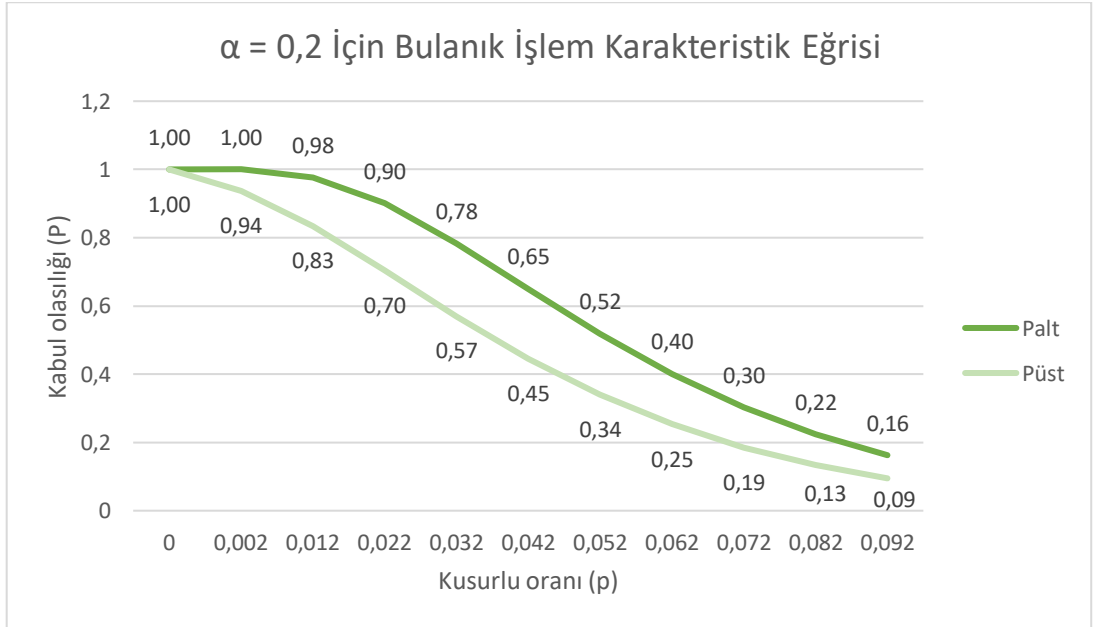
EK 8: $\alpha_{kesme} = 0,9$ İÇİN BİNOM DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



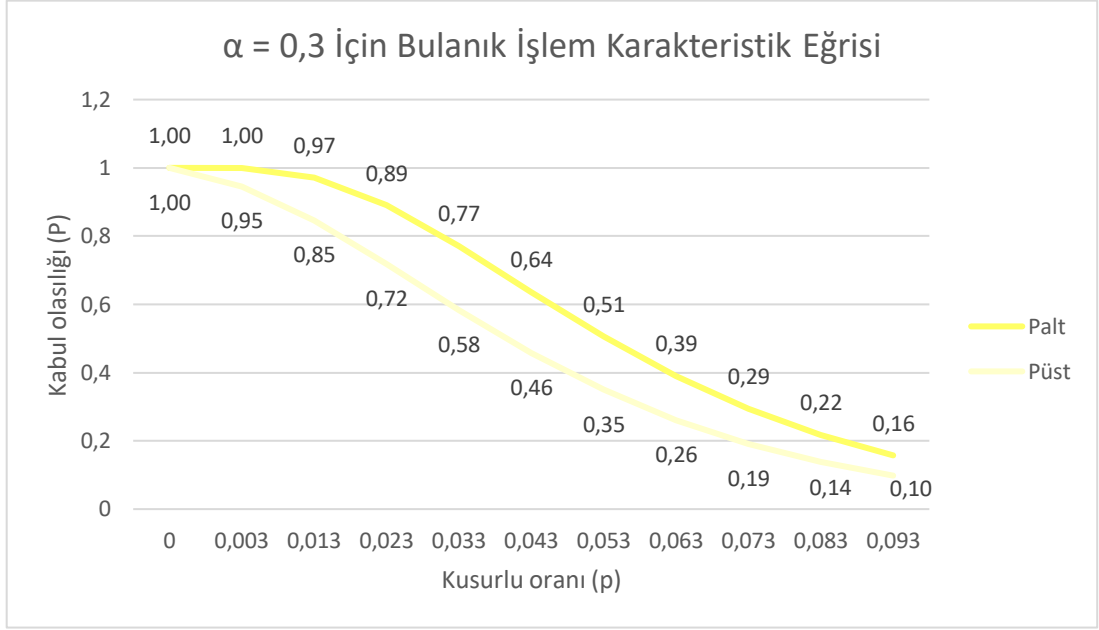
EK 9: $\alpha_{kesme} = 1$ İÇİN BİNOM DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



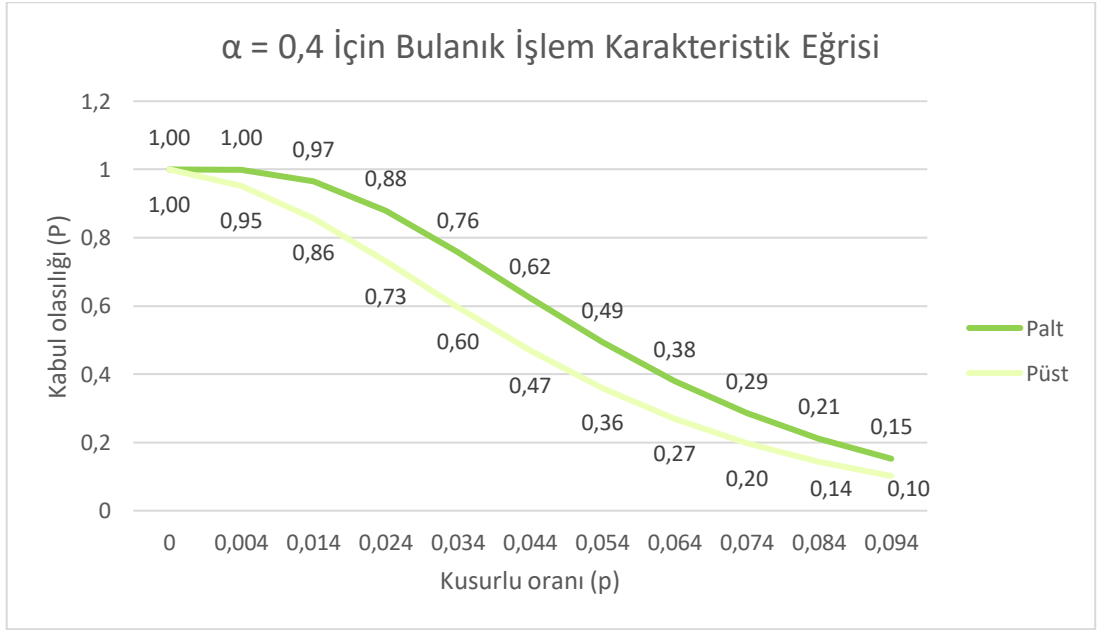
EK 10: $\alpha_{kesme} = 0,2$ İÇİN POISSON DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



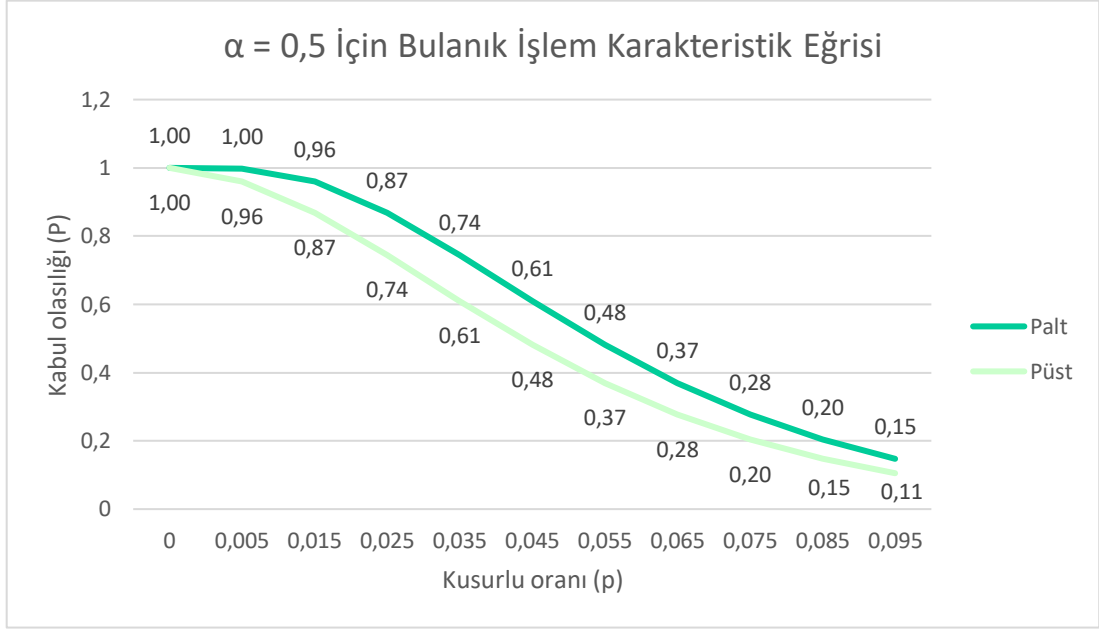
EK 11: $\alpha_{kesme} = 0,3$ İÇİN POISSON DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



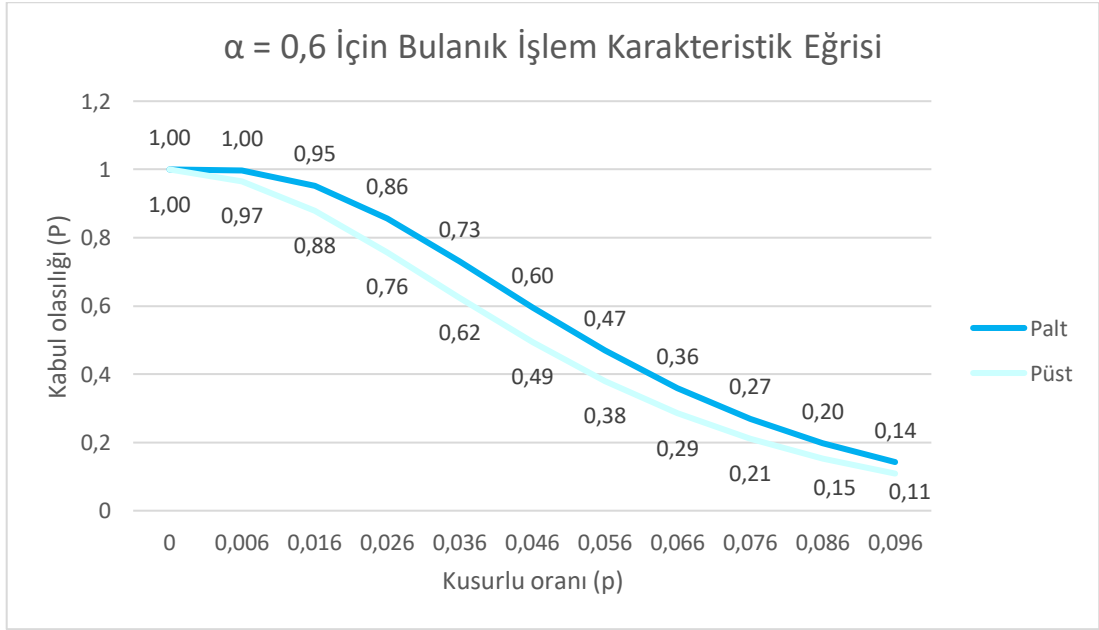
EK 12: $\alpha_{kesme} = 0,4$ İÇİN POISSON DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



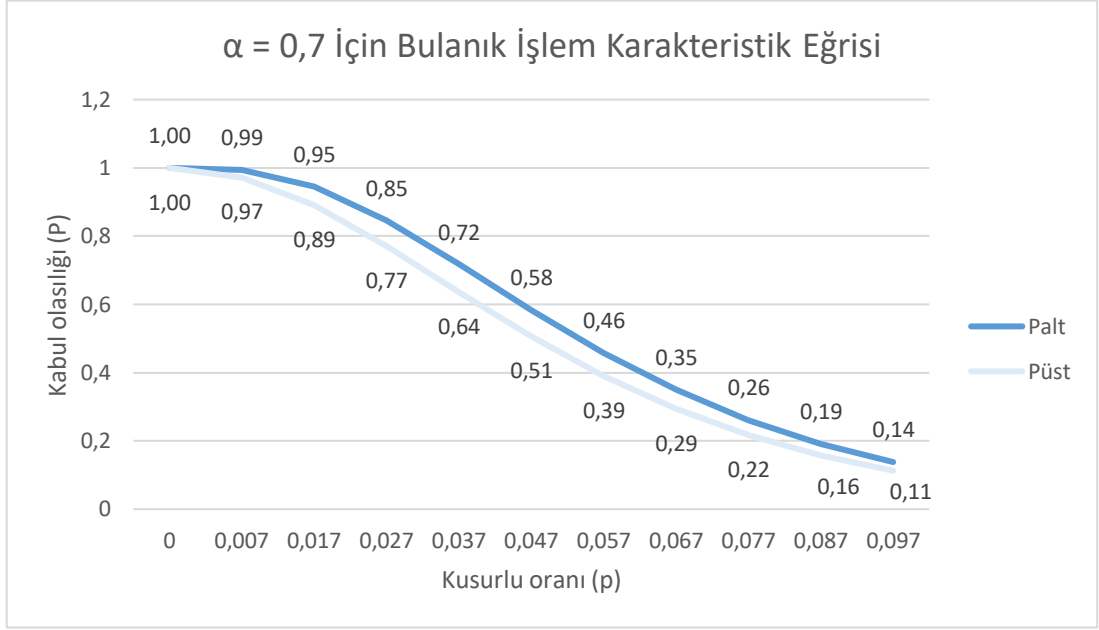
EK 13: $\alpha_{kesme} = 0,5$ İÇİN POISSON DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



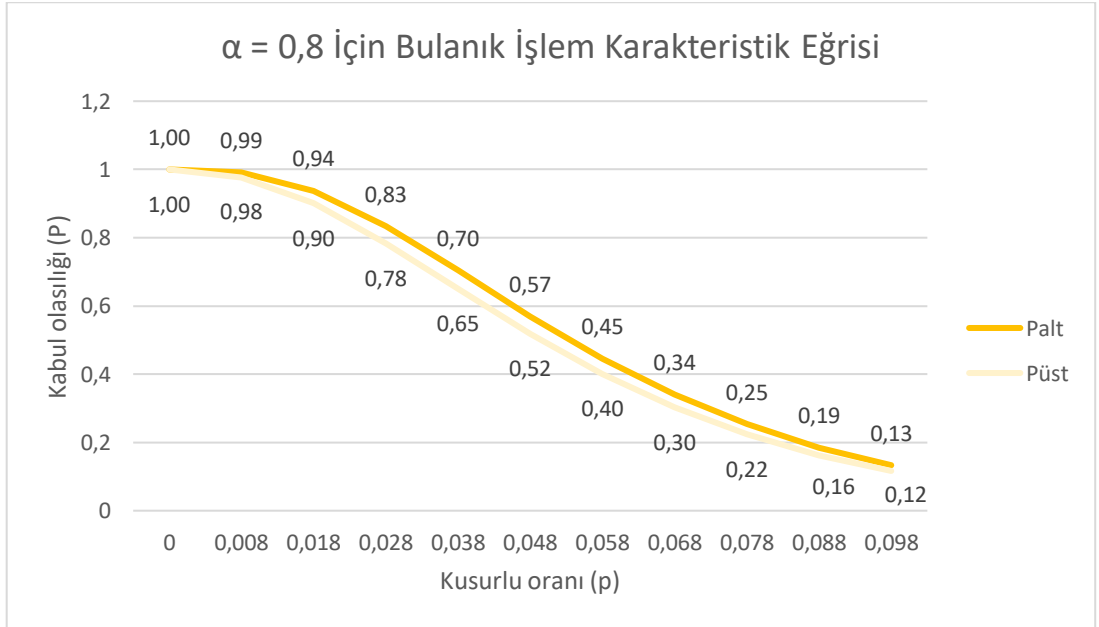
EK 14: $\alpha_{kesme} = 0,6$ İÇİN POISSON DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



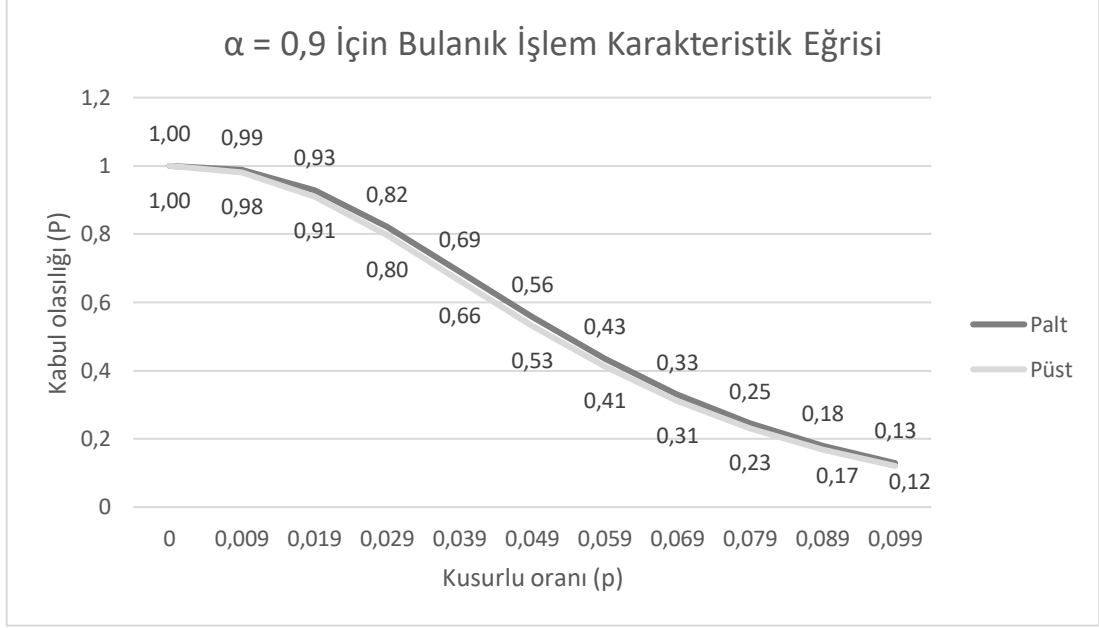
EK 15: $\alpha_{kesme} = 0,7$ İÇİN POISSON DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



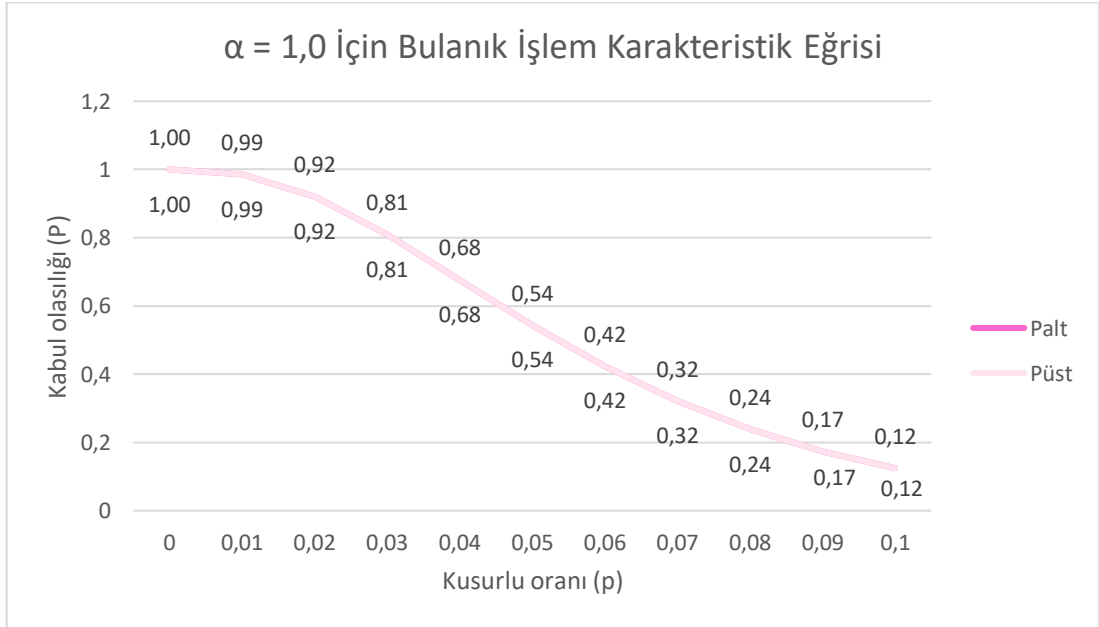
EK 16: $\alpha_{kesme} = 0,8$ İÇİN POISSON DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



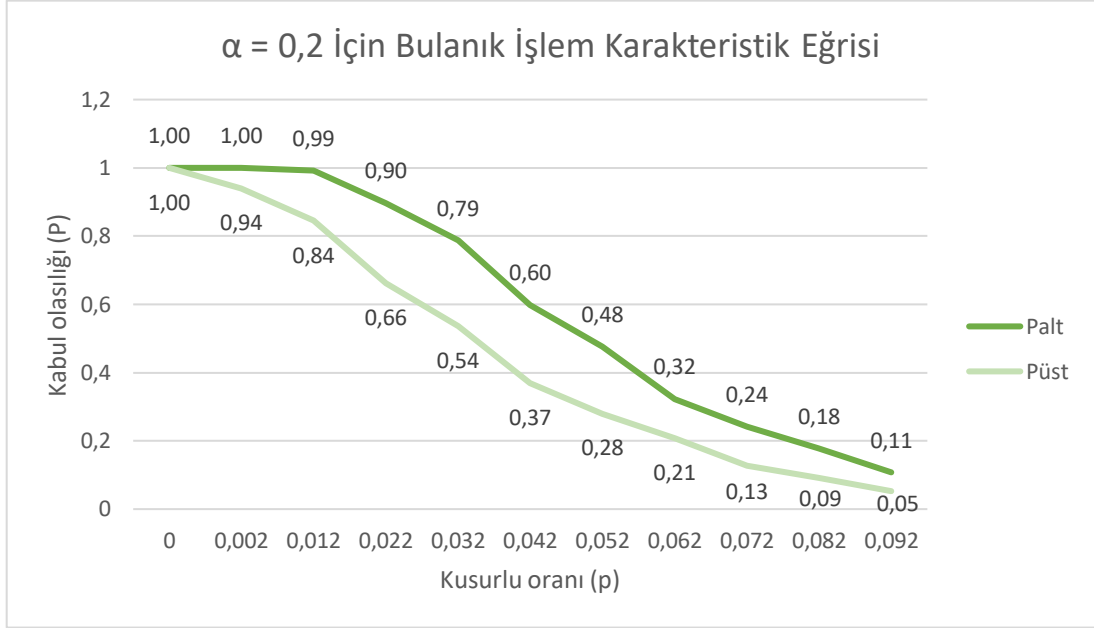
EK 17: $\alpha_{kesme} = 0,9$ İÇİN POISSON DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



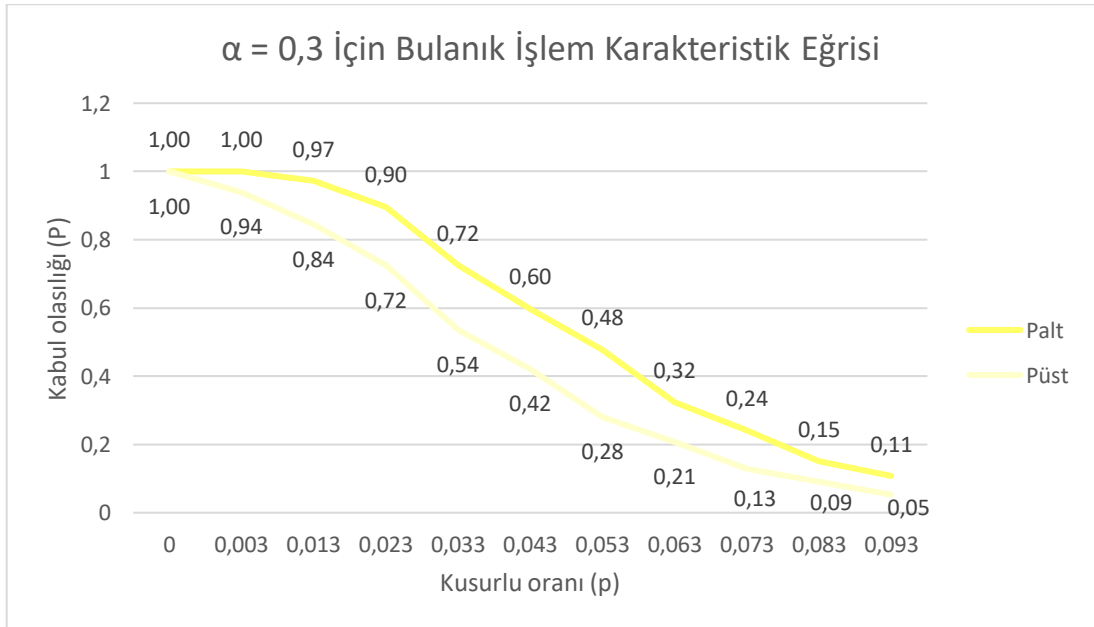
EK 18: $\alpha_{kesme} = 1$ İÇİN POISSON DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



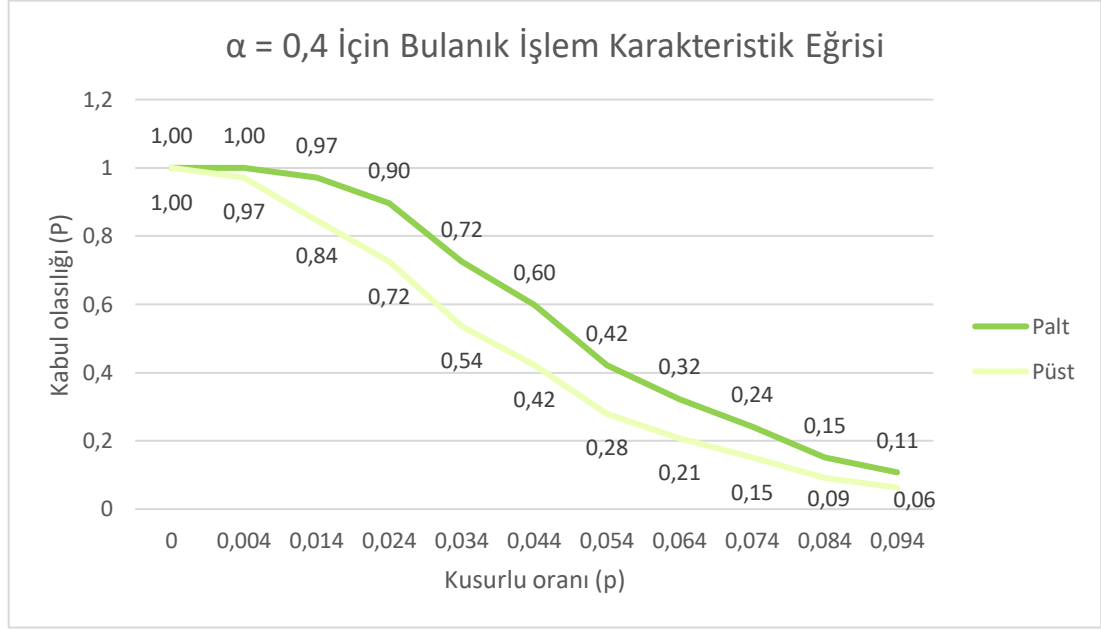
EK 19: $\alpha_{kesme} = 0,2$ İÇİN HİPERGEOMETRİK DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



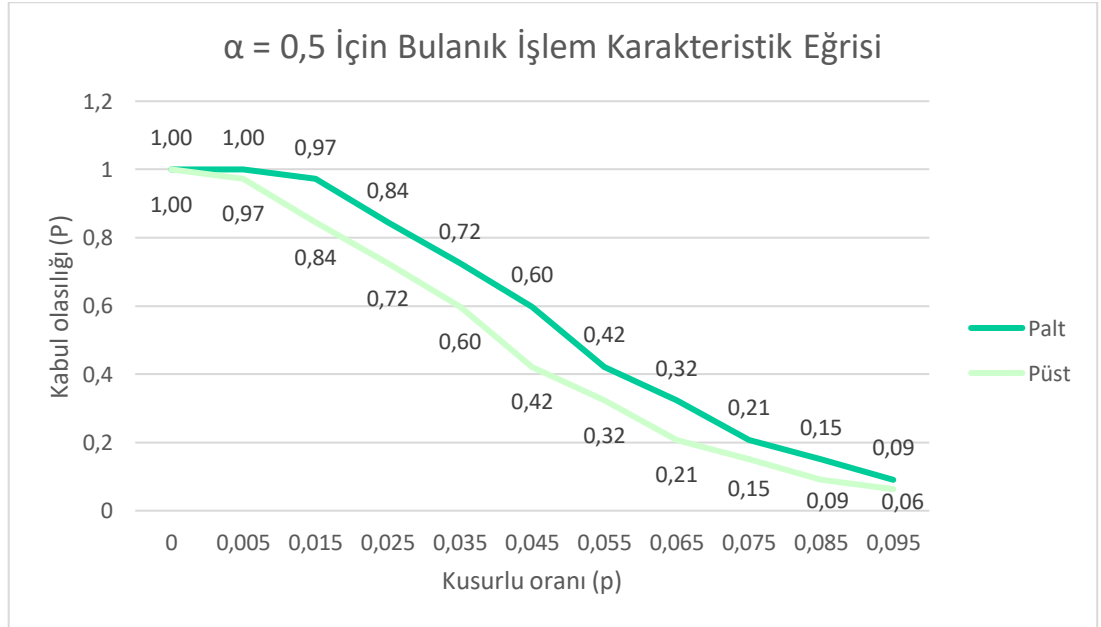
EK 20: $\alpha_{kesme} = 0,3$ İÇİN HİPERGEOMETRİK DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



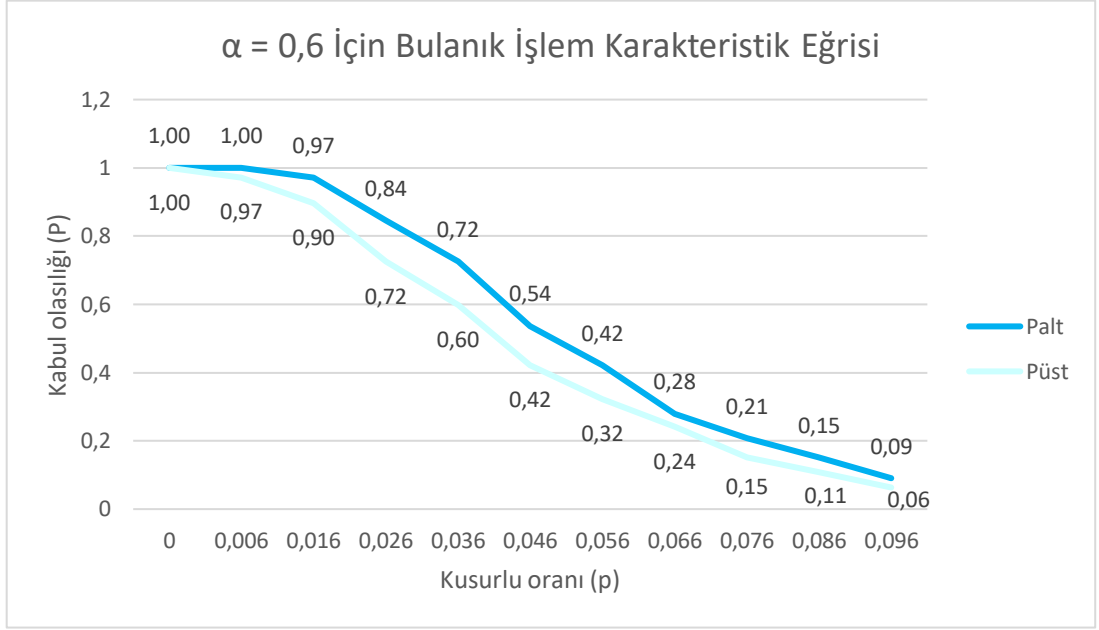
EK 21: $\alpha_{kesme} = 0,4$ İÇİN HİPERGEOMETRİK DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



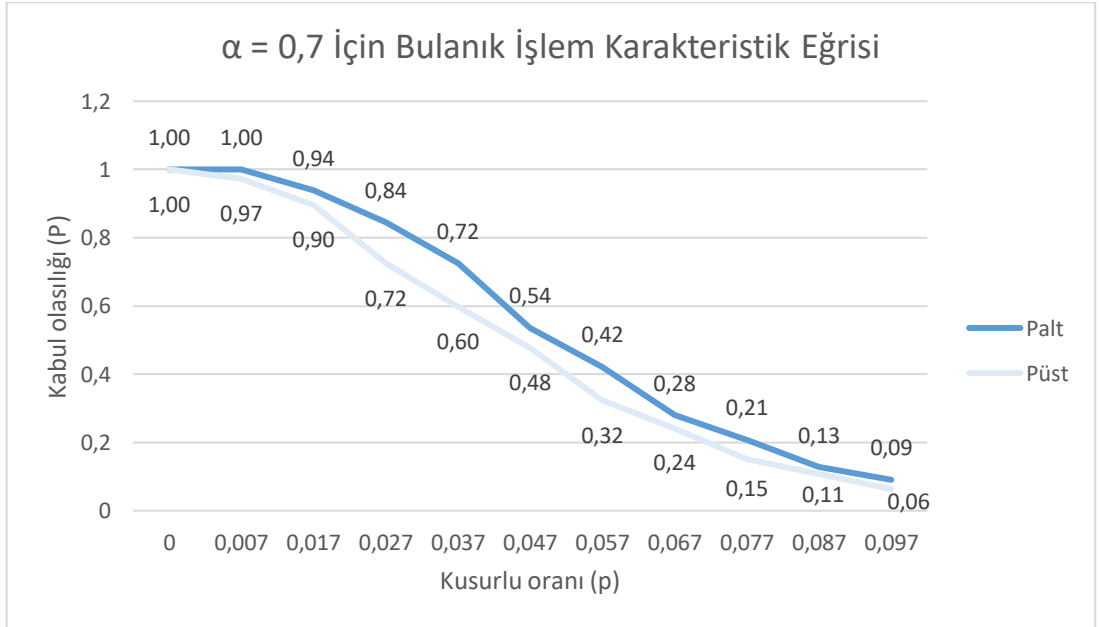
EK 22: $\alpha_{kesme} = 0,5$ İÇİN HİPERGEOMETRİK DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



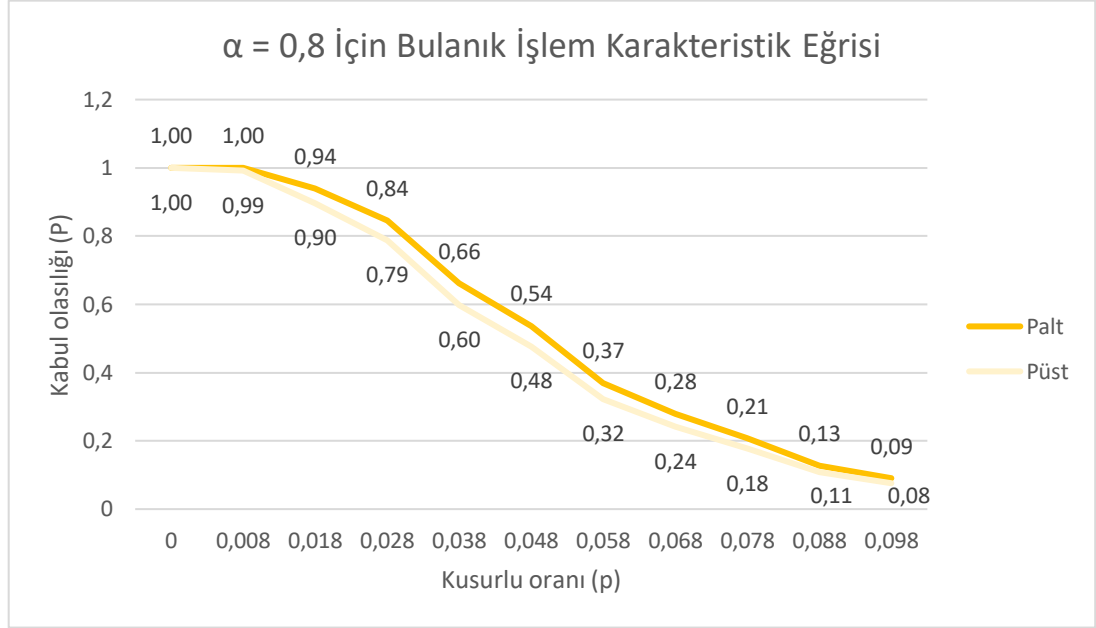
EK 23: $\alpha_{kesme} = 0,6$ İÇİN HİPERGEOMETRİK DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



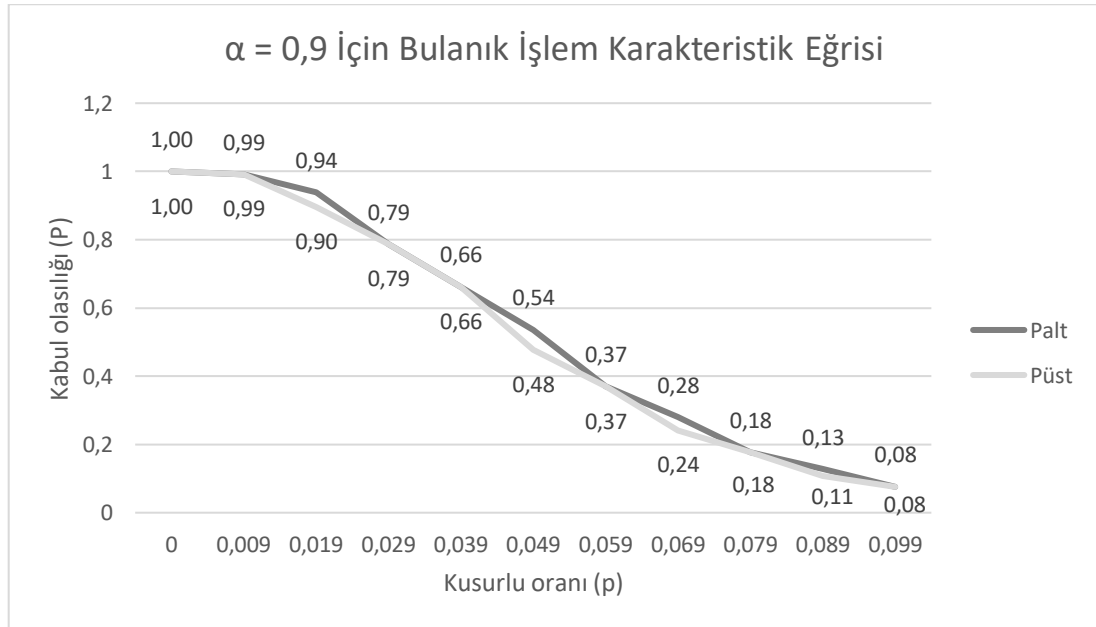
EK 24: $\alpha_{kesme} = 0,7$ İÇİN HİPERGEOMETRİK DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



EK 25: $\alpha_{kesme} = 0,8$ İÇİN HİPERGEOMETRİK DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



EK 26: $\alpha_{kesme} = 0,9$ İÇİN HİPERGEOMETRİK DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ



EK 27: $\alpha_{kesme} = 1$ İÇİN HİPERGEOMETRİK DAĞILIMLI TEK KATLI BULANIK ÖRNEKLEME PLANININ İŞLEM KARAKTERİSTİK EĞRİSİ

