

**HİZMET SİSTEMLERİNDE PERFORMANS
ANALİZİ : BANKACILIK SEKTÖRÜNDE OPERASYONEL
DÜZEYDE BİR BENZETİM ÇALIŞMASI**

Emre DEMİREL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2010
ANKARA**

Emre DEMİREL tarafından hazırlanan “Hizmet Sistemlerinde Performans Analizi : Bankacılık Sektöründe Operasyonel Düzeyde Bir Benzetim Çalışması” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ömer Faruk BAYKOÇ
Tez Danışmanı, Endüstri Müh. Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fulya ALTIPARMAK
Endüstri Müh. Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Ömer Faruk BAYKOÇ
Endüstri Müh. Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa YURDAKUL
Makine Müh. Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih : 23 / 06 / 2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Emre DEMİREL

**HİZMET SİSTEMLERİNDE PERFORMANS
ANALİZİ : BANKACILIK SEKTÖRÜNDE OPERASYONEL
DÜZEYDE BİR BENZETİM ÇALIŞMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Emre DEMİREL

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2010**

ÖZET

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hizmet sektörü en büyük ekonomik sektördür. Bu çapta büyük olan bir sektörde kaynakların verimli kullanılabilmesi için kalite, planlama faaliyetleri, performans ölçümü ve verimlilik oldukça önemlidir. Ancak gerçek sistemlerin son derece karmaşık olması hizmet sistemlerinde analiz yapılmasını, verimliliğin veya performansın artırılmasını zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada, karmaşık hizmet sistemlerinde performansın benzetim kullanılarak artırılması amaçlanmıştır. Bir bankanın para transferleri ve çek giriş süreçleri üzerinde benzetim çalışması yapılarak, süreçlerin merkezileştirilmesi değerlendirilmiştir. Bankacılık sektöründe, operasyonel merkezileştirmenin performansı artırdığı gösterilmiştir. Ayrıca, merkezileşen süreçlerde ortalama işlem tamamlanma süresinin ve personel doluluk oranının eniyilenmesini sağlamak için Cevap Yüzey Yöntemi, Benzetim ile birlikte kullanılmıştır.

Cevap Yüzey Yöntemi kullanılarak girdi faktörlerin en iyi seviyeleri azaltılmış sayıda deneyler ile belirlenmiştir.

Bilim Kodu : 906.1.141

Anahtar Kelimeler : Hizmet sistemleri, performans analizi, benzetim, cevap yüzey yöntemi, bankacılık sektörü

Sayfa Adedi : 95

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Ömer Faruk BAYKOÇ

**PERFORMANCE ANALYSIS
IN SERVICE SYSTEMS : A SIMULATION STUDY
IN BANKING SECTOR AT AN OPERATIONAL LEVEL
(M.Sc. Thesis)**

Emre DEMİREL

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2010

ABSTRACT

Service sector is the largest economical sector in most of the developed or developing countries. Quality, planning activities, performance measurement and productivity are quite important for productive use of resources in a sector likewise. However, the complexity of real systems makes service systems hard to analyze and improve its productivity or performance. In this study, it is aimed to improve the performance of complex service systems by using simulation. The centralization of the processes is evaluated by performing a simulation study on money transfers and cheque entry processes of a bank. It is shown that the performance is improved by operational centralization in banking sector. Besides, in order to optimize the average transaction completion time and the rate of the employee utilization in centralized processes, Response Surface Methodology integration with Simulation is used.

The optimal levels of the input factors are determined with reduced number of experiments by using Response Surface Methodology.

Science Code : 906.1.141

**Key Words : Service systems, performance analysis, simulation,
response surface methodology, banking sector**

Page Number : 95

Adviser : Prof. Dr. Ömer Faruk BAYKOÇ

TEŞEKKÜR

Tez kapsamındaki alıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Prof. Dr. Ömer Faruk BAYKOÇ'a, maddi destek sağlayan TUBİTAK'a teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. HİZMET SİSTEMLERİ	2
2.1. Hizmetin Tanımı ve Genel Özellikleri.....	2
2.2. Hizmet Sistemlerinde Performans Artıracak Yöntemler	4
3. HİZMET SİSTEMLERİNİN PERFORMANS ANALİZİNDE BENZETİM YAKLAŞIMI.....	5
3.1. Benzetim Yöntemine Genel Bir Bakış.....	5
3.2. İlgili Literatür Araştırması	10
4. BANKACILIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA.....	22
4.1. Benzetim Çalışmasında Kullanılan Yaklaşım.....	23
4.2. Giden EFT / Havale / İcra Ödemeleri Süreci.....	26
4.2.1. Şubeden yapılan mevcut süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi	26
4.2.2. Merkezileşen süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi	30
4.2.3. Şube sürecinin ve merkezileşen sürecin karşılaştırılması.....	39
4.2.4. Deney tasarımı ve cevap yüzey yöntemi ile eniyileme.....	44
4.3. Eşleşmeyen EFT Süreci	49
4.3.1. Şubeden yapılan mevcut süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi	50
4.3.2. Merkezileşen süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi	54
4.3.3. Şube sürecinin ve merkezileşen sürecin karşılaştırılması.....	59
4.3.4. Deney tasarımı ve cevap yüzey yöntemi ile eniyileme.....	64

Sayfa

4.4. Çek Giriş Süreci.....	69
4.4.1. Şubeden yapılan mevcut süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi	70
4.4.2. Merkezileşen süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi	74
4.4.3. Şube sürecinin ve merkezileşen sürecin karşılaştırılması.....	79
4.4.4. Deney tasarımı ve cevap yüzey yöntemi ile eniyileme.....	84
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	90
KAYNAKLAR	92
ÖZGEÇMİŞ.....	95

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Mal ve hizmet arasındaki farklılıklar	3
Çizelge 3.1. İncelenen makaleler.....	20
Çizelge 4.1. Giden EFT / havale / icra işlemlerinde talimatın sistemde geçirdiği ortalama süre	40
Çizelge 4.2. Giden EFT / havale / icra işlemleri için tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı	42
Çizelge 4.3. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemleri için merkezi birleşik tasarım ile deney tasarım noktaları	45
Çizelge 4.4. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinin merkezi birleşik tasarımı için kodlanmış faktörlerin (minimum, merkezi ve maksimum) değerleri	45
Çizelge 4.5. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinde her iki cevap değişkeni için alt, üst ve hedeflenen değerler.....	47
Çizelge 4.6. Eşleşmeyen EFT işlemlerinde EFT'nin sistemde geçirdiği ortalama süre.....	60
Çizelge 4.7. Eşleşmeyen EFT işlemleri için tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı	62
Çizelge 4.8. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri için merkezi birleşik tasarım ile deney tasarım noktaları.....	65
Çizelge 4.9. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemlerinin merkezi birleşik tasarımı için kodlanmış faktörlerin (minimum, merkezi ve maksimum) değerleri	65
Çizelge 4.10. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemlerinde her iki cevap değişkeni için alt, üst ve hedeflenen değerler	67
Çizelge 4.11. Çek giriş işlemlerinde çek bordrosunun sistemde geçirdiği ortalama süre.....	80
Çizelge 4.12. Çek giriş işlemleri için tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı.....	82

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.13 Merkezileşen çek giriş işlemleri için merkezi birleşik tasarım ile deney tasarım noktaları.....	85
Çizelge 4.14. Merkezileşen çek giriş işlemlerinin merkezi birleşik tasarımı için kodlanmış faktörlerin (minimum, merkezi ve maksimum) değerleri	85
Çizelge 4.15. Merkezileşen çek giriş işlemlerinde her iki cevap değişkeni için alt, üst ve hedeflenen değerler	87

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Şubeden yapılan giden EFT / havale / icra işlemleri süreci.....	27
Şekil 4.2. Talimat varışları arasındaki geçen sürenin dağılımı.....	28
Şekil 4.3. Müşteri talimatında bulunan işlem sayısının dağılımı.....	28
Şekil 4.4. Şube operasyon işlem giriş süresinin dağılımı.....	29
Şekil 4.5. Şube operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin dağılımı.....	29
Şekil 4.6. Şubeden yapılan giden EFT / havale / icra işlemleri Arena benzetim modeli.....	30
Şekil 4.7. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemleri süreci.....	32
Şekil 4.8. Şube operasyon koordinatörü talimat yönlendirme süresinin dağılımı.....	33
Şekil 4.9. Şube operasyon talimat giriş süresinin dağılımı.....	33
Şekil 4.10. Merkez operasyon işlem giriş süresinin dağılımı.....	34
Şekil 4.11. Merkez operasyon işlem teyit süresinin dağılımı.....	34
Şekil 4.12. Merkez operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin dağılımı..	35
Şekil 4.13. Merkez operasyon talimatı şubeye geri gönderme süresinin dağılımı.....	35
Şekil 4.14. Sistem hatası durumunda merkez operasyon koordinatörü işlem süresinin dağılımı.....	36
Şekil 4.15. Merkez OPK'dan merkez operasyona iletilen hataların düzeltilme süresinin dağılımı.....	36
Şekil 4.16. Merkez teyitçiden merkez operasyona iletilen hataların düzeltilme süresinin dağılımı.....	37
Şekil 4.17. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemleri Arena benzetim modeli.....	39
Şekil 4.18. Giden EFT / havale / icra işlemlerinin merkezileşmesi ile elde edilen personel kazanımı.....	44

Şekil	Sayfa
Şekil 4.19. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinde ortalama talimat tamamlanma süresi yüzey ve eşyükselti grafikleri.....	48
Şekil 4.20. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinde personel doluluk oranı yüzey ve eşyükselti grafikleri	48
Şekil 4.21. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemleri için Minitab Cevap Yüzey Eniyilemenin başlangıç çözümünün çıktısı ve grafiği	49
Şekil 4.22. Şubeden yapılan eşleşmeyen EFT işlemleri süreci.....	51
Şekil 4.23. EFT gelişleri arasındaki geçen sürenin dağılımı	52
Şekil 4.24. Şube operasyon EFT eşleştirme süresinin dağılımı.....	52
Şekil 4.25. Şube operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin dağılımı	53
Şekil 4.26. Şubeden yapılan eşleşmeyen EFT işlemleri Arena benzetim modeli	54
Şekil 4.27. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri süreci	55
Şekil 4.28. Merkez operasyon işlem giriş süresinin dağılımı.....	56
Şekil 4.29. Merkez operasyon işlem teyit süresinin dağılımı.....	56
Şekil 4.30. Merkez operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin dağılımı..	57
Şekil 4.31. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri Arena benzetim modeli	58
Şekil 4.32. Eşleşmeyen EFT işlemlerinin merkezileşmesi ile elde edilen personel kazanımı.....	64
Şekil 4.33. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri için ortalama EFT tamamlanma süresi yüzey ve eşyükselti grafikleri	68
Şekil 4.34. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri için personel doluluk oranı yüzey ve eşyükselti grafikleri	68
Şekil 4.35. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri için Minitab Cevap Yüzey Eniyilemenin başlangıç çözümünün çıktısı ve grafiği	69
Şekil 4.36. Şubeden yapılan çek giriş işlemleri süreci	70
Şekil 4.37. Çek varışları arasındaki geçen sürenin dağılımı	71

Şekil	Sayfa
Şekil 4.38. Bordroda bulunan çek sayısının dağılımı.....	72
Şekil 4.39. Şube operasyon bordro giriş süresinin dağılımı	72
Şekil 4.40. Şube operasyon çek giriş süresinin dağılımı.....	73
Şekil 4.41. Şube operasyon koordinatörü çek girişi teyit süresinin dağılımı	73
Şekil 4.42. Şubeden yapılan çek giriş işlemleri Arena benzetim modeli	74
Şekil 4.43. Merkezileşen çek giriş işlemleri süreci	75
Şekil 4.44. Şube operasyon çek tarama süresinin dağılımı	76
Şekil 4.45. Merkez operasyon çek giriş süresinin dağılımı	76
Şekil 4.46. Merkez operasyon çek girişi teyit süresinin dağılımı	77
Şekil 4.47. Merkez operasyon koordinatörü çek girişi teyit süresinin dağılımı	78
Şekil 4.48. Merkezileşen çek giriş işlemleri Arena benzetim modeli	79
Şekil 4.49. Çek giriş işlemlerinin merkezileşmesi ile elde edilen personel kazanımı	84
Şekil 4.50. Merkezileşen çek giriş işlemleri için ortalama çek bordrosu tamamlanma süresi yüzey ve eşyükselti grafikleri	88
Şekil 4.51. Merkezileşen çek giriş işlemleri için personel doluluk oranı yüzey ve eşyükselti grafikleri.....	88
Şekil 4.52. Merkezileşen çek giriş işlemleri için Minitab Cevap Yüzey Eniyilemenin başlangıç çözümünün çıktısı ve grafiği	89

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
3PL	Üçüncü parti lojistik sağlayıcılar
AHP	Analitik hiyerarşi prosesi
CCD	Merkezi birleşik tasarım
DEA	Veri zarflama analizi
EFT	Elektronik fon transferi
OPK	Operasyon koordinatörü
OPR	Operasyon personeli

1. GİRİŞ

Günümüzde her alanda artan rekabet ve sistem yaşam sürelerinin kısalması sonucunda üreticiler veya hizmet sağlayıcılar, verimliliklerini ve performanslarını sürekli artırmak zorunda kalmaktadır. Ekonomik olarak büyük bir paya sahip olan hizmet sektörü için verimlilik ve performans artırımı daha da önemlidir. Hizmet sağlayıcılar maliyetlerini düşürerek, süreçlerini iyileştirmek ve performans artırmak için yöntemler arayışında olmaktadır.

Ancak gerçek sistemlerin son derece karmaşık olması hizmet sistemlerinde analiz yapılmasını, verimliliğin veya performansın artırılmasını zorlaştırmaktadır.

Bu tezde, karmaşık hizmet sistemlerinde performansın benzetim kullanılarak artırılması amaçlanmıştır. Bir bankanın para transferleri ve çek giriş süreçleri üzerinde benzetim çalışması yapılarak, operasyonel verimliliğin ve performansın artırılabilmesi için üzerinde çalışılan süreçlerin merkezileştirilmesi değerlendirilmiştir. Benzetim modelleri geliştirilerek, merkezileşen süreçlerin şubeler üzerinden yapılan mevcut durumu ile karşılaştırılması sağlanmıştır. Ayrıca, merkezileşen süreçlerde ortalama işlem tamamlanma süresinin ve personel doluluk oranının eniyelenmesini sağlamak için benzetim, Cevap Yüzey Yöntemi ile birlikte kullanılmıştır.

Bu tez beş bölümden oluşmaktadır. Tezin ikinci bölümünde hizmet sistemleri ve özellikleri anlatılmış, hizmet sistemlerinde performans artıracak yöntemler açıklanmıştır. Üçüncü bölümde hizmet sistemlerinin performans analizinde benzetim yaklaşımına ve literatürdeki çalışmalara değinilmiştir. Dördüncü bölümde hizmet sistemlerinde performans artırımı amacıyla bankacılık sektöründe gerçekleştirilen benzetim çalışmasına ve eniyileme için benzetimin Cevap Yüzey Yöntemi ile birlikte kullanımına yer verilmiştir. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. HİZMET SİSTEMLERİ

Hizmet sistemi, belirli bir amaç veya işlev için organize olan ve insanların ihtiyaç duyduğu faydaları veya hizmetleri sağlamak için faaliyet gösteren sistemdir. Hizmetin farklı özelliklere sahip olması nedeniyle, hizmet sistemleri üretim sistemlerinden farklılık gösterir [1].

2.1. Hizmetin Tanımı ve Genel Özellikleri

Skinner (1990)'a göre hizmet, insan ve makineler tarafından insan gayretiyle üretilen ve tüketicilere doğrudan fayda sağlayan ve fiziksel olmayan ürünlerdir [2].

Kotler (1984)'e göre hizmet, satış için sunulan faaliyetler, yararlar, ya da sağlanan doyumlardır [2].

Rust ve ark. (1996)'na göre hizmet, bir gruptan diğerine sunulan herhangi bir şeyin sahipliği ile sonuçlanmayan, bir faaliyet ya da faydadır. Hizmet üretimi fiziksel bir ürüne bağlı olabilir ya da olmayabilir [3].

Hizmetin belirgin özellikleri aşağıda verilmiştir [1, 4].

- Hizmet, nesnelere yerine aktivitelerden oluşan süreçlerdir.
- Hizmetlerin üretimi ve tüketimi eşzamanlı olur.
- En az bir noktada müşteri, hizmet üretim sürecine katılım sağlamaktadır.
- Hizmet emek yoğunudur.
- Hizmetler soyuttur.
- Hizmet yeri müşteri konumuna bağlıdır.

Çoğu hizmet mal ve hizmetin birleşiminden oluşur. Hizmet; bakım ve onarım, devlet yönetimi, yemek, ulaşım, sigorta, ticaret, finans, eğitim, hukuk, sağlık, eğlence gibi birçok iş alanını içermektedir [5].

Mal ve hizmet arasındaki farklılıklar aşağıda belirtilmiştir [5].

- Hizmet genellikle soyut iken mal somuttur.
- Hizmet genellikle üretildiği anda tüketilir, stok tutulamaz.
- Hizmetler genellikle tek ve benzersizdir.
- Hizmetler müşteriler ile etkileşim içerisindedir.
- Hizmetlerin standartlaştırılması, otomasyonu ve beğenilebilecek etkinlikte sunulması genellikle zordur.
- Hizmetler eğitim, sağlık, hukuk hizmetlerinde olduğu gibi genellikle bilgi temellidir.

Çizelge 2.1’de mal ile hizmet arasındaki diğer farklılıklar belirtilmiştir [5].

Çizelge 2.1. Mal ve hizmet arasındaki farklılıklar

Malların Özellikleri (Somut)	Hizmetin Özellikleri (Soyut)
Mallar tekrar satılabilir.	Hizmetlerin tekrar satılabilir olması genellikle mümkün değildir.
Mal stoklanabilir.	Çoğu hizmet stoklanamaz.
Kalitesi ölçülebilir.	Kalitesinin ölçülmesi zordur.
Satışı üretim ortamından ayrı olarak yapılır.	Satış genellikle hizmetin bir parçasıdır.
Nakil edilebilir.	Hizmet sağlayıcı nakil edilebilir, hizmet nakil edilemez.
Tesis, maliyet açısından önemlidir.	Tesis, müşteri iletişimi açısından önemlidir.
Otomasyonu kolaydır.	Hizmetin otomasyonu zordur.
Gelir, ağırlıklı olarak somut ürünlerden sağlanır.	Gelir, ağırlıklı olarak soyut hizmetlerden sağlanır.

Mal ve hizmet arasındaki ayrımın belirtilmesine rağmen çoğu durumda aradaki ayrım çok net olmamaktadır. Gerçekte, hemen hemen bütün hizmetler, hizmet ve somut bir ürünün karışımı olmaktadır. Benzer olarak çoğu ürünün satışı bir hizmet gerektirmektedir. Birçok ürün satış sonrası eğitim ve bakım gerektirebilmektedir. Hizmet aktiviteleri somut ürün üretim

operasyonlarının içinde yer alabilmektedir. İnsan kaynakları yönetimi, lojistik, muhasebe, eğitim, onarım hizmetlerinin hepsi üretim organizasyonlarının içerisinde yer almaktadır. Somut bir ürün içermeyen çok fazla hizmet çeşidi olmamakla birlikte danışmanlık hizmeti buna örnektir [5].

2.2. Hizmet Sistemlerinde Performans Artıracak Yöntemler

Hizmet verimliliğini ve kalitesini aynı anda artırmayı sağlayacak yöntemler aşağıda belirtilmiştir [4, 5].

- Çalışanların teknik yeteneklerinin geliştirilmesi
- Çalışanların davranışlarının hizmete göre yönlendirilmesi
- Sistemlerin ve teknolojinin çalışanlara ve müşterilere yardımcı olabilmesini sağlama
- Hizmet operasyonlarının otomasyonu
- İnternet ve bilgi teknolojileri kullanımı
- Hizmet üretim sürecinde müşteri dayanışmasının artırılması
- Arz ve talep arasındaki dengesizliğin giderilmesi
- Etkin hizmet süreci tasarımı
- Toplam kalite yönetiminin uygulanması
- Tam zamanında üretim sisteminin uygulanması
- Yalın üretim sisteminin uygulanması
- Çizelgeleme
- Benzetim

Karmaşık hizmet sistemlerinde performans artırımı amacıyla yapılacak olan iyileştirme ve düzenlemelerin değerlendirilmesinde benzetim kolaylıkla kullanılabilir.

3. HİZMET SİSTEMLERİNİN PERFORMANS ANALİZİNDE BENZETİM YAKLAŞIMI

Verimliliğin oldukça önemli olduğu hizmet sistemlerinde, sistemin verimliliğini ölçmek ve yapılan geliştirmeyi değerlendirmek için performans analizleri gerekmektedir [6]. Ancak, çoğu hizmet sisteminin karmaşık yapısı performans analizlerini güçleştirir.

Kaynak kısıtlı stokastik ve karmaşık süreçlerde kaliteyi ve etkinliği sağlamak için herhangi bir sistemin analizinde olduğu gibi benzetim kullanılabilir. Birçok hizmet sistemi kaynak kısıtlı faaliyet gösteren stokastik ve karmaşık süreçlerdir. Ayrıca, çoğu hizmet sistemi kesikli süreçlerdir. Bu nedenle, kesikli olay benzetimi birçok türde hizmet sistemlerinin tanımlanmasında, analizinde ve eniyilenmesinde bir araç olarak kullanılabilir [7].

Benzetim, mühendis ve planlamacılara sistemin tasarımı ve işletimiyle ilgili zamanında ve zekice kararlar vermelerini sağlayarak gerçek sistemde hata yapma riskinin en aza indirilmesine yardımcı olur. Benzetim tek başına problemleri çözmez fakat problemi açıkça tanımlar ve sayısal olarak alternatif çözümleri değerlendirir. Önerilen herhangi bir çözüm için sayısal ölçüm ve analiz yapılabilir ve kısa zamanda en iyi alternatif çözümü bulmaya yardımcı olur [6].

3.1. Benzetim Yöntemine Genel Bir Bakış

Benzetim, gerçek sistemin özelliklerinin, karakteristiklerinin ve çalışma şartlarının taklit edilmesidir. Benzetim ile gerçek sistemdeki durum matematiksel olarak taklit edilerek, sistemin çalışma karakteristikleri ve özellikleri değerlendirilir, sonuçlar çıkarılır ve benzetim sonuçlarına göre karar alınır [5].

Benzetimin diğer yöntemlere göre avantaj ve dezavantajları aşağıda belirtilmiştir [5, 7]. Benzetim bu avantajları sağladığından, karmaşık hizmet sistemlerinin analizinde önemli bir araç olarak kullanılabilir.

Avantajları

1. Benzetim esnekliklidir.
2. Diğer matematiksel modeller ile çözülmesi zor olan gerçek hayattaki karmaşık sistemlerin analiz edilmesinde kullanılabilir.
3. Matematiksel modellerde gerçek hayattaki karmaşık yapılar kullanılamaz. Ancak benzetimde bu kısıtlamalar yoktur.
4. Bilgisayar ile ayları veya yılları kapsayan benzetimler kısa sürede elde edilebilir.
5. Karar almak için bilgisayarlarda oluşturulan modeller dakikalar içerisinde denenebilir.
6. Bileşenlerin veya değişkenlerin hangilerinin önemli olduğunun belirlenebilmesi için etkilerinin ne olduğu benzetim ile araştırılabilir.
7. Sistemin modeli kurulduktan sonra, farklı durumların analizi için istenildiği kadar kullanılabilir.
8. Benzetim yöntemi, sistem verilerinin detaylı olmadığı durumlarda elverişlidir.
9. Benzetim, bir sistemdeki karmaşık etkileşimleri etüd etme ve bunlar üzerinde deney yapma olanağı sağlar.
10. Benzetimi yapılan sistemin ayrıntılı gözlemi, daha iyi anlaşılmasını, daha önce görülmemiş eksikliklerin giderilebilmesini, daha etkin fiziksel ve operasyonel sistemin kurulmasını sağlayabilir. Gerçek sistemin nasıl çalıştığını anlamamıza yardımcı olur.
11. Benzetim, değişik koşullar altında sistemin nasıl olacağı hakkında çok az veya hiçbir veriye sahip olmadığımız yeni durumlar üzerinde deney yapma amacıyla kullanılabilir.
12. Önerilen değişikliklerin her anlamda test edilmesi sağlanabilir.

13. Gerçek sistemlerdeki beklenmedik durumların neden kaynaklandığı belirlenebilir.
14. Problemler teşhis edilebilir ve darboğaz analizleri yapılabilir.
15. Planı görselleştirir.

Dezavantajları

1. İyi benzetim modelleri çok maliyetlidir. Geliştirilmesi ve analizi uzun sürebilir.
2. Doğrusal programlamadaki gibi problemlere en iyi çözümü sağlamazlar.
3. Üzerinde çalışılan çözüm için bütün koşulların ve kısıtlamaların oluşturulması gereklidir. Benzetim gerçeğe yakın yeterli girdi olmadan sonuç üretmez.
4. Her benzetim modeli tektir. Çözümleri ve sonuçları diğer problemlere uyarlanabilir değildir.
5. Model geliştirme özel eğitim gerektirir.
6. Benzetim sonuçlarının değerlendirilmesi zordur.
7. Analitik çözümlerin mümkün ve tercih edilebilir olduğu durumlarda kullanımı uygun olamayabilir.

Hizmet sistemlerinde benzetim uygulamaları aşağıda belirtilen yönler nedeniyle üretim sistemlerinden farklılık göstermektedir [7].

- Hizmet sistemlerinde, çoğu zaman sistem veya bileşenlerin üretim sistemlerindeki gibi tanımlanması mümkün değildir.
- Bekleme zamanı, üretilen işten daha fazla öneme sahip olma eğilimindedir.
- Sistemin performansı genellikle değişken ve tahmin edilmesi zor olan insan gücüne bağlıdır.
- Hizmet sistemlerinde talepler genellikle kısa dönemlidir ve bu talepler zamana göre değişkenlik gösterir.

- Sistem analizi genellikle kaynak ile performans arasında tercih yapma üzerine odaklanır.

Birçok analiz yöntemi gibi benzetim de sistemleri ve modelleri içermektedir. Bilgisayar benzetimi sistemlerin modelleri ile ilgilidir. Sistem mevcut veya planlanan bir süreç olabilir. Çoğu durum için sistemler üzerinde fiziksel çalışma yapmak çok zor veya maliyetli olmakta ya da mümkün olamamaktadır. Bu durumlarda sistem üzerinde çalışma yapabilmek için model oluşturulabilir. Ancak, modelden elde edilecek bilgilerin gerçek sistemden farklı olmaması için modeller dikkatlice oluşturulmalı ve yeteri kadar detaya sahip olmalıdır [8].

Model; bir objenin, bir sistemin veya bir fikrin temsilidir. Modelin amacı, sistemi açıklamak, anlamak veya iyileştirmek hususunda bize yardımcı olmasıdır. Modellerin düşünmeye yardım etme, tahmin aracı ve denemelere yardım etme gibi fonksiyonları vardır [9].

Benzetim yöntemi modeller üzerinde kullanılacak tek yöntem değildir. Diğer yöntemler, model üzerinde çalışma yapılabilmesi için birçok varsayım gerektirmektedir, bu da modelin doğruluğunu etkilemektedir. Benzetimin yaygın kullanımının sebebi çok karmaşık sistemlerin karmaşık modelleri üzerinde çalışmaya uygun olmasıdır. Bu, benzetimi çok yönlü ve güçlü bir araç yapar. Benzetim kullanımının artmasının bir başka sebebi ise bilgisayar donanımındaki performans / maliyet oranının iyileşmesidir. Benzetim yazılımlarındaki güç, esneklik, kolay kullanım özelliklerinin artması benzetimin popüler olmasını sağlamıştır [8].

Benzetim ile modelleme şu kavramlar için bir deneme ve uygulama metodolojisidir [6].

- Sistemin davranışını tanımlama
- Teori veya hipotez kurma
- Kurulan sistemin gelecekteki davranışlarını tahmin etmek için kullanma

Sistemler üzerinde genellikle performans ölçmek, iyileştirme yapmak veya yeni tasarım için çalışma yapılır. Yöneticilerin temel hedefi sistemlerinin nasıl çalıştığını anlamaktır ve geliştirebilmektir. Benzetim sadece bir model oluşturmaktan ve istatistiksel analizden daha fazlasını sunabilmektedir [8].

Bilgisayar benzetimi, yazılım kullanılarak gerçek sistemlerin çok çeşitli modelleri üzerinde çalışmak, sistemin işleyişini ve karakteristiklerini taklit etmek için tasarlanan yöntemdir. Gerçek veya önerilen sistemlerin belirli şartlar altında nasıl davranacağına tespit edilmesinde kullanılan bilgisayar model tasarımı sürecidir. Benzetim basit sistemler üzerinde de kullanılabilir, ancak bu yöntemin asıl avantajı karmaşık sistemler üzerinde kullanılabilmesidir [8].

Bir benzetim çalışmasının aşamaları aşağıda verilmiştir [7, 10].

- Problemin tanımlanması ve çalışmanın planlanması
- Performans değerlendirme için değişken sistem karakteristiklerinin tanımlanması
- Süreç akış şemalarının geliştirilmesi
- Verinin toplanması ve modelin tanımlanması
- Bilgisayarda benzetim modelinin geliştirilmesi ve kontrolü
- Pilot denemelerin yapılması
- Modelin doğrulanması
- Deney tasarımı
- Modelin çalıştırılması ve çıktı analizleri
- Raporlama ve sonuçların uygulanması

3.2. İlgili Literatür Araştırması

Benzetimin, hizmet sistemlerinde kullanımı ile ilgili çalışmalar araştırılmış ve bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Al-Zubaidi ve Christer (1997), farklı işgücü yönetimi ve operasyonel yöntemleri kullanarak spesifik bir hastanedeki potansiyel kazanımların bulunmasını araştırmak için bina bakımının işgücü benzetim modelini geliştirmiştir. Geliştirilen modelde bakımdaki günlük değişkenlik, işçilerin hasta veya tatilde olduğu durumlar ve farklı iş koşulları dikkate alınmıştır. Önerilen bakım planlama ilkeleri ile bakım talebini karşılayacak en az işçi sayısını belirlemeyi amaçlamışlardır. Benzetim modelinin karmaşık işgücü planlama gereksinimlerinde kullanışlı bir yaklaşım olduğunu belirtmişlerdir [11].

Paul ve Chaney (1998), mevcut bir benzetim modelinin eniyilenmesi problemine genetik algoritmanın uygulanması üzerine çalışma yapmışlardır. Basit bir genetik algoritmayı tanımlayarak, benzetim modelinin parametrelerinin değiştirilmesinde kullanmışlardır. Önerilen her bir yeni parametre kümesi için benzetim modelini çalıştırmışlardır. Benzetim denemeleri ile toplanan istatistiklerden bu parametrelerin kalitesini ölçen bir amaç fonksiyonu oluşturmuşlardır. Karmaşık benzetim modellerinin stokastik yapısı nedeniyle, amaç fonksiyonunun doğrusal olmayan, karışık (kesikli ve sürekli) eniyileme problemi olduğunu belirtmişlerdir. Genetik algoritmanın bu problem üzerinde başarıyla kullanılabileceği ve daha iyi bir parametre kümesi verdiği sonucuna varmışlardır. Böylece, genetik algoritmanın karmaşık benzetim model eniyileme problemlerini çözebileceğini göstermişlerdir [12].

Moreno ve ark. (1999), karmaşık sistemlerin bilgisayar benzetimi ile ele alınması üzerine çalışma yapmışlardır. Önerilen yöntemi uygulamak için hedef sistem olarak hastaneleri seçmişlerdir. Hastane yöneticilerinin, doğru kararları verebilmesi için organizasyonun tüm fonksiyonları hakkında bilgiye

ihtiyaç duyduğunu ifade ederek, benzetim ile bu sistemlerde ortaya çıkabilecek durumların tespit edilebileceğini belirtmişlerdir. Hastaneyi modellemek için kullanılan yöntem süreç yaklaşımını içermektedir. Yöntemin uygulanması ile hastane performansının arttığını göstermişlerdir [13].

Aalst (2001), kaynakların kullanımını ve akış zamanını dikkate alarak en iyi süreç oluşturulabilmesi için işlerin sıralanması üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmasında hem ardışık hem de paralel yönlendirmeyi dikkate alarak işlerin birleştirilmesinin etkisini araştırmıştır. 11 somut yeniden yapılandırma kuralından oluşan aşamalı bir yaklaşım önermiştir. Önerilen yaklaşımı ExSpect/KO benzetim aracı ile destekleyerek anlatmıştır. ExSpect, Petri ağları temeline dayanmaktadır ve karmaşık benzetim çalışmaları için fonksiyonel bir programlama dili sunmaktadır [14].

Höst ve ark. (2001), piyasanın yönlendirdiği gereksinimlerin yönetimi sürecinin benzetimi üzerinde çalışma yapmışlardır. Piyasanın yön verdiği koşullarda yazılım geliştirmede, birçok müşteriye genel özellikleri olan yazılım paketi sunulmaktadır. Yeni gereksinimler sürekli çıkmakta ve gereksinimlerin yönetimi sürecinin amacı da gereksinimleri öğrenmek, yönetmek ve önceliklendirmektir. Çalışmalarında, belirli bir gereksinim yönetimi sürecini kesikli olay benzetimi kullanılarak modellemişler ve model parametrelerini organizasyondaki kişiler ile yapılan konuşmalar sonucunda tahmin etmişlerdir. Benzetimin sonuçlarına göre, aşırı durumlar ile sonuçlanan koşullar belirlenmiştir. Aşırı durumları önleyecek süreç değişikliği önerilerinin bulunmasında da benzetim kullanılmıştır [15].

Kim ve Horowitz (2002), elektif cerrahi müdahale için çizelgelemenin faydalı olabileceğini ve günlük kota sistemi ile 1-2 haftalık çizelgelemenin, hastane içinde birçok birimden gelen hastalara hizmet veren yoğun bakım ünitesinin performansını artırdığını belirtmişlerdir. Model parametrelerini 6 aylık süre içerisinde yoğun bakım ünitesinden elde edilen veriler ile oluşturmuşlar ve bu benzetim modelini araştırmalarında kullanmışlardır. Kota sistemi ile elektif

cerrahi müdahalenin çizelgelenmesinin hastaneye faydalı etki yapabileceği sonucuna varmışlardır [16].

Angelis ve ark. (2003), bir sağlık merkezinin tasarımı ve yönetimi problemi üzerine çalışma yapmışlardır. Sağlık merkezinde hedef fonksiyonların belirlenebilmesi ve hizmet verenlerin en iyi konfigürasyonunu hesaplayan, doğrulayan eniyileme için interaktif sistem benzetimi kullanımı yöntemini önermişlerdir. Bu yöntem, sağlık merkezi yöneticileri için etkili bir karar destek sisteminin temelini oluşturmaktadır. Çalışmalarında önerilen yöntemin uygulanması açıklanarak, transfüzyon merkezi yönetiminin iyileştirilmesindeki etkinliği gösterilmiştir [17].

Pierreval ve Paris (2003), benzetim eniyileme yönteminin belirlenen bir çıktı kriteri için girdi parametrelerinin en iyi değerlerini belirlemeyi hedeflediğini belirterek, çalışmalarında tasarım seçeneklerinin seçilmesi gereken daha karmaşık bir durumu ele almışlardır. Konfigürasyon problemi olarak adlandırılan bu problemde evrimsel dağıtık algoritma ile ilişkili benzetimi kullanmışlar ve bir örnek ile açıklamışlardır. Bu yaklaşım ile karmaşık dinamik sistemler gibi yeni birçok problem çözülebilmektedir. Bu sonuçlar altında, sistemlerin en iyi konfigürasyonunun limitlerini modelleme ve benzetim araçları ile belirlemişlerdir. Bu bakış açısıyla, fonksiyonel benzetimi tartışmışlar ve bazı araştırmalara değinmişlerdir [18].

Zülch ve ark. (2004), birçok üretim tesislerinde insan kaynaklarının en pahalı kaynaklar olduğunu ve bu kaynakların en iyi kullanımının önemli bir başarı faktörü olmakla birlikte uzun dönemde rekabetçiliği de sağladığını belirtmişlerdir. Personel atama için birçok olasılığı ve esnek insan kaynaklarının kullanımını düşünürken etkili planlama araçlarına ihtiyaç duyulduğunu ifade ederek, bu amaç için planlama aracı olarak benzetimin kullanılabilirliğini önermişlerdir. Çalışmalarında farklı tiplerde personel atama problemlerini çeşitli yöntemler ve çözümler ile bir örnek çalışmada kullanarak açıklamışlardır [19].

Jeung Ko ve ark. (2006), üçüncü parti lojistik sağlayıcıları (3PL) için dağıtım şebekesi tasarımında depo performansını dikkate alan hibrit eniyileme / benzetim yaklaşımı üzerine çalışma yapmışlardır. Üçüncü parti lojistik sağlayıcıları farklı müşterilerin gereksinimlerini karşılayabilmek için zor durumda kalmakta, belirsiz ve değişken iş koşulları altında çalışmaktadırlar. Bunun sonucu olarak da, rekabet edebilmek için etkin bir dağıtım sistemine ihtiyaç duymaktadırlar. Çalışmalarında dinamik dağıtım şebeke yapılarının eniyileme modeli olarak genetik algoritmayı, depo kapasitesinin değerlendirilmesinde benzetim modelini kullanmışlardır. Depo kapasite planlamalarında müşteri talebindeki ve taşıma sürelerindeki belirsizliklerin saptanabilmesi için benzetim modelini kullanmışlardır. Yaklaşımın geçerliliğini araştırabilmek için de örnek bir problem üzerine uygulama yapmışlardır [20].

Melao ve Pidd (2006), çalışmalarında çoğu organizasyonun iş süreçlerini geliştirmek istediğini, bunu karşılayabilmek için de İş Süreçleri Benzetimi'nin kullanılabilirliğini belirtmişlerdir. Çoğu benzetim yazılımı araçlarının kullanımının kolay olduğunu ancak, önceden tanımlanmış yapılar çerçevesinde esnekliğinin az olduğunu ifade etmişlerdir. İş süreçlerinin benzetiminin yapılabilmesi için C++ ile geliştirilmiş BP Sim++ tekrar kullanılabilir modelleme bileşenleri kütüphanesinin kullanımını önermişlerdir. Bu bileşenler grafiksel kullanıcı ara yüzü ile kolay kullanılabilirliği ve bileşen yapısı ile de esnekliği birleştirmektedir. Konuyu açıklamak ve modelleme kütüphanesini değerlendirmek için bir çağrı işleme süreci tanımlayarak, yaklaşımın güçlü yönlerini ve sınırlamalarını tartışmışlardır. BP Sim++'daki gibi kullanılan birleşik teknolojinin hem kullanım kolaylığı hem de esneklik sağladığı sonucuna varmışlardır [21].

Qi ve Bard (2006), US Posta Servisi tarafından posta işleme ve dağıtım merkezi düzenlemede ve personel ihtiyacı belirlemede kullanılan iki karar destek sistemini birleştiren iki amaçlı benzetim modeli üzerine çalışma

yapmışlardır. İlk sistem günlük ekipman çizelgesini eniyilemek için, ikinci sistem ise işgücü ihtiyacını eniyilemek için tasarlanmıştır. Bu iki sistem büyük çaplı tamsayı programlama ile çözülmektedir. Önerilen benzetim modeli ile ilk olarak sonuçların doğrulanmasını amaçlamışlardır. Önerilen benzetim modelinin ikinci amacı ise personel ihtiyacının belirlenmesi ve doğrulanmasını içermektedir. İşgücü gereksiniminin ve personel eniyileme sisteminden gelen haftalık çizelgenin, tesisin hizmet standartlarını karşılayacak yeterlilikte olduğunun belirlenmesinde benzetimi kullanmışlardır. Önerilen benzetim modeli, iki eniyileme sistemi arasında bir köprü oluşturmaktadır [22].

Bachelet ve Yon (2007), birçok eniyileme tekniğinin matematiksel temele dayandığını ve bu durumda modelleme yapılırken önemli varsayımlar yapılması gerektiğini vurgulayarak, elde edilen çözümün teorik olarak en iyisi olsa da pratikte en iyi olmayabileceğini, çözümün gerçek performansını değerlendirmede benzetimin kullanılabilmesini belirtmişlerdir. Çalışmalarında; matematiksel modelden sağlanan çözümlerin geliştirilebilmesini sağlayan, eniyileme ve benzetimi birbirine bağlayan bir yaklaşım önermişlerdir. Model, benzetim ile değerlendirilen amaç fonksiyonunun iyileştirilmesine odaklanan genel eniyileme-benzetimin aksine, teorik amaç fonksiyonunun eniyilenmesi üzerine odaklanmaktadır. Bu yaklaşımı rotalama problemi üzerinde açıklamışlar, çözümün ve her iki yöntemin etkinliğinin sonuçlarını göstermişlerdir [23].

Kaakai ve ark. (2007), Avrupa ve Amerika'daki istatistiklere dayanarak demiryolu geçiş istasyonlarında her yıl ölümcül olabilen birçok ciddi yolcu yaralanması ile karşılaşıldığını ve bu kazaların en büyük nedenlerinden birinin ise istasyonların tasarımı olduğunu belirterek, acil durumlar gibi kritik koşullar altında tesislerin (platform, kapılar, merdivenler, yürüyen merdiven) değerlendirilmesinin çok önemli olduğu sonucuna varmışlardır. Çalışmalarında, toplu taşımanın imajını kötüleyen bu kazaları önleyebilmek, azaltabilmek için performans değerlendirme yöntemleri ile yetkililere yardımcı olabilecek karma

Petri ağları temeline dayanan bir benzetim modeli sunmayı amaçlamışlardır [24].

Azadeh ve ark. (2008), demiryolları sistemi iyileştirilmesi ve eniyilenmesi için bilgisayar benzetimi ile bütünleştirilmiş Veri Zarflama Analizi (DEA) ve Analitik Hiyerarşi Prosesine (AHP) dayanan model üzerinde çalışma yapmışlardır. Birleştirilmiş DEA, AHP ve benzetim modelini çoklu nitel ve nicel girdi ve çıktıların dikkate alınarak en iyi alternatifin seçilmesinde kullanmışlardır. Demiryolu sisteminin benzetim modelinin oluşturulmasında SLAM dilini kullanmışlardır. Benzetim modelinin amacı yolcu trenlerinin zamana bağlı olan güvenilirliğini artırarak, yolcu ve kargo trenlerinin ortalama seyahat süresini kısaltmaktır. İlk olarak, üzerinde çalışılan sistemin ve modelin doğrulanmasında benzetim kullanmışlardır. İkinci olarak, analitik hiyerarşi prosesini nitel kriterlerin ağırlıklarının belirlenebilmesi için kullanmışlardır. Son olarak da, çok amaçlı modeli çözmek ve en iyi alternatifi belirleyebilmek için veri zarflama analizi modelini kullanmışlar ve aynı zamanda mevcut sistemin iyileştirilmesini sağlamışlardır [25].

Dijk ve Sluis (2008), klasik yöneylem araştırması tekniklerinin ve benzetimin birlikte kullanımı üzerine araştırma yapmışlar ve çağrı merkezleri, hastaneler, havaalanı ve montaj hatları üzerine uygulandığını örneklerle anlatmışlardır. İlk olarak paralel kuyruk sistemlerinin havuz kullanılarak veya havuz olmadan tasarlanması üzerinde çalışmışlardır. Burada benzetim ve kuyruk modellerinin birleşimini göstermişlerdir. Bu yaklaşımın çağrı merkezlerinde, hastanelerde, havaalanında ve montaj hatlarında kullanımını açıklamışlardır [26].

Rosen ve ark. (2008), çoklu performans ölçümü içeren benzetim eniyileme probleminde kullanılabilir yöntemleri araştırmışlardır. Stokastik sistemlerin tasarımı ve düzenlenmesi için benzetimin çok güçlü bir araç olduğunu vurgulamışlar ve benzetim modeline göre alternatiflerin gerçek sisteme uygulanmasında diğer yöntemler ile desteklenmesi gerektiğini söylemişlerdir.

Bu problem için kullanılabilir her bir yöntemin güçlü ve zayıf yönlerini tartışmışlardır [27].

Ahmed ve Alkhamis (2009), Kuveyt'te bir devlet hastanesinin acil servisinde kullanılacak karar destek sistemi tasarımı için eniyileme ile benzetimi bütünleştiren yaklaşım üzerinde çalışma yapmışlardır. Hastane, farklı kategorilerde hastalar için hizmetler sağlamaktadır. Hasta memnuniyetinin artırılmasını sağlamak ve hasta bekleme süresini azaltmak için bütçe kısıtları altında en iyi sayıda doktor, laboratuvar teknisyeni ve hemşire gereksinimini belirlemek için eniyileme ile birleştirilmiş sistem benzetim yöntemini önermişlerdir. Bu karar destek sistemi ile değişik personel seviyelerinin hizmet etkinliği üzerindeki etkisini değerlendirmeyi hedeflemişlerdir. Deneysel sonuçlar, mevcut hastane kaynakları kullanılarak benzetim eniyileme modelinin en iyi sonuçta hasta memnuniyetini %28 artırdığını ve hasta bekleme süresini %40 azalttığını göstermektedir [28].

Castillo ve ark. (2009) çalışmalarında, hizmet kalitesini dikkate alarak maliyet ve hizmet kalitesi arasındaki etkileşime olanak sağlayan ayrıntılı bir iş yükü çizelgesi sunmayı hedeflemişlerdir. İş yükü çizelgelemede en iyi çizelge genellikle kabul edilebilir hizmet düzeyinde maliyeti minimize edecek şekilde belirlenir ve önceden belirlenmiş zaman aralıklarında hizmet verilen müşteri yüzdesi olarak ifade edilmektedir. Maliyetin minimize edilmesini ve hizmet seviyesinin maksimize edilmesini diğer tamamlayıcı kriterler ile birlikte eşzamanlı olarak dikkate alan alternatif çok boyutlu bir yaklaşım önermişlerdir. Önerilen yaklaşımın temel hedefi, hizmet kalitesinin dikkate alınması ile maliyet ve hizmet kalitesi arasındaki etkileşime olanak sağlayarak ayrıntılı bir iş yükü çizelgesi sunmaktır. Ayrıca, yaklaşım çok fazla varsayım içermemektedir. Çalışmalarında mümkün çizelgeleri benzetim modeli ile değerlendirmişlerdir [29].

Persson ve ark. (2009), İsveç hastanesinde cerrahi yönetim kararlarının modellenmesi için benzetimi kullanan ve eniyilenmesini de içeren bir

yaklaşım üzerinde çalışma yapmışlardır. Elektif cerrahi yönetiminde, sağlık ve ekonomik kısıtlar altında belirli bir zaman içinde operasyon için çizelgelenmek zorunda olan hastaların oluşturduğu kuyruklar ile karşılaşmaktadır. Hasta kuyruğunun ve bekleme sürelerinin artmasını engellemek için, cerrahi yönetimi geçici olarak hastane kapasitesi artırımı veya hastaları başka bir hastanede çizelgeleme kararı alacaktır. İsveç'te yeni çıkan bir yasaya göre de operasyon için karar verilen bir hasta 90 günden daha fazla beklememelidir. Modelin sonuçları ile yeni yasa uygulanması durumunda orta öncelikli hastalar için ortalama bekleme süresinin arttığı gösterilmiştir [30].

Yalçinkaya ve Bayhan (2009), metro planlama sürecinde karşılaşılan ortalama yolculuk süresi eniyileme problemi için kesikli olay benzetimi ve Cevap Yüzey Yöntemi temeline dayanan modelleme ve çözüm yaklaşımı üzerine çalışma yapmışlar, kabul edilebilir tren doluluk oranı ile ortalama yolcu taşıma süresini eniyilemeyi amaçlamışlardır. Trafik güvenliği ve yasal zorunluluklar gereği araçların hızları artırılamamakta, yolcu taşıma süresinin kısaltılması trenlerin zamana göre düzenlenmesi ile sağlanabilmektedir. Önerilen yaklaşımda, benzetim modelinden elde edilen verilere en iyi uyan benzetim metamodeli ile girdi faktörleri ve çıktılar arasındaki ilişkiyi ifade etmişlerdir. Derringer-Suich çok-yanıtlı eniyileme yöntemini, kabul edilebilir tren doluluk oranı ile ortalama yolcu taşıma süresini eniyilemek için girdi faktörlerinin en iyi seviyesini belirlemede kullanmışlardır. Bu yöntemi gerçek bir metro hattına uygulamışlar, ve sonuçların istatistiksel olarak kabul edilebilmesi için yeterli bilgiyi azaltılmış sayıda deneyler ile sağlayarak başarılı sonuçlar elde etmişlerdir [31].

Zeng ve Yang (2009), konteyner yükleme istasyonlarında yükleme operasyonlarının çizelgelenmesi için karar mekanizmasının eniyileme algoritmasını ve benzetim modelinin değerlendirme fonksiyonunu bütünleştiren bir benzetim eniyileme yöntemi üzerinde çalışma yapmışlardır. Önerilen yöntem : belirli gönderim kurallarına göre konteyner sırasının

belirlenmesi, genetik algoritma ile sıralamanın iyileştirilmesi, belirlenen çizelge planının amaç fonksiyonunun değerlendirilmesinde benzetim modelinin kullanılması. Amaç fonksiyon değerini tahmin etmede ve istenmeyen çözümleri filtrelemede sinir ağları temeline dayanan başka bir modeli tasarlamışlar ve kullanmışlardır, böylece benzetim çalışma süresini kısaltmışlardır. Uyguladıkları testlerde benzetim eniyileme yönteminin konteyner istasyonlarında çizelgeleme problemlerine etkili bir çözüm sağladığını göstermişlerdir [32].

Avramidis ve ark. (2010), bir çağrı merkezinde müşteri temsilcisi çizelgeleme probleminin çözümü için benzetim temelli algoritmaları araştırmış ve karşılaştırmışlardır. Bu problemde, her dönem ve her bir çağrı türü için istenen hizmet seviyesi kısıtları altında müşteri temsilcilerinin toplam maliyetini minimize etmeyi amaçlamışlardır. Çözüm için benzetim ile tamsayılı veya doğrusal programlamayı birleştiren bir çözüm yaklaşımını önermişlerdir. Gerçek problem örnekleri ile yaptıkları deneylerde bu çözüm yaklaşımının daha önce önerilen diğer tüm çözüm yaklaşımlarından daha iyi olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca, bu problemin çözümü için standart bir yöntem olan iki aşamalı yaklaşımın bazen idealin altında çözümler verebileceğini ve önerdikleri çözüm yönteminden elde edilenlere göre düşük kalabileceğini belirtmişlerdir [33].

Jahangirian ve ark. (2010), benzetim tekniklerinin üretim ve iş sektöründeki günümüze kadarki rolünü araştırabilmek için literatürde 1997 ve 2006 yılları arasında yayınlanan benzetim uygulamalarını incelemişlerdir. İncelemeyi üç faktör altında sınıflandırmışlardır : yaygın, genel kapsamlı benzetim teknikleri, ve gerçek uygulamalar. Yapısal bir yöntem izleyerek araştırmayı 20.000 makaleden 281'e düşürmüşlerdir. Araştırmanın sonuçlarına göre; kesikli olay benzetiminin en popüler teknik olduğunu, uygulama alanları dikkate alındığında en çok çizelgeleme için kullanıldığını, karmaşık sistemler üzerindeki çalışmalarda hibrit modelleme yaklaşımında artan ilgi olduğunu belirtmişlerdir [34].

Kleijnen ve ark. (2010), hesaplanması maliyetli olan benzetim modellerinin kısıtlı eniyilenmesinde novel sezgisel kullanımı üzerine çalışma yapmışlardır. Sezgisel yöntemin; (i)benzetim girdi kombinasyonlarını belirleyebilmek için sıralı deney tasarımını, (ii)bu tasarımlar sonucunda oluşan global benzetim girdi / çıktı verilerini analiz edebilmek için Kriging yöntemini (Gaussian süreci veya uzaysal korelasyonun modellenmesi), (iii)Kriging metamodellerinden en iyi çözümün tahmin edilmesinde tamsayılı doğrusal olmayan programlamayı birleştirdiğini belirtmişlerdir. Sezgisel yöntemi, stok sistemi ve bir çağrı merkezi benzetimine uygulamışlar, Arena 11 ve 12 içinde yer alan OptQuest sezgisel ile karşılaştırmışlardır. Bu iki uygulamada, benzetimi yapılan girdi kombinasyonların sayısı ve tahmin edilen en iyi sonuç açısından novel sezgiselinin, OptQuest'den daha iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir [35].

Literatür araştırmasında incelenen 25 makale ile ilgili olarak ele alınan problem, önerilen yaklaşım ve varsa problemin uygulama alanı Çizelge 3.1'de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 3.1. İncelenen makaleler

YAZARLAR	YILI	PROBLEM	UYGULAMA ALANI	ÖNERİLEN YAKLAŞIM
Al-Zubaidi ve Christer	1997	İşgücü Planlama	Hastane	Benzetim
Paul ve Chaney	1998	Eniyileme	-	Benzetim modelinin eniyilenmesi problemine genetik algoritmanın uygulanması
Moreno ve ark.	1999	Karar destek	Hastane	Benzetim
Aalst	2001	Karar Destek - Süreç geliştirme	-	Petri ağları temeline dayanan ExSpect/KO benzetim aracı
Höst ve ark.	2001	Karar Destek - Süreç geliştirme	-	Kesikli olay benzetimi
Kim ve Horowitz	2002	Çizelgeleme	Hastane	Benzetim
Angelis ve ark.	2003	İşgücü Planlama	Hastane	İnteraktif sistem benzetimi
Pierreval ve Paris	2003	Eniyileme	-	Evrimsel dağıtık algoritma ile ilişkili benzetim eniyileme yöntemi
Zülch ve ark.	2004	İşgücü Planlama	-	Benzetim
Jeung Ko ve ark.	2006	Kapasite Planlama	Lojistik	Eniyileme ile benzetimi bütünleştiren yaklaşım
Melao ve Pidd	2006	Karar Destek - Süreç geliştirme	Çağrı merkezi	İş süreçlerinin benzetimi
Qi ve Bard	2006	İşgücü Planlama	Posta servisi	İki amaçlı benzetim modeli
Bachelet ve Yon	2007	Eniyileme	-	Eniyileme ile benzetimi bütünleştiren yaklaşım
Kaakai ve ark.	2007	Karar Destek	Ulaştırma	Karma Petri ağları temeline dayanan bir benzetim modeli
Azadeh ve ark.	2008	Karar Destek - Süreç geliştirme	Ulaştırma	Benzetim ile bütünleştirilmiş Veri Zarflama Analizi ve Analitik Hiyerarşi Prosesi
Dijk ve Sluis	2008	Karar Destek	-	Benzetim ve kuyruk modellerinin birleşimi
Rosen ve ark.	2008	Eniyileme	-	-
Ahmed ve Alkhamis	2009	İşgücü Planlama	Hastane	Eniyileme ile benzetimi bütünleştiren yaklaşım
Castillo ve ark.	2009	Çizelgeleme	-	Eniyileme ile benzetimi bütünleştiren yaklaşım
Persson ve ark.	2009	Karar Destek	Hastane	Eniyileme ile benzetimi bütünleştiren yaklaşım
Yalçinkaya ve Bayhan	2009	Çizelgeleme	Ulaştırma	Kesikli olay benzetimi ve Cevap Yüzeyi Yöntemi temeline dayanan modelleme ve çözüm yaklaşımı
Zeng ve Yang	2009	Çizelgeleme	Lojistik	Eniyileme ile benzetimi bütünleştiren yaklaşım
Avramidis ve ark.	2010	Çizelgeleme	Çağrı merkezi	Benzetim ile tamsayı veya doğrusal programlamayı birleştiren yaklaşım
Jahangirian ve ark.	2010	-	-	-
Kleijnen ve ark.	2010	Eniyileme	Çağrı merkezi	Novel sezgiseli

İncelenen çalışmalar çoğunlukla çizelgeleme, eniyileme, işgücü planlama ve karar destek sistemi üzerinedir. Süreç geliştirme, yönetsel kararların değerlendirilmesi ve bazı önleyici tedbirler alabilmek için karar destek amacıyla kullanılan benzetim çalışmaları çoğunluktadır. 25 çalışmanın

16'sında benzetim diğer eniyileme teknikleri ile birlikte kullanılmıştır. 2 çalışmada ise, benzetim modeli içeren önerilen yöntemin başka bir yöntem ile karşılaştırılması yapılmış ve önerilen yöntemin daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Uygulama için en çok tercih edilen hizmet alanları hastaneler, ağrı merkezleri ve ulaştırma sistemidir.

Literatür araştırması sonucunda, bir bankanın para transferleri ve ek giriş süreçleri üzerinde operasyonel merkezileştirme ile ilgili bir benzetim çalışması ile karşılaşılmamıştır. Bu yönüyle yapılan çalışmanın bir ilk olduğu düşünülmektedir.

4. BANKACILIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Hizmet sistemlerinde performans artırımına yönelik benzetim çalışması için bir bankadaki para transferleri süreci ve çek süreci dikkate alınmıştır. Para transferleri kapsamında diğer bankalara gönderilen TL para transferleri (giden EFT), banka içinde başka bir hesaba gönderilen para transferleri (giden havale), icra dairesi ödemeleri ve diğer bankalardan gelen TL para transferleri (gelen EFT) incelenmiştir. Aşağıda belirtilen 3 süreç üzerinde çalışılmıştır.

- Giden EFT / havale / icra ödemeleri süreci
- Eşleşmeyen EFT süreci
- Çek giriş süreci

Üzerinde çalışılan süreçler banka şubelerinde operasyonel yük oluşturmaktadır. Şubeler üzerindeki operasyonel yükün azaltılması, operasyonel verimliliğin ve performansın artırılabilmesi için bu süreçlerin merkezileştirilmesi değerlendirilmiştir. Süreçlerin merkezileşmesi sonucunda şubelerde yapılan operasyonel işlemler, tek bir merkezde konumlanmış merkezi operasyon tarafından ilgili şube adına yapılacaktır. Bu amaçla, incelenen süreçlerin banka şubeleri üzerinden yapılan mevcut ve merkezileşme sonucundaki önerilen durumlarının Arena 4.0 programı ile benzetim modeli oluşturularak karşılaştırılması sağlanmıştır. Performans artırımı için hizmet operasyonlarının merkezileştirilmesinin sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca, ortalama işlem tamamlanma süresinin ve personel doluluk oranının eniyilenmesi için Cevap Yüzey Yöntemi kullanılarak girdi faktörlerin en iyi seviyeleri belirlenmiştir.

4.1. Benzetim Çalışmasında Kullanılan Yaklaşım

İncelenen süreçlerin merkezileşmesi sonucu elde edilecek kazanımların belirlenebilmesi ve performans analizlerinin yapılabilmesi için aşağıdaki aşamalar izlenerek benzetim modelleri geliştirilmiştir.

- I. Performans analizi için mevcut ve önerilen sistemler incelenmiş ve süreçler hakkında veriler ve bilgiler toplanmıştır.
- II. Benzetim modelinde kullanılacak dağılımlar Arena Input Analyzer programı kullanılarak belirlenmiştir. Sistemden elde edilen verilerin ve ölçümlerin en iyi hangi dağılıma uyduğu belirlenmiş ve dağılımın parametreleri tespit edilmiştir.
- III. Belirlenen dağılımlar ile mevcut ve merkezileşen süreçlerin Arena programında benzetim modeli oluşturulmuştur.
- IV. Geliştirilen modellerin gerçekçi çıktılar verip vermediği incelenerek benzetim modelinin doğruluğu kontrol edilmiştir.
- V. Oluşturulan benzetim modelleri 20 deneme için çalıştırılmış ve sonuçlar elde edilmiştir.
- VI. Belirlenen performans kriterleri kullanılarak çıktı analizi yapılmış ve deneme sayısı tespit edilmiştir. Performans kriterlerine göre mevcut ve önerilen sistem karşılaştırılmıştır.

(1- α) güvenlik düzeyinde deneme sayısının hesaplanması Eş. 4.1 ve Eş. 4.2'de gösterilmiştir. γ görelî hata için Eş. 4.2'yi sağlayan en küçük i değeri deneme sayısını belirtir. $n_r^*(\gamma)$ - n ek deneme gerekmektedir [10].

$$\gamma' = \gamma / (1 + \gamma) \quad (4.1)$$

γ' : Düzeltilmiş görelî hata

γ : Görelî hata

$$n_r^*(\gamma) = \min \left\{ i \geq n: \frac{t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{S^2(n)/i}}{|\bar{X}(n)|} \leq \gamma' \right\} \quad (4.2)$$

i : Gerekli Deneme sayısı

n : Mevcut deneme sayısı

$\bar{X}(n)$: Mevcut denemelerin ortalaması

$S^2(n)$: Mevcut denemelerin varyansı

γ' : Düzeltilmiş görelî hata

γ : Görelî hata

İki sistemin karşılaştırılmasında eşli-t güven aralığı yaklaşımı kullanılmıştır. Eş. 4.3'de gösterildiği gibi; iki sistemin çıktısı olan X_{1j} ve X_{2j} , Z_j 'yi tanımlamak için eşleştirilir. Daha sonra Z_j değişkenleri için güven aralığı hesaplanır. Z_j değişkeni için güven aralığı hesaplanması Eş. 4.4, Eş. 4.5 ve Eş. 4.6'da gösterilmiştir [10].

$$Z_j = X_{1j} - X_{2j} \quad (4.3)$$

X_{1j} : 1. sistemin çıktısı

X_{2j} : 2. sistemin çıktısı

Z_j : İki sistemin çıktısının farkı

$$\bar{Z}(n) = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n} \quad (4.4)$$

$$\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)] = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}(n)]^2}{n(n-1)} \quad (4.5)$$

(1- α) güvenlik düzeyinde güven aralığı :

$$\bar{Z}(n) \mp t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)]} \quad (4.6)$$

Güven aralığı iki sistemin performans farkının ölçülmesi hakkında bilgi vermektedir [10].

VII. Sonuçlar değerlendirilmiştir.

Ayrıca, merkezileşen süreçlerde ortalama işlem tamamlanma süresinin ve personel doluluk oranının eniyilenmesi amacıyla girdi faktörlerinin en iyi seviyelerini belirleyebilmek için deney tasarımı yapılmış ve Cevap Yüzey Yöntemi kullanılmıştır.

Deney tasarımı, istenen bilginin daha az sayıda deneme ile elde edilebilmesi için sistemin hangi konfigürasyonlarda benzetiminin yapılacağına belirlenmesine yardımcı olur. Metamodeller, cevap yüzeyinin farklı alanlarda ne sonuç vereceğinin öğrenilmesinde ve girdi faktörlerindeki hassas değişikliklerin cevap değişkenlerini nasıl değiştireceğinin veya girdi faktörlerin en iyi seviyelerinin bulunmasında kolaylıkla kullanılabilir [10].

Cevap Yüzey Yönteminin asıl avantajı, analizlerde benzetim deneme sayısını önemli ölçüde azaltabilmesidir. Cevap Yüzey Yöntemi kullanılarak daha az sayıda deney ile güvenilir sonuçlar elde edilebilmektedir. Özellikle faktör sayısı fazla ve çok fazla deney gerektiren deney tasarımlarında kolaylıkla kullanılabilir. Cevap Yüzey Yöntemi aşağıda belirtilen aşamalar ile çalışmaya uygulanmıştır [10, 31].

- I. Cevap değişkenleri ve girdi faktörleri belirlenmiştir.
- II. Girdi faktörlerin değer aralıkları belirlenmiştir.
- III. Metamodel geliştirilebilmesi için merkezi birleşik tasarım (CCD) kullanılarak merkezi ve eksensel (yüzey merkezli) tasarımları da içeren iki seviyeli tam faktöriyel deney tasarımı yapılmıştır.
- IV. Benzetim modeli her tasarım noktasında 10 kez çalıştırılarak ilgili cevap değişkenleri için deney çıktıları belirlenmiştir.

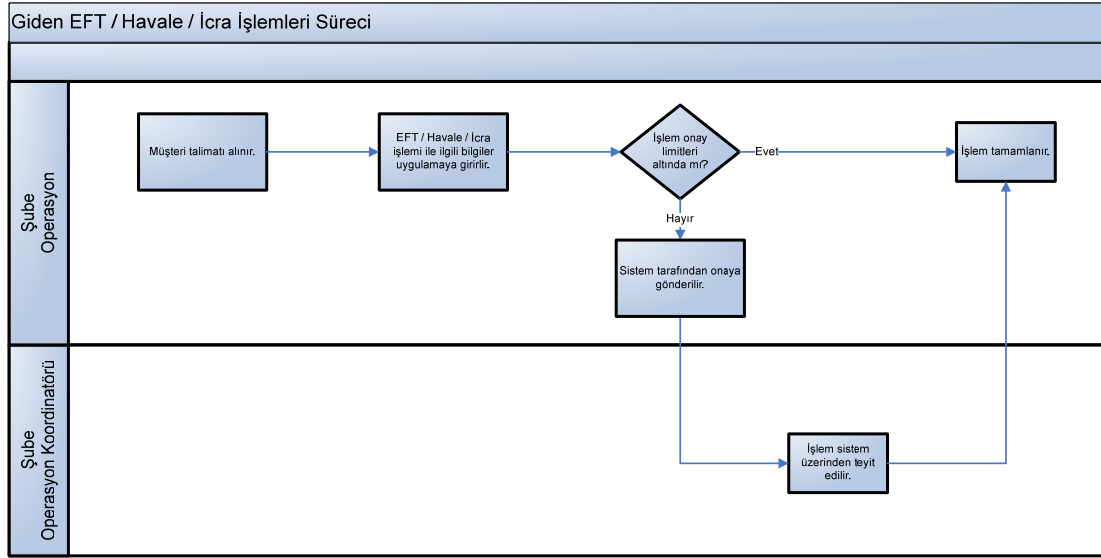
- V. Minitab programında, deneylerin sonuçları ile ikinci dereceden kuadratik regresyon metamodeli geliştirilmiş ve metamodelin istatistiksel anlamlılığı kontrol edilmiştir.
- VI. Minitab programında, Cevap Yüzey Yöntemi kullanılarak girdi faktörlerin en iyi seviyeleri belirlenmiştir.

4.2. Giden EFT / Havale / İcra Ödemeleri Süreci

Giden EFT / havale ve icra dairesi ödemelerinde müşteri talimatı doğrultusunda bilgiler sisteme girilerek para transferi gerçekleştirilmektedir. Bu ödemeler ilgili tüm işlemler personel tarafından bilgisayar uygulaması kullanılarak yapılmaktadır. 2008 yılına kadar sadece bankanın şubelerinde yapılabilen bu işlemler, şubeler üzerindeki yükün azaltılması ve verimliliğin artırılması amacıyla merkezi bir operasyon tarafından yapılmaya başlanmıştır.

4.2.1. Şubeden yapılan mevcut süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi

Şubeden yapılan giden EFT / havale / icra işlemlerinde, müşteri talimatı doğrultusunda şube operasyon personeli tarafından işlemin uygulamaya girişi yapılır. Transfer tutarı, personelin işlem kotası ve rolüne göre onay gerektirebilir. Transfer, işlem onay limitleri dahilinde ise tamamlanır, işlem onay limitlerinin üzerinde ise şube operasyon koordinatörünün onayına gider ve onay sonrasında para transfer işlemi gerçekleştirilir. Gün içinde 8 saat çalışılmakta ancak saat 17:00'den sonra işlem yapılamadığından 7 saat işlem yapılabilmektedir. Şekil 4.1'de şubeden yapılan giden EFT / havale / icra işlemleri ile ilgili mevcut süreç gösterilmiştir.

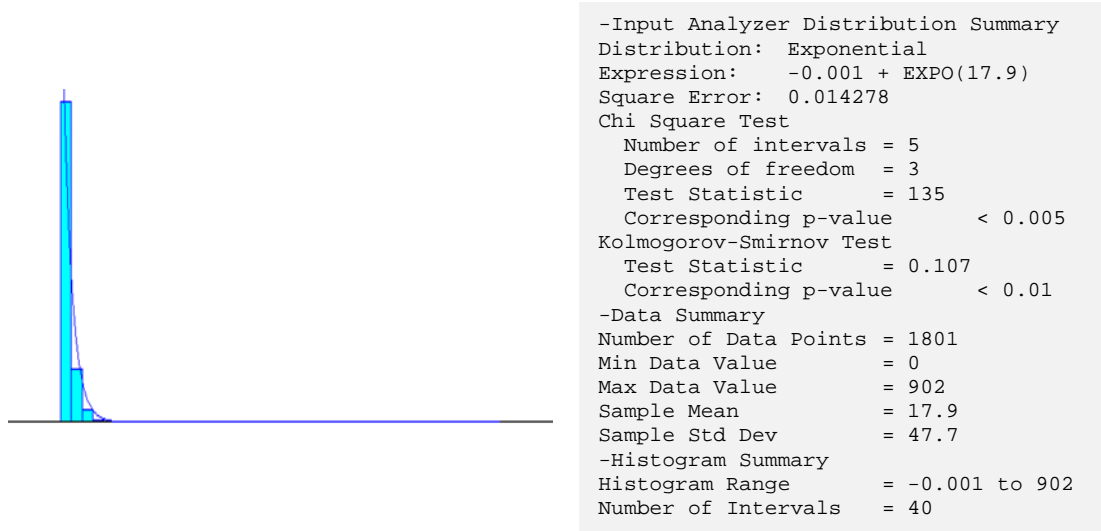


Şekil 4.1. Şubeden yapılan giden EFT / havale / icra işlemleri süreci

Benzetim modelinde kullanılacak dağılımların belirlenmesi

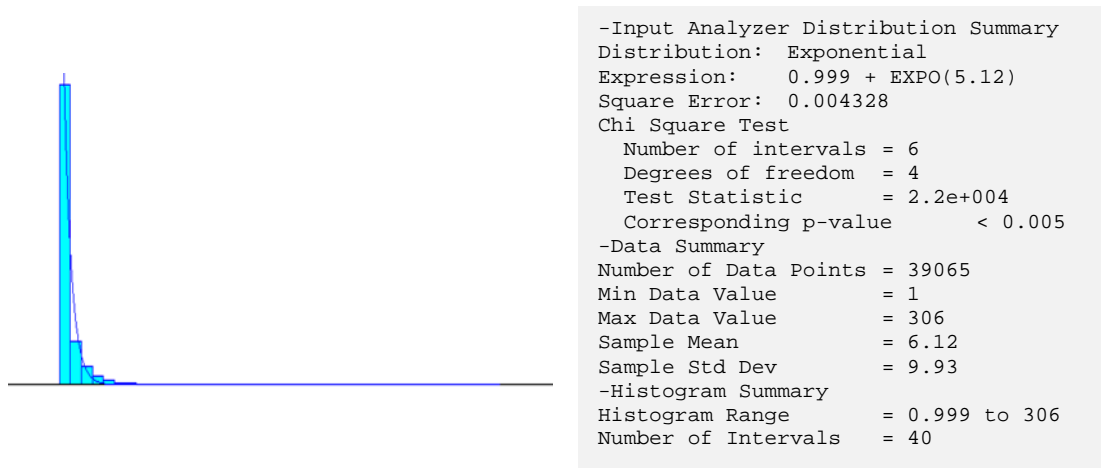
Şubeden yapılan giden EFT / havale / icra işlemlerinin benzetim modelinde kullanılacak dağılımlar ve Arena Input Analyzer çıktısı aşağıda verilmiştir. Dağılımların belirlenmesinde sistemden elde edilen veriler ve ölçümler kullanılmıştır.

Talimat Varışları Arasındaki Geçen Süre : Talimat varışları arasındaki geçen sürenin Üstel dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.2’de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



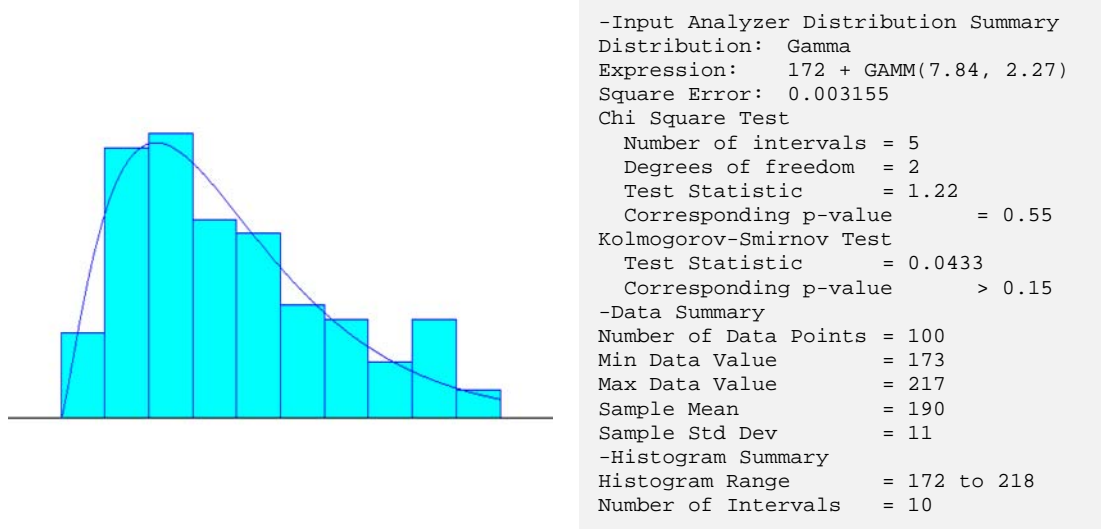
Şekil 4.2. Talimat varışları arasındaki geçen sürenin dağılımı

Müşteri Talimatında Bulunan İşlem Sayısı : Müşteri talimatında bulunan işlem sayısının Üstel dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Üstel dağılımdan elde edilen değerler, Arena programındaki en yakın tamsayı değere yuvarlama fonksiyonu kullanılarak tamsayı yapılmıştır. Şekil 4.3'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



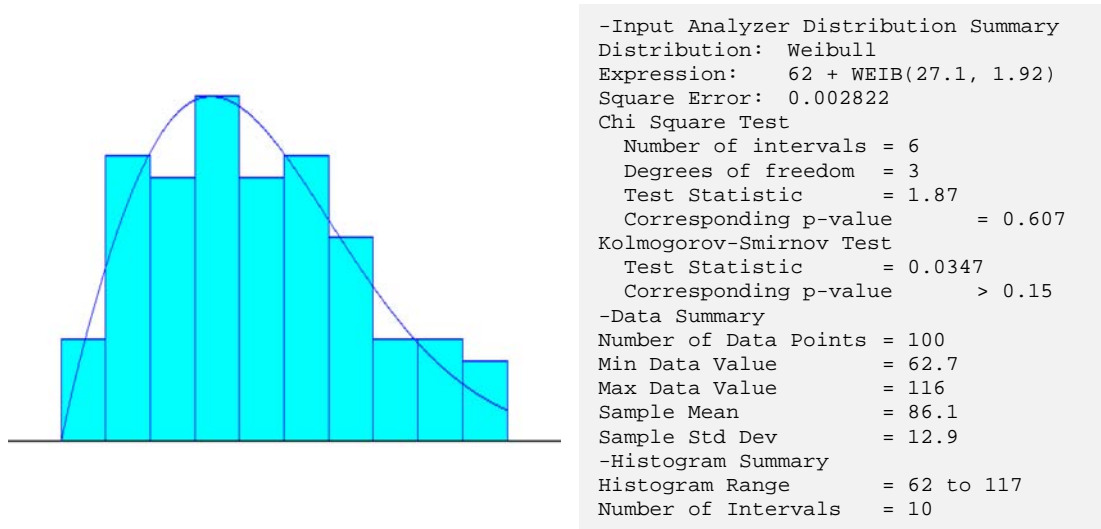
Şekil 4.3. Müşteri talimatında bulunan işlem sayısının dağılımı

Şube Operasyon İşlem Giriş Süresi : Şube operasyon işlem giriş süresinin Gamma dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.4'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Şube operasyon işlem giriş süresinin dağılımı

Şube Operasyon Koordinatörü İşlem Teyit Süresi : Şube operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin Weibull dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.5'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Şube operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin dağılımı

Onaya Giden İşlemlerin Oranı : Sistemden alınan veriye göre incelenen 1.815 işlemin 890'ı (%49,04) onaya gitmiştir.

Talimat Toplam Tutarının Dağılımı : Sistemden alınan veriye göre incelenen 39.065 talimatın 1.859'u (%4,76) 500.000 TL'den büyük, 12.540'ı (%32,10) 30.000 TL'den büyük 500.000 TL'den küçük, kalanı da 30.000 TL'den küçüktür.

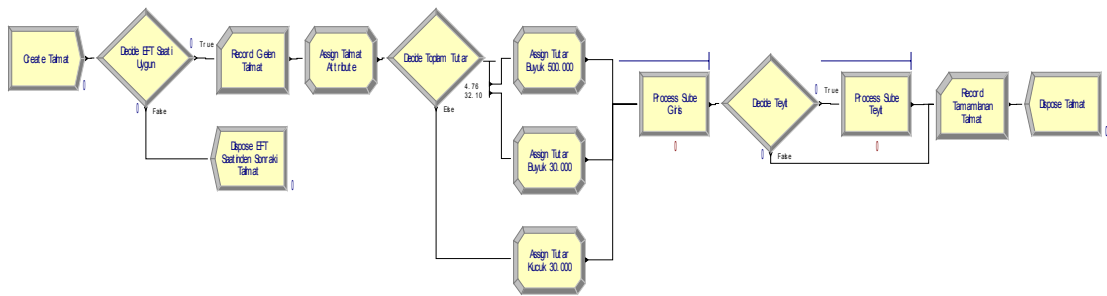
Arena benzetim modeli

Arena programında şubeden yapılan giden EFT / havale / icra işlemleri ile ilgili benzetim modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model Şekil 4.6'da verilmiştir.

Modelde kullanılan kaynakların kapasiteleri :

- Şube Operasyon Personeli Sayısı : 1500
- Şube Operasyon Koordinatörü Sayısı : 550

Şube operasyon ve operasyon koordinatörü kapasiteleri için 550 şube dikkate alınmıştır.

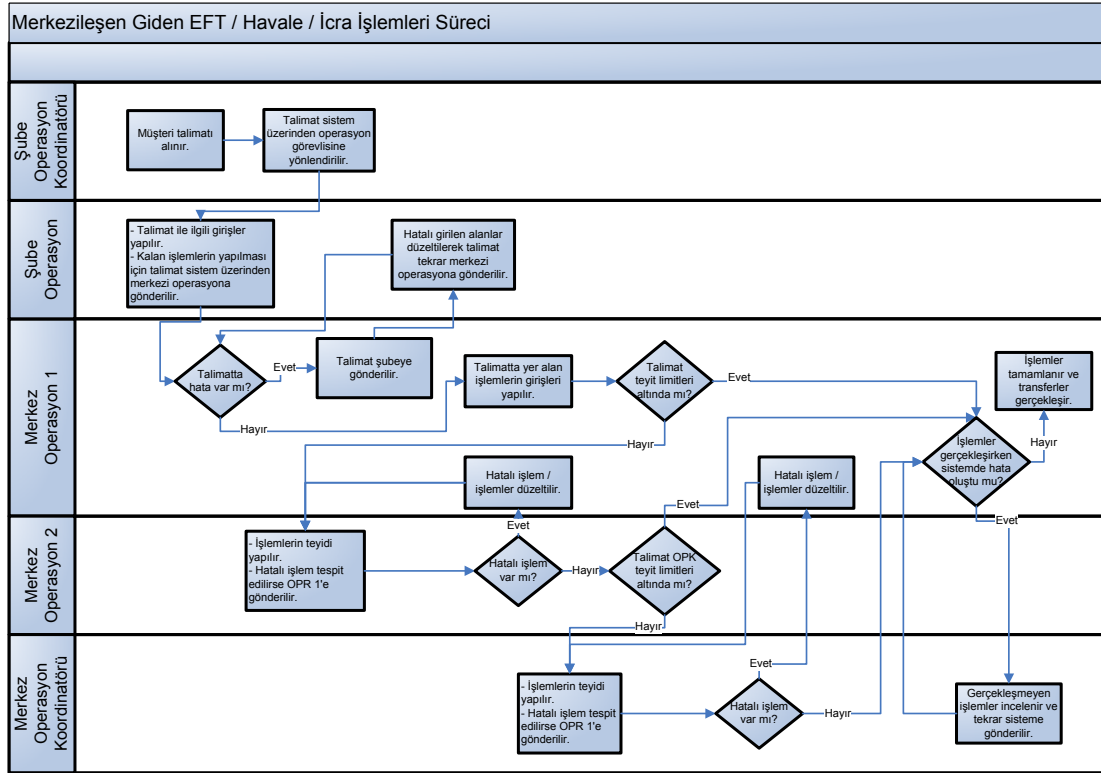


Şekil 4.6. Şubeden yapılan giden EFT / havale / icra işlemleri Arena benzetim modeli

4.2.2. Merkezileşen süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi

Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinde, müşteri talimatı şube operasyon koordinatörü tarafından alınır ve giriş için şube operasyon

personeline yönlendirilir. Talimatla ilgili toplam tutar, gönderen hesap no ve diğer detaylar şube operasyon personeli tarafından uygulamaya girilir. Kalan işlemlerin yapılabilmesi için talimat, sistem üzerinden merkezi operasyona gönderilir. Merkez operasyon tarafından talimat alınır. Eğer talimat ile ilgili yanlış girilmiş bilgi veya hata bulunursa talimat düzeltilmek üzere şubeye iade edilir. Hata yoksa talimatta yer alan EFT / havale / icra işlemlerinin girişi yapılır. Transfer tutarı (toplam tutarı 30.000 TL'den büyük talimatlar), işlem sayısı (25 ve daha fazla işlem içeren talimatlar) ve personelin işlem kotasına göre işlem ikinci bir onay gerektirebilir. Transferler işlem onay limitleri dahilinde ise tamamlanır. İşlem, onay limitlerinin üzerinde ise ikinci bir merkez operasyon onayına otomatik olarak gider. İkinci merkez operasyon tarafından işlemler teyit edilir, hata bulunursa düzeltme için girişi yapan merkez operasyona iade edilir. Toplam transfer tutarı 500.000 TL üzerinde ise talimat merkez operasyon koordinatörü onayına gider. Talimat, hatasız olarak girilmiş ve merkez OPK teyit limitleri dahilinde ise transferler gerçekleşir. Talimat, merkez OPK teyit limitleri üzerinde ise merkez OPK onayına otomatik olarak gider. Merkez OPK işlemleri teyit eder. Eğer, talimat ile ilgili hata tespit ederse, düzeltilmesi için girişi yapan merkez operasyona iletir. Hata yoksa para transfer işlemi gerçekleştirilir. Transfer işlemleri sırasında çeşitli hatalar nedeniyle gerçekleşmeyen işlemler merkez OPK'ya yönlendirilmektedir. Merkez OPK bu işlemleri inceleyerek transferlerin gerçekleşmesini sağlar. Gün içinde 8 saat çalışılmakta ancak, saat 17:00'den sonra şubeler tarafından merkeze işlem gönderilememektedir. Merkezi operasyon saat 17:30'a kadar işlem yapabilmektedir. Şekil 4.7'de merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemleri ile ilgili süreç gösterilmiştir.

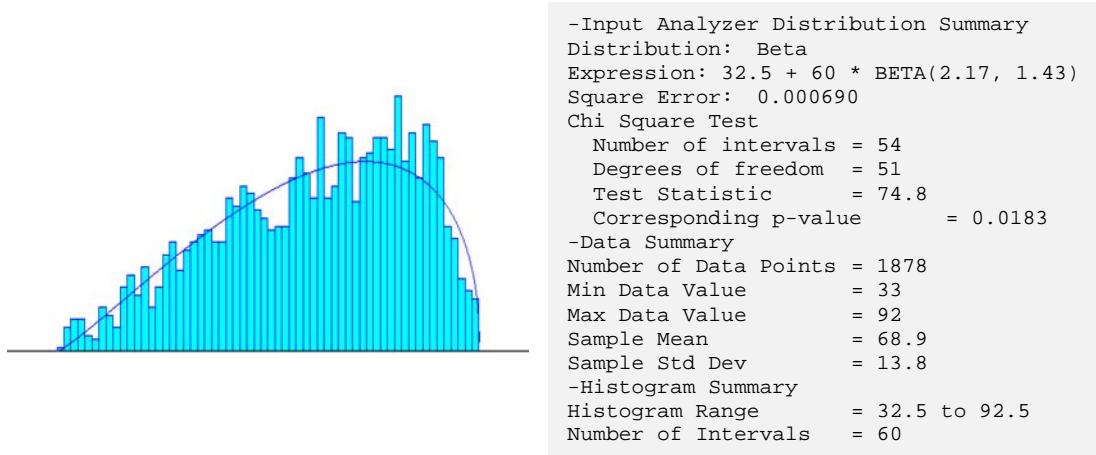


Şekil 4.7. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemleri süreci

Benzetim modelinde kullanılacak dağılımların belirlenmesi

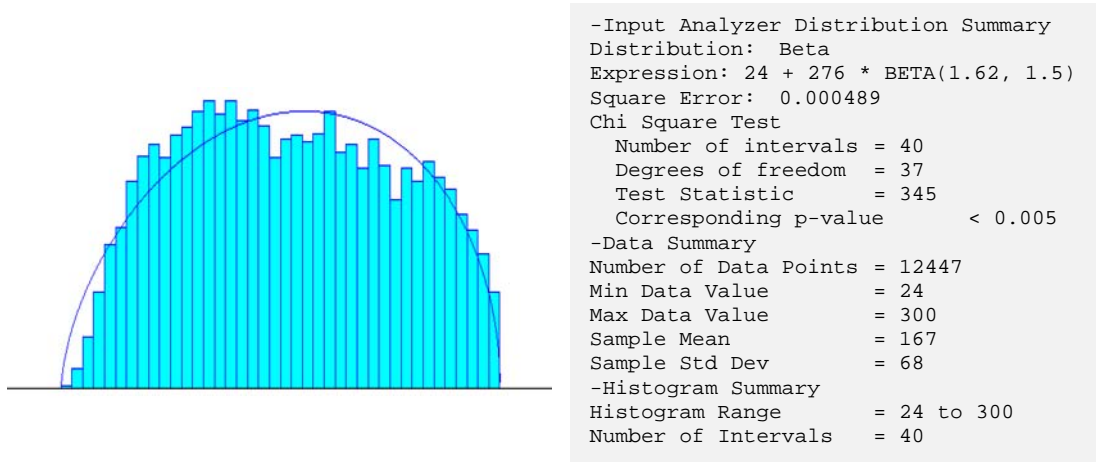
Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinin benzetim modelinde kullanılacak dağılımlar ve Arena Input Analyzer çıktısı aşağıda verilmiştir. Dağılımların belirlenmesinde sistemden elde edilen veriler kullanılmıştır. Talimat toplam tutarının büyüklüğü, talimat varışları arasındaki geçen süre ve müşteri talimatında bulunan işlem sayısı mevcut sürecin benzetim modelinin oluşturulması sırasında belirlenmiş olup aynı dağılımlar merkezileşen süreç için de kullanılmıştır.

Şube Operasyon Koordinatörü Talimat Yönlendirme Süresi : Şube operasyon koordinatörü talimat yönlendirme süresinin Beta dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.8'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



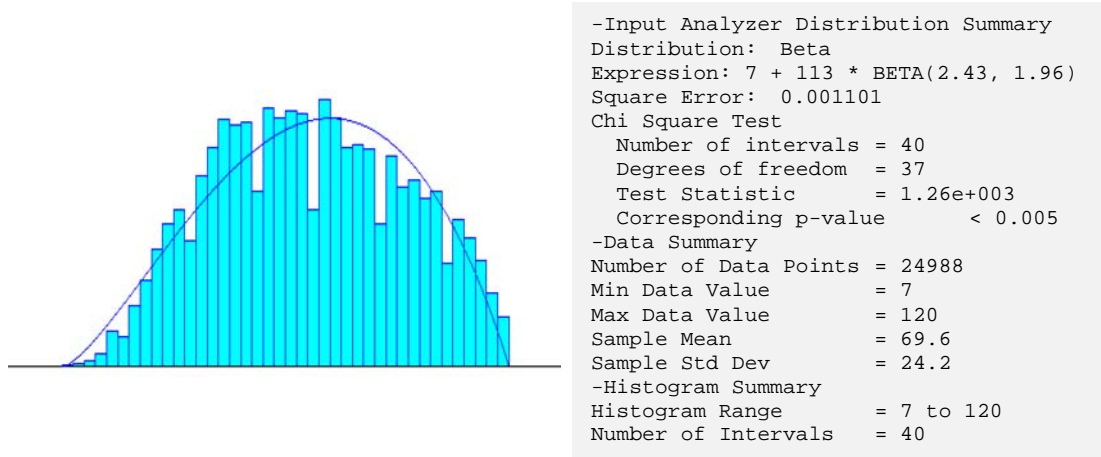
Şekil 4.8. Şube operasyon koordinatörü talimat yönlendirme süresinin dağılımı

Şube Operasyon Talimat Giriş Süresi : Şube operasyon talimat giriş süresinin Beta dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.9'da dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



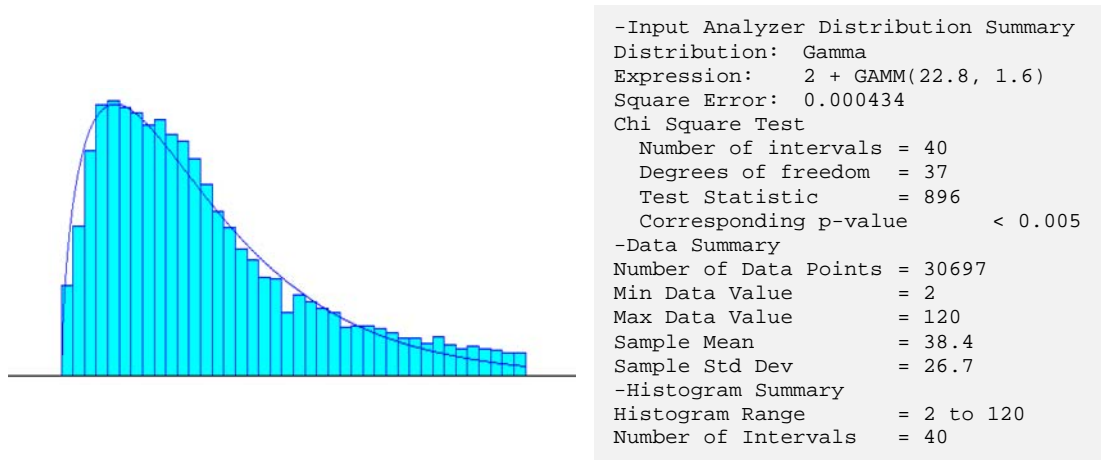
Şekil 4.9. Şube operasyon talimat giriş süresinin dağılımı

Merkez Operasyon İşlem Giriş Süresi : Merkez operasyon işlem giriş süresinin Beta dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.10'da dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



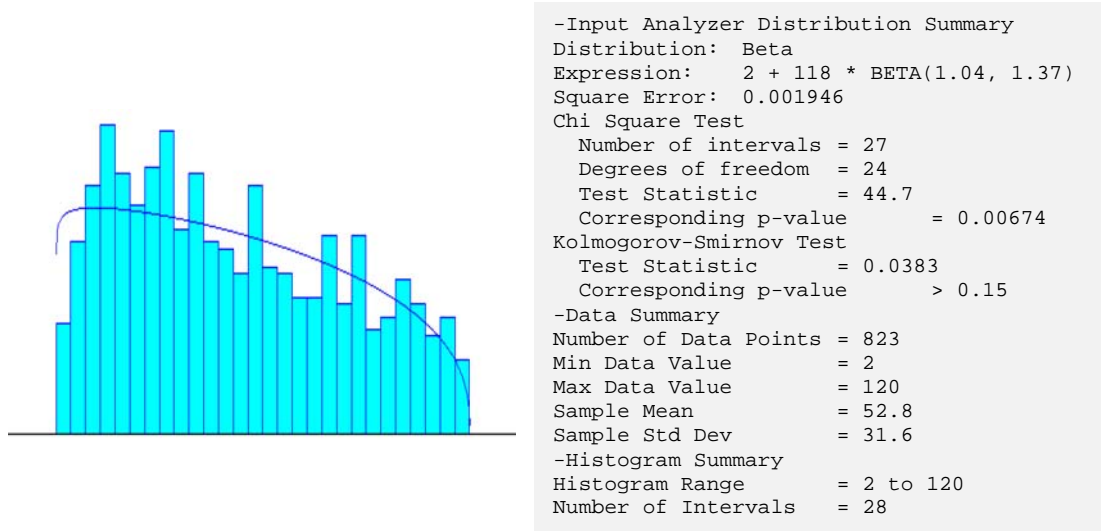
Şekil 4.10. Merkez operasyon işlem giriş süresinin dağılımı

Merkez Operasyon İşlem Teyit Süresi : Merkez operasyon işlem teyit süresinin Gamma dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.11'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



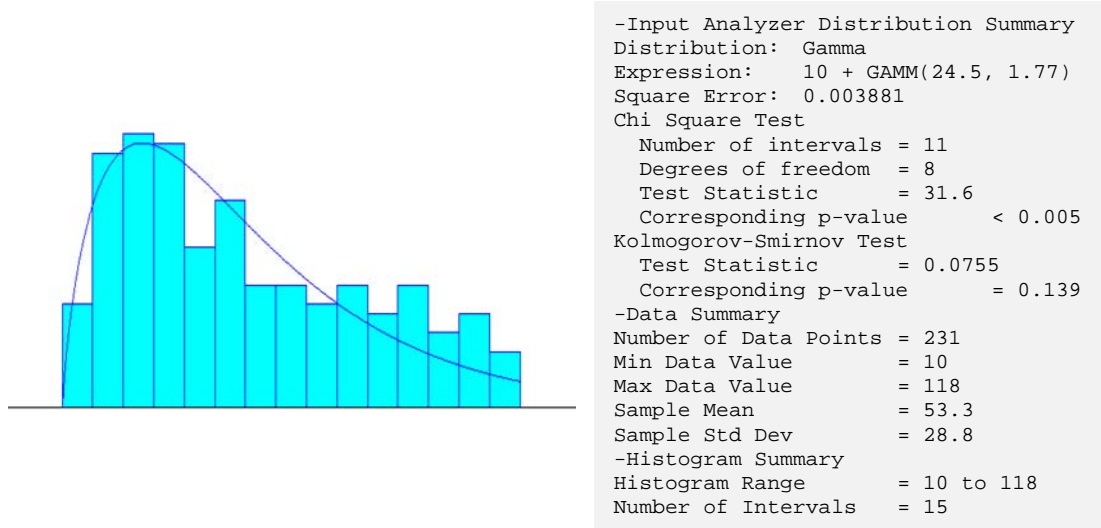
Şekil 4.11. Merkez operasyon işlem teyit süresinin dağılımı

Merkez Operasyon Koordinatörü İşlem Teyit Süresi : Merkez operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin Beta dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.12'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Merkez operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin dağılımı

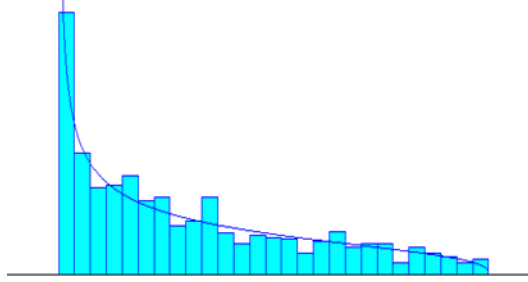
Merkez Operasyon Talimatı Şubeye Geri Gönderme Süresi : Merkez operasyon talimatı şubeye geri gönderme süresinin Gamma dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.13'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Merkez operasyon talimatı şubeye geri gönderme süresinin dağılımı

Sistem Hatası Durumunda Merkez Operasyon Koordinatörü İşlem Süresi : Sistem hatası durumunda merkez operasyon koordinatörü işlem süresinin

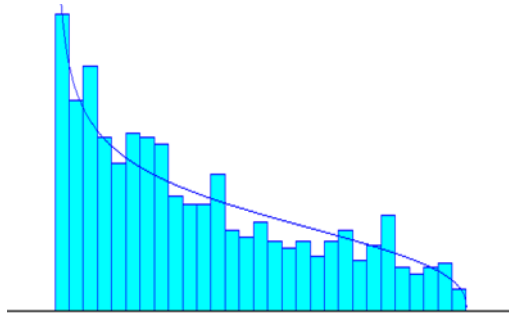
Beta dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.14'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



```
-Input Analyzer Distribution Summary
Distribution: Beta
Expression: 7 + 111 * BETA(0.586, 1.34)
Square Error: 0.001200
Chi Square Test
  Number of intervals = 25
  Degrees of freedom = 22
  Test Statistic = 26.5
  Corresponding p-value = 0.236
Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic = 0.042
  Corresponding p-value = 0.143
-Data Summary
  Number of Data Points = 742
  Min Data Value = 7
  Max Data Value = 118
  Sample Mean = 40.8
  Sample Std Dev = 29.9
-Histogram Summary
  Histogram Range = 7 to 118
  Number of Intervals = 27
```

Şekil 4.14. Sistem hatası durumunda merkez operasyon koordinatörü işlem süresinin dağılımı

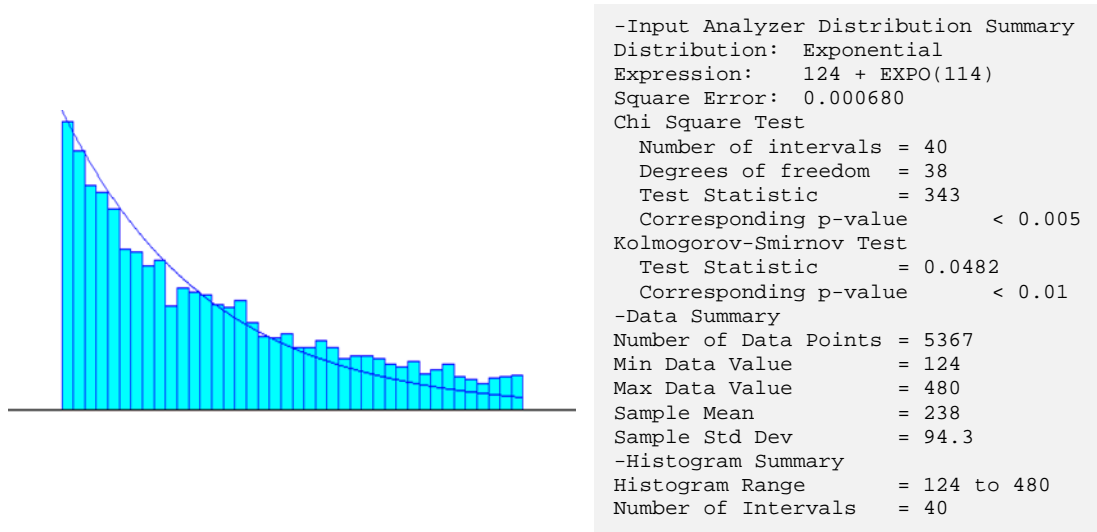
Merkez OPK'dan Merkez Operasyona İletilen Hataların Düzeltilme Süresi : Merkez OPK'dan merkez operasyona iletilen hataların düzeltilme süresinin Beta dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.15'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



```
-Input Analyzer Distribution Summary
Distribution: Beta
Expression: 121 + 355 * BETA(0.744, 1.36)
Square Error: 0.001474
Chi Square Test
  Number of intervals = 28
  Degrees of freedom = 25
  Test Statistic = 33.9
  Corresponding p-value = 0.114
Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic = 0.033
  Corresponding p-value > 0.15
-Data Summary
  Number of Data Points = 844
  Min Data Value = 121
  Max Data Value = 476
  Sample Mean = 243
  Sample Std Dev = 96.5
-Histogram Summary
  Histogram Range = 121 to 476
  Number of Intervals = 29
```

Şekil 4.15. Merkez OPK'dan merkez operasyona iletilen hataların düzeltilme süresinin dağılımı

Merkez Teyitçiden Merkez Operasyona İletilen Hataların Düzeltilme Süresi :
Merkez teyitçiden merkez operasyona iletilen hataların düzeltilme süresinin Üstel dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.16'da dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.16. Merkez teyitçiden merkez operasyona iletilen hataların düzeltilme süresinin dağılımı

Şube Operasyon Hatalı İşlem Oranı : Sistemden alınan veriye göre incelenen 39.065 talimatın 4.061'i (%10,40) şube tarafından hatalı girilmiştir.

25'den Az İşlem İçeren ve 30.000 TL'den Küçük Talimatın Teyide Gitme Oranı : Sistemden alınan veriye göre incelenen 25.586 adet 25'den az işlem içeren ve 30.000 TL'den küçük talimatın 23.989'u (%93,76) ikinci operasyon teyidinde gitmiş, 1.597'si (%6,24) teyide gitmeden tamamlanmıştır.

İkinci Operasyon Teyidi Sırasında Merkez Operasyon Hatalı İşlem Oranı : Sistemden alınan veriye göre incelenen 37.458 talimatın 5.521'i (%14,74) merkez operasyon tarafından hatalı girilmiştir.

Merkez Operasyon Koordinatörü Teyidi Sırasında Merkez Operasyon Hatalı İşlem Oranı : Sistemden alınan veriye göre Merkez OPK teyidine giden 3.282 talimatın 829'u (%25,26) merkez operasyon tarafından hatalı girilmiştir.

Para Transferleri Gerçekleşirken Hata Oluşma Oranı : Sistemden alınan veriye göre incelenen 39.065 talimatın 1.425'inde (%3,65) transferler gerçekleşirken hata oluşmuştur.

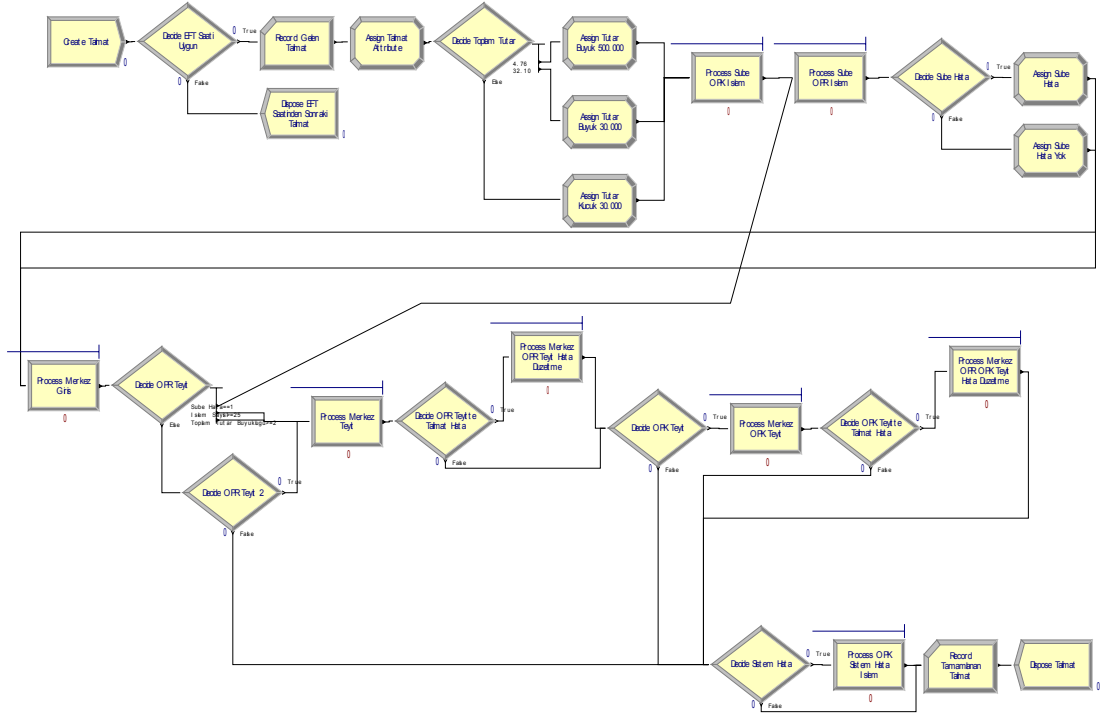
Arena benzetim modeli

Arena programında merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemleri ile ilgili benzetim modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model Şekil 4.17'de verilmiştir.

Modelde kullanılan kaynakların kapasiteleri :

- Şube Operasyon Personeli Sayısı : 1500
- Şube Operasyon Koordinatörü Sayısı : 550
- Merkez Operasyon Personeli Sayısı : 40
- Merkez Operasyon Koordinatörü Sayısı : 2

Şube operasyon ve operasyon koordinatörü kapasiteleri için 550 şube dikkate alınmıştır.



Şekil 4.17. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemleri Arena benzetim modeli

4.2.3. Şube sürecinin ve merkezileşen sürecin karşılaştırılması

Şubeden yapılan giden EFT / havale / icra işlemleri süreci ile merkezileşen sürecin karşılaştırılmasında, oluşturulan benzetim modelleri ve aşağıdaki performans kriterleri kullanılmıştır.

- Talimatın sistemde geçirdiği ortalama süre
- Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı

Oluşturulan benzetim modellerinin 20 deneme için sonuçları kullanılarak çıktı analizi yapılmış ve iki sistem karşılaştırılmıştır.

Talimatın sistemde geçirdiği ortalama sürenin karşılaştırılması

Talimatın sistemde geçirdiği ortalama sürenin karşılaştırılması için Çizelge 4.1'de verilen 20 denemenin benzetim sonuçları kullanılarak deneme sayısı

tespit edilmiş ve hipotez testleri oluşturularak tespit edilen deneme sayısı ile güven aralığı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1. Giden EFT / havale / icra işlemlerinde talimatın sistemde geçirdiği ortalama süre

Deneme j	Şubeden Yapılan Giden EFT / Havale / İcra İşlemleri - X_{1j} (saat)	Merkezileşen Giden EFT / Havale / İcra İşlemleri - X_{2j} (saat)	$Z_j = X_{1j} - X_{2j}$ (saat)
1	0,3411	0,26731	0,07379
2	0,3305	0,2713	0,0592
3	0,3292	0,31151	0,01769
4	0,3496	0,31941	0,03019
5	0,3479	0,27116	0,07674
6	0,3225	0,24887	0,07363
7	0,3378	0,29508	0,04272
8	0,339	0,24754	0,09146
9	0,3505	0,28516	0,06534
10	0,3319	0,36503	-0,03313
11	0,3415	0,2999	0,0416
12	0,3493	0,359	-0,0097
13	0,3464	0,24423	0,10217
14	0,3438	0,40243	-0,05863
15	0,3287	0,27747	0,05123
16	0,3289	0,30006	0,02884
17	0,3424	0,23944	0,10296
18	0,3391	0,23974	0,09936
19	0,3393	0,43811	-0,09881
20	0,3498	0,23805	0,11175

$\gamma = 0,10$ görelî hata ve %90 güvenlik düzeyinde deneme sayısı,

$$n_r^*(\gamma) = \min \left\{ i \geq n: \frac{t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{S^2(n)/i}}{|\bar{X}(n)|} \leq \gamma' \right\}$$

$$\gamma' = \gamma / (1 + \gamma)$$

$i=619$ olarak bulunur.

$619-20=599$ ek deneme yapılmalıdır.

Hipotez testi oluşturularak 619 deneme sonucu ile güven aralığı hesaplanmıştır.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

μ_1 : Şubeden yapılan giden EFT / havale / icra işlemlerinde talimatın sistemde geçirdiği ortalama süre - $E(X_{1j})$

μ_2 : Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinde talimatın sistemde geçirdiği ortalama süre - $E(X_{2j})$

$$\bar{Z}(n) = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n} = 0,03560023$$

$$\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)] = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}(n)]^2}{n(n-1)} = 0,00000674$$

%95 güvenlik düzeyinde güven aralığı,

$$\bar{Z}(n) \mp t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)]} = [0,030503681 ; 0,040696772] \text{ olarak bulunur.}$$

Güven aralığı pozitif aralıkta olduğu için H_0 hipotezi reddedilir. Merkezileşen süreçte talimat daha kısa sürede yapılabilmektedir.

Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısının karşılaştırılması

Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısının karşılaştırılması için Çizelge 4.2'de verilen 20 denemenin benzetim sonuçları kullanılarak deneme sayısı tespit edilmiş ve hipotez testleri oluşturularak tespit edilen deneme sayısı ile güven aralığı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2. Giden EFT / havale / icra işlemleri için tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı

Deneme j	Şubeden Yapılan Giden EFT / Havale / İcra İşlemleri			Merkezileşen Giden EFT / Havale / İcra İşlemleri					Z _j = X _{1j} - X _{2j}
	Şube OPR	Şube OPK	Toplam - X _{1j}	Şube OPR	Şube OPK	Merkez OPR	Merkez OPK	Toplam - X _{2j}	
1	53,32	12,62	65,94	9,3057	3,3992	33,523	0,83045	47,05835	18,88165
2	54,44	11,6	66,04	8,9559	3,2797	33,793	0,91662	46,94522	19,09478
3	57,88	12,56	70,44	8,8916	3,398	35,358	1,2327	48,8803	21,5597
4	57,77	12,42	70,19	9,1355	3,3604	35,007	0,606	48,1089	22,0811
5	54,03	12,64	66,67	9,0157	3,3423	33,975	0,7689	47,1019	19,5681
6	52,97	11,88	64,85	8,798	3,2331	32,955	0,89965	45,88575	18,96425
7	55,31	11,99	67,3	9,2576	3,3934	34,332	0,92384	47,90684	19,39316
8	55,11	12,08	67,19	9,1528	3,3383	33,502	0,91483	46,90793	20,28207
9	58,72	13,17	71,89	8,9442	3,3691	34,786	0,78769	47,88699	24,00301
10	58,24	12,09	70,33	9,2588	3,387	35,306	0,95394	48,90574	21,42426
11	55,08	11,83	66,91	9,1521	3,4015	34,942	0,85869	48,35429	18,55571
12	58,36	13,61	71,97	9,3765	3,4675	34,879	0,6358	48,3588	23,6112
13	54,75	11,97	66,72	8,9582	3,3672	33,022	0,72512	46,07252	20,64748
14	58,03	12,47	70,5	9,1375	3,4247	35,069	0,85014	48,48134	22,01866
15	57,22	12,53	69,75	9,3602	3,3511	34,771	0,8533	48,3356	21,4144
16	57,19	12,13	69,32	9,4736	3,4685	34,643	0,68499	48,27009	21,04991
17	58,18	12,6	70,78	9,0177	3,3737	32,657	0,88254	45,93094	24,84906
18	59,91	13,22	73,13	8,5486	3,2173	30,909	0,93786	43,61276	29,51724
19	59,06	12,13	71,19	9,7077	3,5044	35,391	0,83392	49,43702	21,75298
20	58,47	13,26	71,73	9,229	3,3037	31,746	0,71042	44,98912	26,74088

$\gamma = 0,10$ görelî hata ve %90 güvenlik düzeyinde deneme sayısı,

$$n_r^*(\gamma) = \min \left\{ i \geq n : \frac{t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{S^2(n)/i}}{|\bar{X}(n)|} \leq \gamma' \right\}$$

$$\gamma' = \gamma / (1 + \gamma)$$

$i=7$ olarak bulunduğundan 20 deneme yeterlidir.

Hipotez testi oluşturularak 20 deneme sonucu ile güven aralığı hesaplanmıştır.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

μ_1 : Şubeden yapılan giden EFT / havale / icra işlemlerinde tam kapasite kullanılan ortalama operasyon personeli sayısı - $E(X_{1j})$

μ_2 : Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinde tam kapasite kullanılan ortalama operasyon personeli sayısı - $E(X_{2j})$

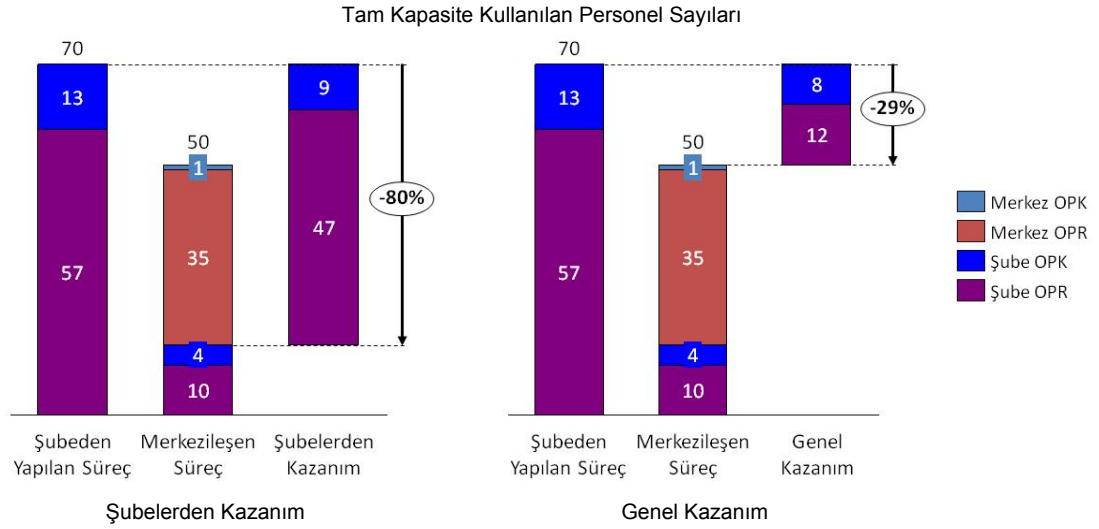
$$\bar{Z}(n) = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n} = 21,77048000$$

$$\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)] = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}(n)]^2}{n(n-1)} = 0,39797095$$

%95 güvenlik düzeyinde güven aralığı,

$$\bar{Z}(n) \mp t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)]} = [20,45009706 ; 23,09086294] \text{ olarak bulunur.}$$

Güven aralığı pozitif aralıkta olduğu için H_0 hipotezi reddedilir. Merkezileşen süreçte daha az operasyon personeli kullanılarak işlemler yapılabilmektedir. Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı ile kazanımlar değerlendirildiğinde; giden EFT / havale / icra işlemlerinin merkezileşmesi ile şubelerden 56 personel (%80), merkezi operasyonda oluşan iş yükü de dikkate alındığında genel olarak 20 personel (%29) kazanım sağlanmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Giden EFT / havale / icra işlemlerinin merkeziyeşmesi ile elde edilen personel kazanımı

4.2.4. Deney tasarımı ve cevap yüzey yöntemi ile eniyileme

Merkeziyeşen giden EFT / havale / icra işlemleri sürecinde, ortalama talimat tamamlanma süresinin ve personel doluluk oranının eniyilenmesi amacıyla Cevap Yüzey Yöntemi kullanılmıştır. Cevap değişkenlerini etkileyebilecek faktörler olarak merkez OPK ve merkez OPR sayısı dikkate alınmıştır. Merkez OPK ve merkez OPR sayısı kontrol edilebilir faktörlerdir ve sistemin kısıtlı kaynaklarıdır.

Merkezi birleşik tasarım yöntemi kullanılarak, merkezi ve eksensel (yüzey merkezli) tasarımları da içeren iki seviyeli tam faktöriyel deney tasarımı yapılmıştır. Çizelge 4.3'de deney tasarım noktaları ve Çizelge 4.4'de merkezi birleşik tasarım için bu faktörlerin minimum, merkezi ve maksimum değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.3. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemleri için merkezi birleşik tasarım ile deney tasarım noktaları

Tasarım Noktası	Faktör	
	Merkez OPK	Merkez OPR
1	-1	-1
2	+1	-1
3	-1	+1
4	+1	+1
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	+1	0
11	-1	0
12	0	+1
13	0	-1

Çizelge 4.4. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinin merkezi birleşik tasarımı için kodlanmış faktörlerin (minimum, merkezi ve maksimum) değerleri

Faktör	Kodlanmış Değeri		
	-1 (Minimum)	0 (Merkezi)	+1 (Maksimum)
Merkez OPK	1	2	3
Merkez OPR	31	38	45

Benzetim modeli, her bir tasarım noktasında 10 kez çalıştırılmış ve elde edilen sonuçlar ile Minitab programı kullanılarak kuadratik regresyon metamodeli geliştirilmiştir. Geliştirilen regresyon metamodelleri Eş. 4.7 ve Eş. 4.8'de verilmiştir.

Ortalama talimat tamamlanma süresi regresyon metamodeli

$$\hat{Y}_1 = 8,42973 + 0,09329 X_1 - 0,37500 X_2 - 0,01182 X_1^2 + 0,00429 X_2^2 - 0,00128 X_1 X_2 \quad (4.7)$$

\hat{Y}_1 : Ortalama Talimat Tamamlanma Süresi

X_1 : Merkez Operasyon Koordinatörü Sayısı

X_2 : Merkez Operasyon Personeli Sayısı

$$S_{Y_1} = 0,1081 \quad R_{Y_1} - Sq = \%86,5 \quad R_{Y_1} - Sq(adj) = \%85,9$$

Ortalama talimat tamamlanma süresi regresyon metamodelinin anlamlılığını test etmek için hipotez testi yapılmıştır.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ en az bir } j \text{ için}$$

$$F_0 = 158,45$$

$F_0 > F_{0,05;5;124} = 2,29$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilir. Model istatistiksel olarak anlamlıdır.

Personel doluluk oranı regresyon metamodeli

$$\widehat{Y}_2 = 0,710791 - 0,049356 X_1 + 0,026180 X_2 - 0,004824 X_1^2 - 0,000567 X_2^2 + 0,001300 X_1 X_2 \quad (4.8)$$

\widehat{Y}_2 : Giden EFT / Havale / İcra İşlemlerinde Personel Doluluk Oranı

X_1 : Merkez Operasyon Koordinatörü Sayısı

X_2 : Merkez Operasyon Personeli Sayısı

$$S_{Y_2} = 0,02833 \quad R_{Y_2}^2\text{-Sq} = \%86,8 \quad R_{Y_2}^2\text{-Sq(adj)} = \%86,3$$

Personel doluluk oranı regresyon metamodelinin anlamlılığını test etmek için hipotez testi yapılmıştır.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ en az bir } j \text{ için}$$

$$F_0 = 163,57$$

$F_0 > F_{0,05;5;124} = 2,29$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilir. Model istatistiksel olarak anlamlıdır.

Cevap yüzey yöntemi ile eniyileme

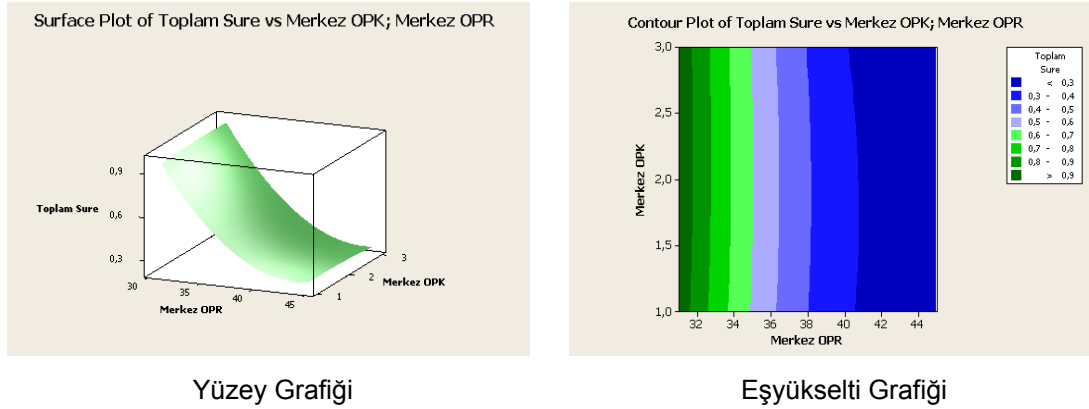
Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinde aynı anda iki cevap değişkeninin eniyilenmesini sağlamak ve girdi faktörlerin en iyi seviyelerini belirleyebilmek için Cevap Yüzey Yöntemi kullanılmıştır. Girdi faktörlerin en iyi seviyeleri Minitab programındaki Cevap Yüzey (Response Surface) aracı kullanılarak belirlenmiştir.

Eniyileme sırasında Minitab programında kullanılan, ortalama talimat tamamlanma süresi ve personel doluluk oranı cevap değişkenlerinin alt, üst ve hedeflenen değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Bu değerler, benzetim deneyleri sonucundaki alt ve üst değerler dikkate alınarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinde her iki cevap değişkeni için alt, üst ve hedeflenen değerler

Cevap	Amaç	Alt Sınır	Hedeflenen	Üst Sınır	Ağırlığı / Önemi
Ortalama Talimat Tamamlanma Süresi	Minimizasyon	-	0,23	1,22	1
Personel Doluluk Oranı	Maksimizasyon	0,5	0,90	-	1

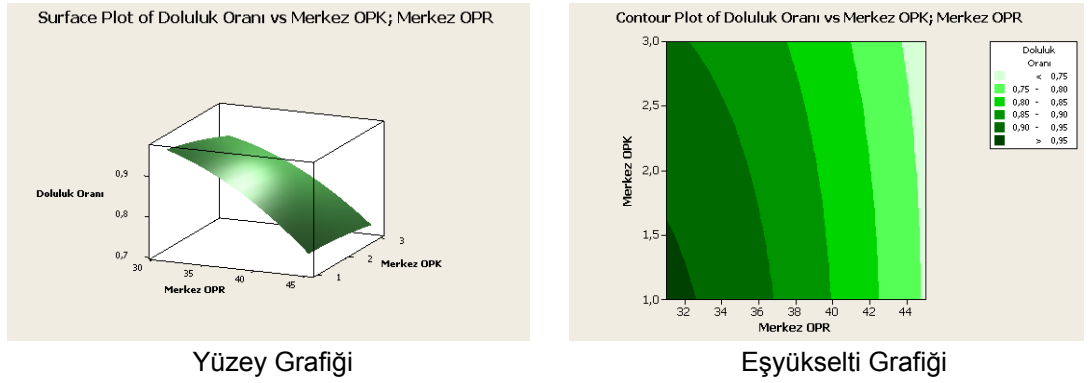
Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de alt ve üst sınırlar dikkate alınarak, merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinde cevap değişkenlerinin faktörlere göre değişimi grafiksel olarak gösterilmiştir.



Yüzey Grafiği

Eşyükselti Grafiği

Şekil 4.19. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinde ortalama talimat tamamlanma süresi yüzey ve eşyükselti grafikleri

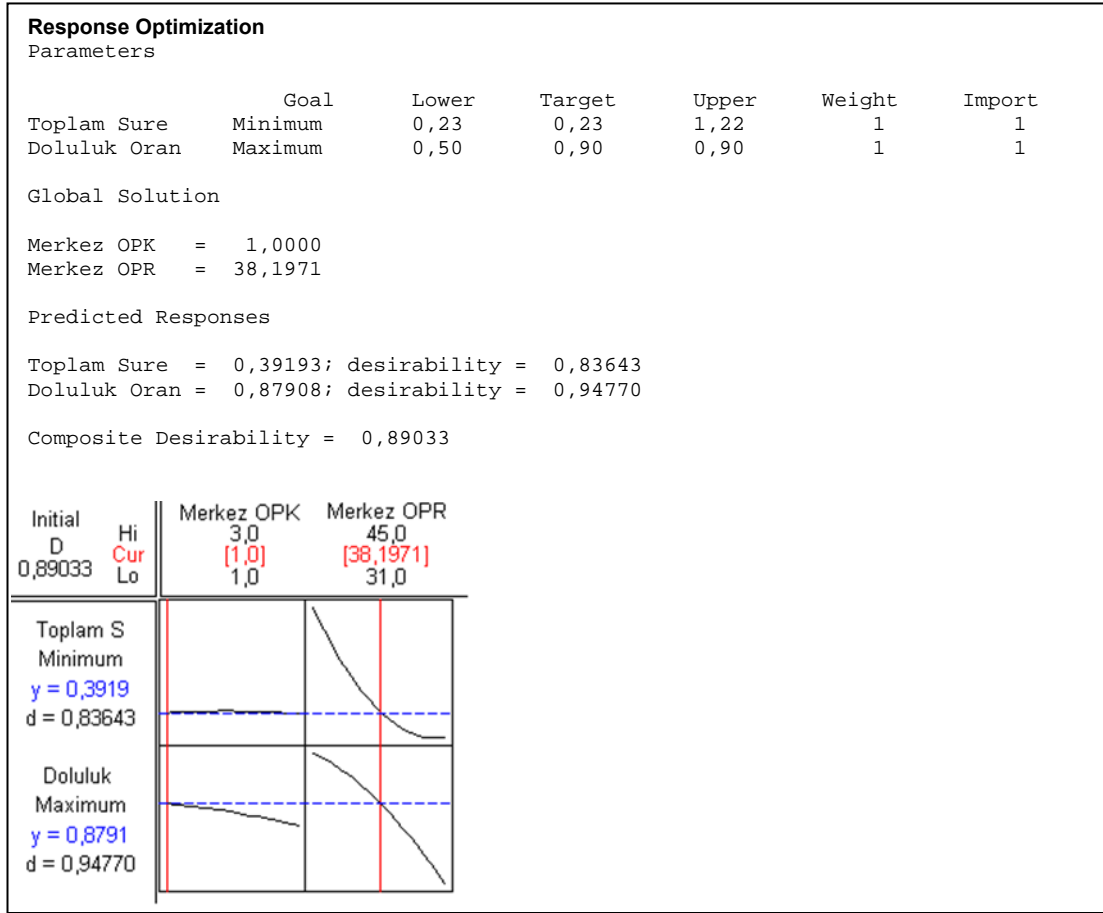


Yüzey Grafiği

Eşyükselti Grafiği

Şekil 4.20. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemlerinde personel doluluk oranı yüzey ve eşyükselti grafikleri

Minitab programı kullanılarak cevap değişkenlerinin eniylenmesi yapılmıştır. Eniylemenin başlangıç çözümünün çıktısı ve grafiği Şekil 4.21'de gösterilmiştir.



Şekil 4.21. Merkezileşen giden EFT / havale / icra işlemleri için Minitab Cevap Yüzey Eniyilemenin başlangıç çözümünün çıktısı ve grafiği

Başlangıç çözüm üzerinde, farklı faktör seviyeleri denenerek duyarlılık analizi yapılmış ve cevap değişkenlerinin iyileştiği seviyeler tespit edilmiştir. Elde edilen en iyi çözümde merkez operasyon personeli sayısı 39, merkez operasyon koordinatörü sayısı 1, ortalama talimat tamamlanma süresi 0,36 saat, personel doluluk oranı da 0,87 olarak bulunmuştur.

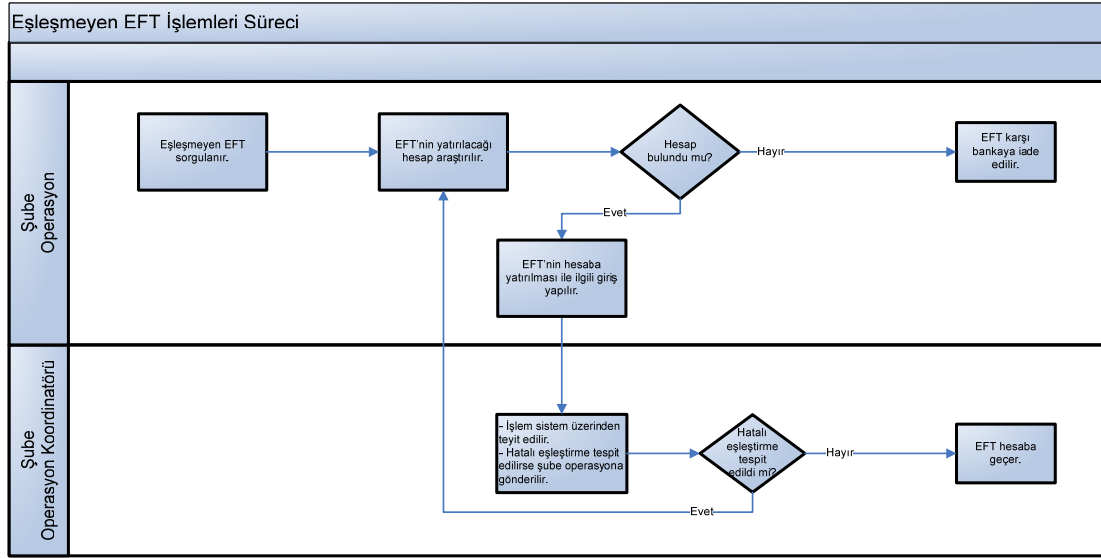
4.3. Eşleşmeyen EFT Süreci

Para transferleri ile ilgili diğer bankalar tarafından gönderilen EFT'lerden uygun olanlar otomatik olarak eşleştirilerek hesaba yatırılmakta, otomatik eşleşmeyen EFT'ler ise operasyon personeli tarafından manüel olarak hesaba yatırılmaktadır. Eşleşmeyen EFT süreci gelen EFT'lerin manüel

olarak hesaba yatırılması ile ilgili işlemleri kapsamakta ve bu işlemler personel tarafından bilgisayar uygulaması kullanılarak yapılmaktadır. 2009 yılına kadar sadece bankanın şubelerinde yapılabilen bu işlemler, şubeler üzerindeki yükün azaltılması ve verimliliğin artırılması amacıyla merkezi bir operasyon tarafından yapılmaya başlanmıştır.

4.3.1. Şubeden yapılan mevcut süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi

Eşleşmeyen EFT işlemlerinde, eşleşmeyen EFT'ler şube operasyon personeli tarafından sorgulanır. Personel, EFT'nin yatırılacağı hesabı araştırır. Hesap bulunursa EFT'nin yatırılması için uygulamaya giriş yapılır. Eğer, EFT'nin yatırılacağı hesap bulunamaz ise EFT karşı bankaya iade edilir. Eşleştirilmesi yapılan tüm EFT'lerin sistem üzerinden teyidi şube operasyon koordinatörü tarafından yapılır ve teyit tamamlandığında EFT hesaba geçer. Eğer, şube operasyon koordinatörü hatalı eşleştirme tespit ederse işleme onay vermez ve şube operasyona işlemi iade eder. Gün içinde 8 saat çalışılmakta ancak saat 17:30'dan sonra EFT transferleri Merkez Bankası tarafından kapatıldığından 7,5 saat süre ile EFT gelmektedir. Şekil 4.22'de şubeden yapılan eşleşmeyen EFT işlemleri ile ilgili mevcut süreç gösterilmiştir.

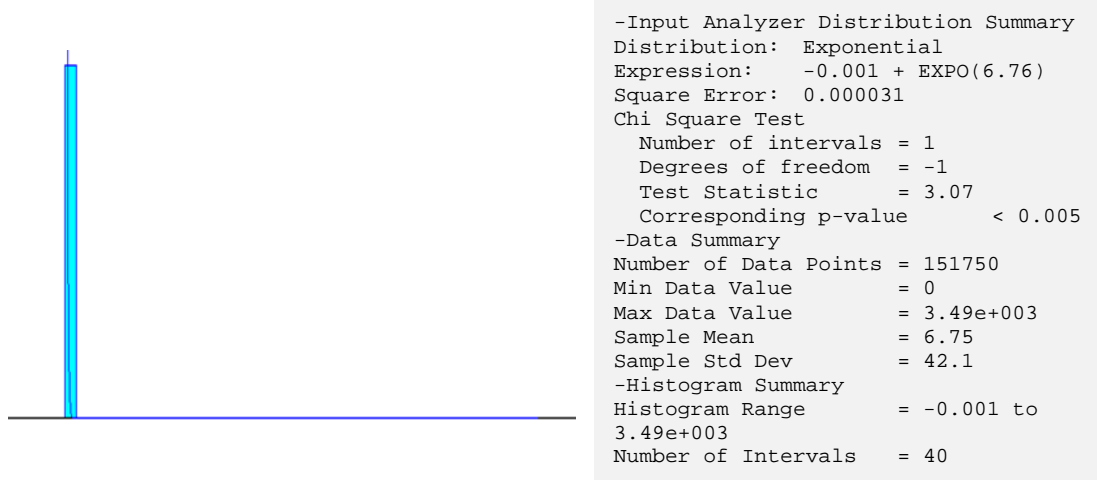


Şekil 4.22. Şubeden yapılan eşleşmeyen EFT işlemleri süreci

Benzetim modelinde kullanılacak dağılımların belirlenmesi

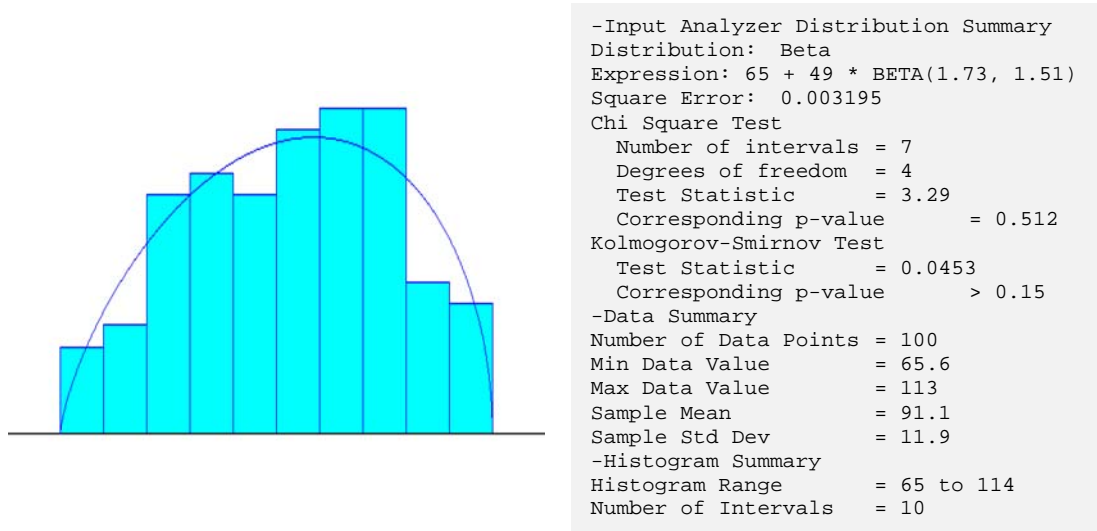
Şubeden yapılan eşleşmeyen EFT işlemlerinin benzetim modelinde kullanılacak dağılımlar ve Arena Input Analyzer çıktısı aşağıda verilmiştir. Dağılımların belirlenmesinde sistemden elde edilen veriler ve ölçümler kullanılmıştır.

EFT Gelişleri Arasındaki Geçen Süre : EFT gelişleri arasındaki geçen sürenin Üstel dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.23'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



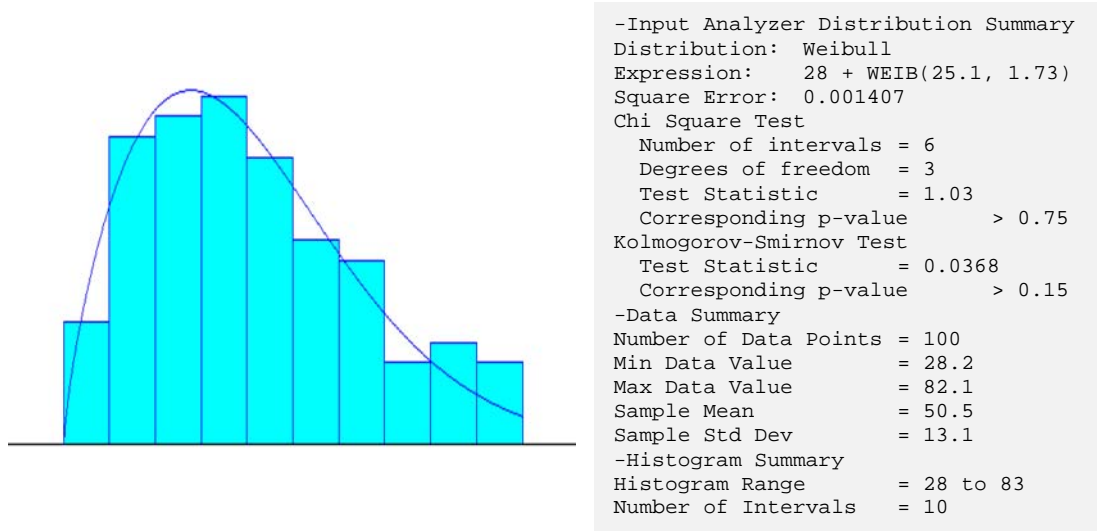
Şekil 4.23. EFT gelişleri arasındaki geçen sürenin dağılımı

Şube Operasyon EFT Eşleştirme Süresi : Şube operasyon EFT eşleştirme süresinin Beta dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.24'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.24. Şube operasyon EFT eşleştirme süresinin dağılımı

Şube Operasyon Koordinatörü İşlem Teyit Süresi : Şube operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin Weibull dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.25'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.25. Şube operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin dağılımı

İade Edilen EFT İşlemlerin Oranı : Sistemden alınan veriye göre bankaya 1 ayda gelen 517.126 EFT'den 6.123'ü eşleştirme yapılamadığı için iade edilmiştir. Gelen EFT'lerin %1,18 iade edilmektedir.

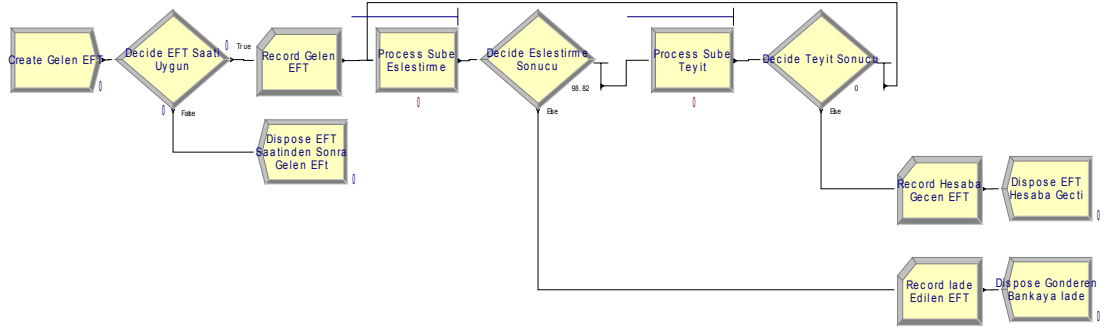
Arena benzetim modeli

Arena programında şubeden yapılan eşleşmeyen EFT işlemleri ile ilgili benzetim modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model Şekil 4.26'da verilmiştir.

Modelde kullanılan kaynakların kapasiteleri :

- Şube Operasyon Personeli Sayısı : 1500
- Şube Operasyon Koordinatörü Sayısı : 550

Şube operasyon ve operasyon koordinatörü kapasiteleri için 550 şube dikkate alınmıştır.

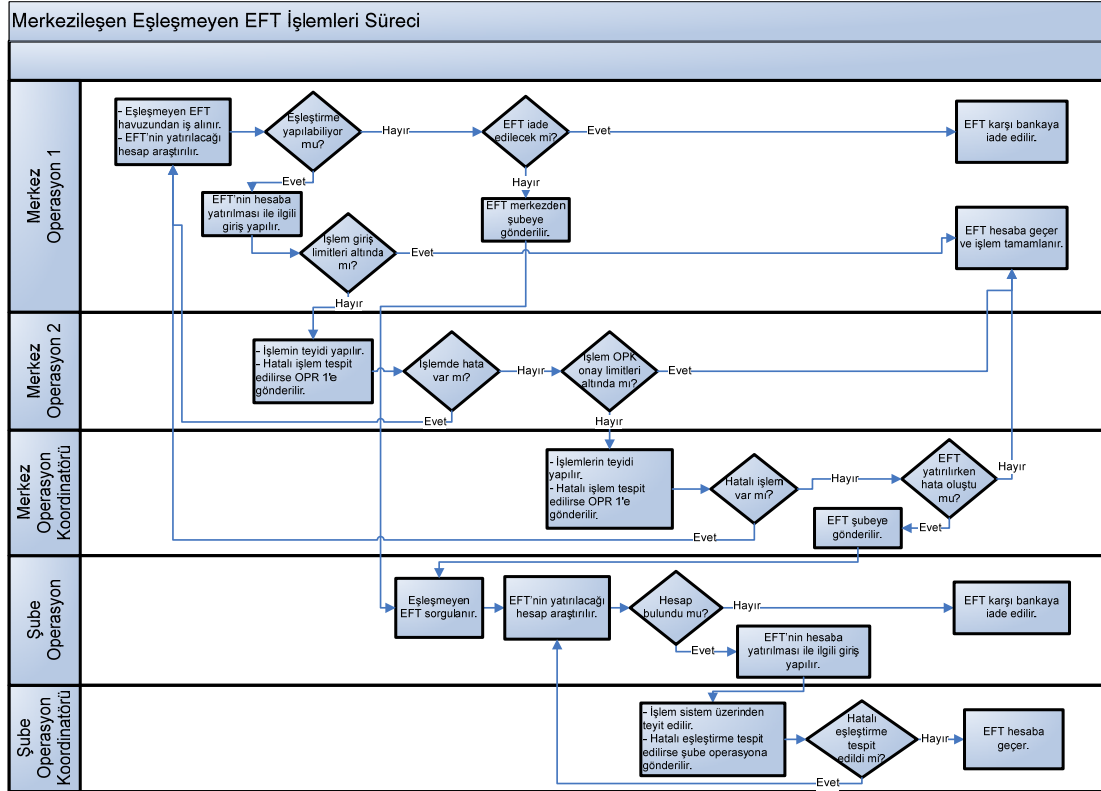


Şekil 4.26. Şubeden yapılan eşleşmeyen EFT işlemleri Arena benzetim modeli

4.3.2. Merkezileşen süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi

Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemlerinde, eşleşmeyen EFT'ler şubeye gönderilmeden önce merkezi operasyona düşürülür. Merkez operasyon eşleşmeyen EFT havuzundan EFT'yi seçer. EFT'nin yatırılacağı hesabı araştırır. Eğer hesap bulunursa EFT'nin hesaba yatırılması için giriş yapılır. İşlem, onay limitleri dahilinde ise tamamlanır ve EFT hesaba geçer. İşlem, onay limitlerinin üzerinde ise ikinci bir merkez operasyon onayına otomatik olarak gider. Merkez operasyon tarafından EFT'nin yatırılacağı hesap bulunamazsa ve EFT'yi iade etmeye engel bir durum yoksa EFT iade edilir. EFT iade edilmez ise şubeye gönderilir. İkinci bir merkez operasyon onayına giden işlemler merkez operasyon tarafından teyit edilir, hata bulunursa düzeltme için girişi yapan merkez operasyona iade edilir. İşlemden hata yoksa ve işlem merkez OPK teyit limitleri dahilinde ise işlem tamamlanır ve EFT hesaba geçer. İşlem, merkez OPK teyit limitleri üzerinde ise merkez OPK onayına otomatik olarak gider. Merkez OPK tarafından işlemler teyit edilir. Eğer, talimat ile ilgili hata tespit ederse, düzeltilmesi için girişi yapan merkez operasyona iletir. Hata yoksa işlem tamamlanır ve EFT hesaba geçer. Çeşitli hatalar nedeniyle gerçekleşmeyen işlemler merkez OPK'ya yönlendirilmektedir. Merkez OPK bu işlemleri inceleyerek EFT'leri şubeye göndermektedir. Şubeye gönderilen EFT'ler ile ilgili işlemler, şubeden yapılan eşleşmeyen EFT işlemleri sürecinde anlatıldığı gibi yapılmaktadır. Gün içinde 8 saat çalışılmakta ancak saat 17:30'dan sonra EFT transferleri Merkez

Bankası tarafından kapatıldığından 7,5 saat süre ile EFT gelmektedir. Şekil 4.27’de merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri ile ilgili süreç gösterilmiştir.

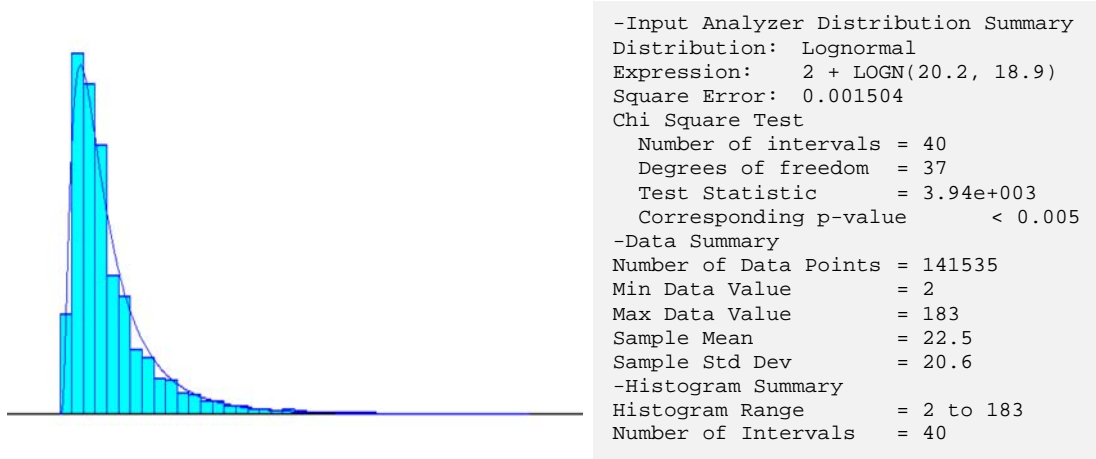


Şekil 4.27. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri süreci

Benzetim modelinde kullanılacak dağılımların belirlenmesi

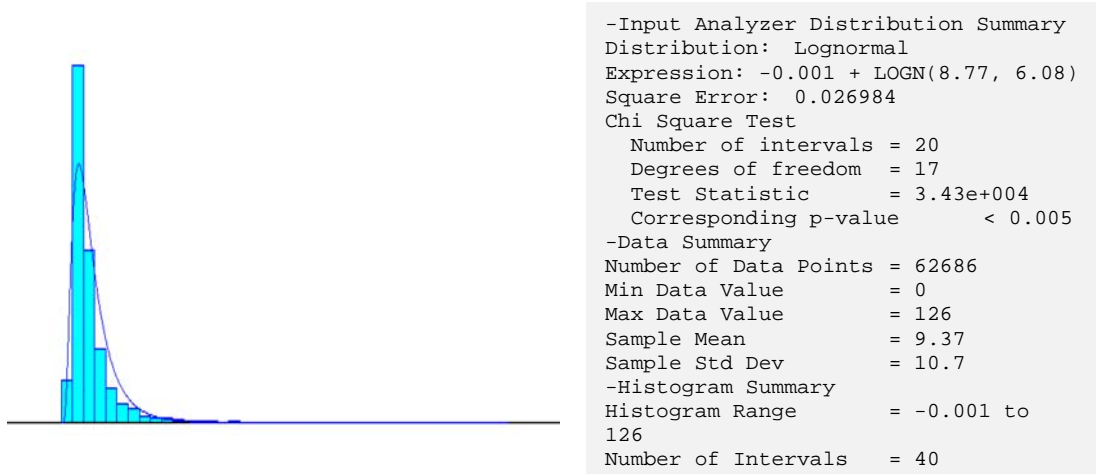
Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemlerinin benzetim modelinde kullanılacak dağılımlar ve Arena Input Analyzer çıktısı aşağıda verilmiştir. Dağılımların belirlenmesinde sistemden elde edilen veriler kullanılmıştır. EFT gelişleri arasındaki geçen süre, şube operasyon EFT eşleştirme süresi, şube operasyon koordinatörü işlem teyit süresi ve iade edilen EFT işlemlerin oranı mevcut sürecin benzetim modelinin oluşturulması sırasında belirlenmiş olup aynı dağılımlar merkezileşen süreç için de kullanılmıştır.

Merkez Operasyon İşlem Giriş Süresi : Merkez operasyon işlem giriş süresinin Lognormal dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.28'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.28. Merkez operasyon işlem giriş süresinin dağılımı

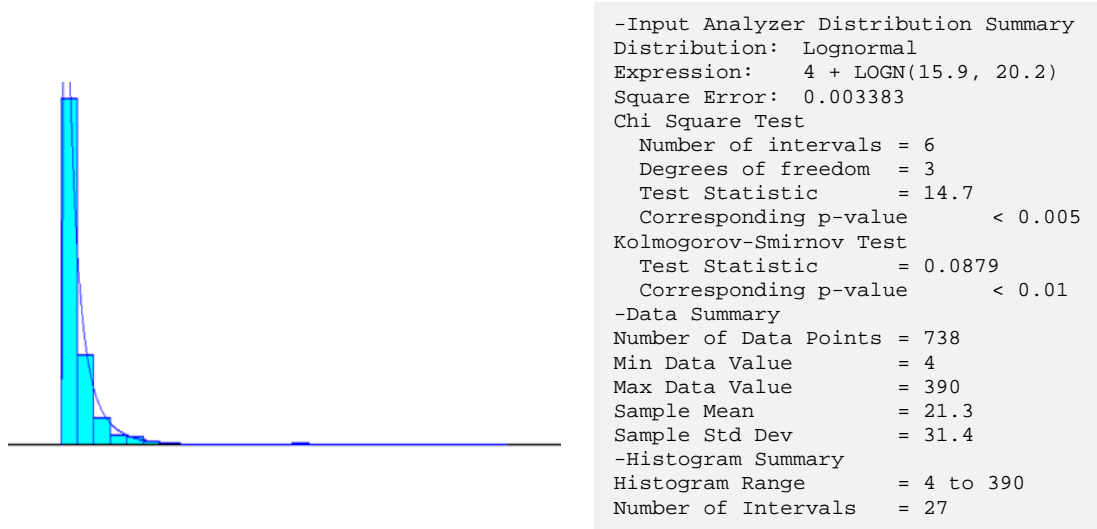
Merkez Operasyon İşlem Teyit Süresi : Merkez operasyon işlem teyit süresinin Lognormal dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.29'da dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.29. Merkez operasyon işlem teyit süresinin dağılımı

Merkez Operasyon Koordinatörü İşlem Teyit Süresi : Merkez operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin Lognormal dağılımına uygun olduğu

belirlenmiştir. Şekil 4.30'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.30. Merkez operasyon koordinatörü işlem teyit süresinin dağılımı

Merkezi Operasyonda Girişi Yapılan İşlemlerin Dağılımı : Sistemden alınan veriye göre, merkezi operasyonda girişi yapılan 151.785 eşleşmeyen EFT'den 44.124'ü (%29,07) şubede eşleştirilmek üzere şubeye gönderilmekte, 305'i (%0,20) eşleştirilemediğinden karşı bankaya iade edilmekte, 43.498'i (%28,66) eşleştirildiğinden ve onay limitleri dahilinde olduğundan hesaba geçmekte, 63.858'i (%42,07) de eşleştirilerek ikinci bir operasyonun teyidine düşmektedir.

Merkezi Operasyonda Teyidi Yapılan İşlemlerin Dağılımı : Sistemden alınan veriye göre, merkezi operasyonda teyidi yapılan 63.858 işlemin 2.040'ı (%3,19) şubeye gönderilmek üzere merkez operasyon girişine geri gönderilmekte, 61.077'i (%95,65) merkez OPK onay limitleri dahilinde olduğundan onay sonrasında hesaba geçmekte, 741'i (%1,16) de merkez OPK teyidine düşmektedir.

Merkezi Operasyonda OPK Teyidi Yapılan İşlemlerin Dağılımı : Sistemden alınan veriye merkezi operasyonda OPK teyidi yapılan 741 işlemin 673'ü

(%90,82) onay sonrasında hesaba geçmekte, 68'i (%9,18) de şubede eşleştirilmek üzere şubeye gönderilmektedir.

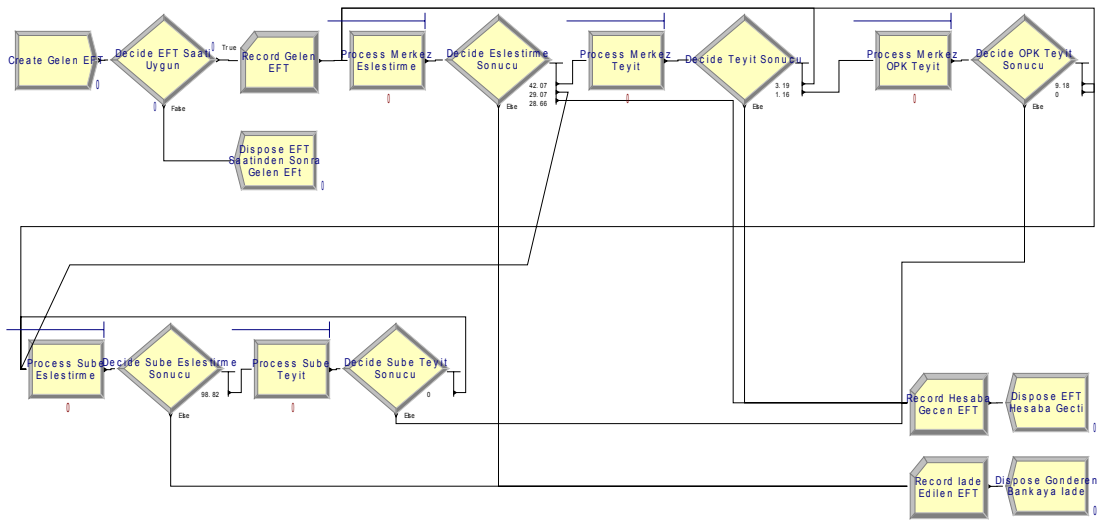
Arena benzetim modeli

Arena programında merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri ile ilgili benzetim modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model Şekil 4.31'de verilmiştir.

Modelde kullanılan kaynakların kapasiteleri :

- Şube Operasyon Personeli Sayısı : 1500
- Şube Operasyon Koordinatörü Sayısı : 550
- Merkez Operasyon Personeli Sayısı : 10
- Merkez Operasyon Koordinatörü Sayısı : 2

Şube operasyon ve operasyon koordinatörü kapasiteleri için 550 şube dikkate alınmıştır.



Şekil 4.31. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri Arena benzetim modeli

4.3.3. Şube sürecinin ve merkezileşen sürecin karşılaştırılması

Şubeden yapılan eşleşmeyen EFT işlemleri süreci ile merkezileşen sürecin karşılaştırılmasında, oluşturulan benzetim modelleri ve aşağıdaki performans kriterleri kullanılmıştır.

- Eşleşmeyen EFT'nin sistemde geçirdiği ortalama süre
- Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı

Oluşturulan benzetim modellerinin 20 deneme için sonuçları kullanılarak çıktı analizi yapılmış ve iki sistem karşılaştırılmıştır.

Eşleşmeyen EFT'nin sistemde geçirdiği ortalama sürenin karşılaştırılması

Eşleşmeyen EFT'nin sistemde geçirdiği ortalama sürenin karşılaştırılması için Çizelge 4.6'da verilen 20 denemenin benzetim sonuçları kullanılarak deneme sayısı tespit edilmiş ve hipotez testleri oluşturularak tespit edilen deneme sayısı ile güven aralığı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6. Eşleşmeyen EFT işlemlerinde EFT'nin sistemde geçirdiği ortalama süre

Deneme j	Şubeden Yapılan Eşleşmeyen EFT İşlemleri - X_{1j} (saat)	Merkezileşen Eşleşmeyen EFT İşlemleri - X_{2j} (saat)	$Z_j = X_{1j} - X_{2j}$ (saat)
1	0,03669	0,01754	0,01915
2	0,03682	0,01713	0,01969
3	0,03652	0,01745	0,01907
4	0,03649	0,01773	0,01876
5	0,0365	0,01739	0,01911
6	0,03649	0,01761	0,01888
7	0,03667	0,01797	0,0187
8	0,03669	0,01751	0,01918
9	0,0365	0,01765	0,01885
10	0,03649	0,01793	0,01856
11	0,03664	0,01753	0,01911
12	0,03675	0,01768	0,01907
13	0,0366	0,01741	0,01919
14	0,03674	0,01798	0,01876
15	0,0367	0,01849	0,01821
16	0,03661	0,01719	0,01942
17	0,03677	0,0175	0,01927
18	0,0366	0,01757	0,01903
19	0,03693	0,01761	0,01932
20	0,03676	0,01736	0,0194

$\gamma = 0,10$ görelî hata ve %90 güvenlik düzeyinde deneme sayısı,

$$n_r^*(\gamma) = \min \left\{ i \geq n: \frac{t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{S^2(n)/i}}{|\bar{X}(n)|} \leq \gamma' \right\}$$

$$\gamma' = \gamma / (1 + \gamma)$$

$i=1$ olarak bulunduğundan 20 deneme yeterlidir.

Hipotez testi oluşturularak 20 deneme sonucu ile güven aralığı hesaplanmıştır.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

μ_1 : Şubeden yapılan eşleşmeyen EFT işlemlerinde EFT'nin sistemde geçirdiği ortalama süre - $E(X_{1j})$

μ_2 : Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemlerinde EFT'nin sistemde geçirdiği ortalama süre - $E(X_{2j})$

$$\bar{Z}(n) = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n} = 0,01903650$$

$$\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)] = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}(n)]^2}{n(n-1)} = 0,00000001$$

%95 güvenlik düzeyinde güven aralığı,

$$\bar{Z}(n) \mp t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)]} = [0,01887918 ; 0,01919382] \text{ olarak bulunur.}$$

Güven aralığı pozitif aralıkta olduğu için H_0 hipotezi reddedilir. Merkezileşen süreçte işlemler daha kısa sürede yapılabilmektedir.

Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısının karşılaştırılması

Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısının karşılaştırılması için Çizelge 4.7'de verilen 20 denemenin benzetim sonuçları kullanılarak deneme sayısı tespit edilmiş ve hipotez testleri oluşturularak tespit edilen deneme sayısı ile güven aralığı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.7. Eşleşmeyen EFT işlemleri için tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı

Deneme j	Şubeden Yapılan Eşleşmeyen EFT İşlemleri			Merkezeleşen Eşleşmeyen EFT İşlemleri					Z _j = X _{1j} - X _{2j}
	Şube OPR	Şube OPK	Toplam - X _{1j}	Şube OPR	Şube OPK	Merkez OPR	Merkez OPK	Toplam - X _{2j}	
1	12,705	6,9193	19,6243	3,7041	2,0347	3,6273	0,00923	9,37533	10,24897
2	12,431	6,8626	19,2936	3,5377	1,914	3,5112	0,01258	8,97548	10,31812
3	12,277	6,7022	18,9792	3,6804	2,0303	3,6175	0,01247	9,34067	9,63853
4	12,533	6,8146	19,3476	3,808	2,0655	3,6735	0,0128	9,5598	9,7878
5	12,348	6,7864	19,1344	3,5971	1,977	3,5457	0,01709	9,13689	9,99751
6	12,693	6,9636	19,6566	3,7203	2,0349	3,7279	0,01027	9,49337	10,16323
7	12,89	7,0613	19,9513	3,9212	2,115	3,6153	0,01521	9,66671	10,28459
8	12,717	6,9637	19,6807	3,6958	2,0013	3,6062	0,00953	9,31283	10,36787
9	12,758	6,9274	19,6854	3,7766	2,0543	3,6118	0,02009	9,46279	10,22261
10	12,535	6,7924	19,3274	3,7973	2,0451	3,5839	0,01715	9,44345	9,88395
11	12,605	6,9013	19,5063	3,6658	2,0061	3,6992	0,00525	9,37635	10,12995
12	12,692	6,947	19,639	3,7046	2,0017	3,5816	0,01826	9,30616	10,33284
13	12,272	6,7546	19,0266	3,5863	1,9597	3,6417	0,02711	9,21481	9,81179
14	12,395	6,804	19,199	3,7982	2,1289	3,6027	0,02055	9,55035	9,64865
15	12,466	6,7942	19,2602	3,8869	2,1155	3,5616	0,01192	9,57592	9,68428
16	12,785	7,0136	19,7986	3,6386	1,9658	3,6068	0,0091	9,2203	10,5783
17	12,624	6,919	19,543	3,5195	1,9109	3,542	0,01952	8,99192	10,55108
18	12,725	6,9277	19,6527	3,6285	1,9403	3,5216	0,00674	9,09714	10,55556
19	12,857	6,9902	19,8472	3,6466	1,9844	3,6001	0,01369	9,24479	10,60241
20	12,646	6,8973	19,5433	3,6814	1,9984	3,6918	0,01694	9,38854	10,15476

$\gamma = 0,10$ görelî hata ve %90 güvenlik düzeyinde deneme sayısı,

$$n_r^*(\gamma) = \min \left\{ i \geq n : \frac{t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{S^2(n)/i}}{|\bar{X}(n)|} \leq \gamma' \right\}$$

$$\gamma' = \gamma / (1 + \gamma)$$

$i=1$ olarak bulunduğundan 20 deneme yeterlidir.

Hipotez testi oluşturularak 20 deneme sonucu ile güven aralığı hesaplanmıştır.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

μ_1 : Şubeden yapılan eşleşmeyen EFT işlemlerinde tam kapasite kullanılan ortalama operasyon personeli sayısı - $E(X_{1j})$

μ_2 : Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemlerinde tam kapasite kullanılan ortalama operasyon personeli sayısı - $E(X_{2j})$

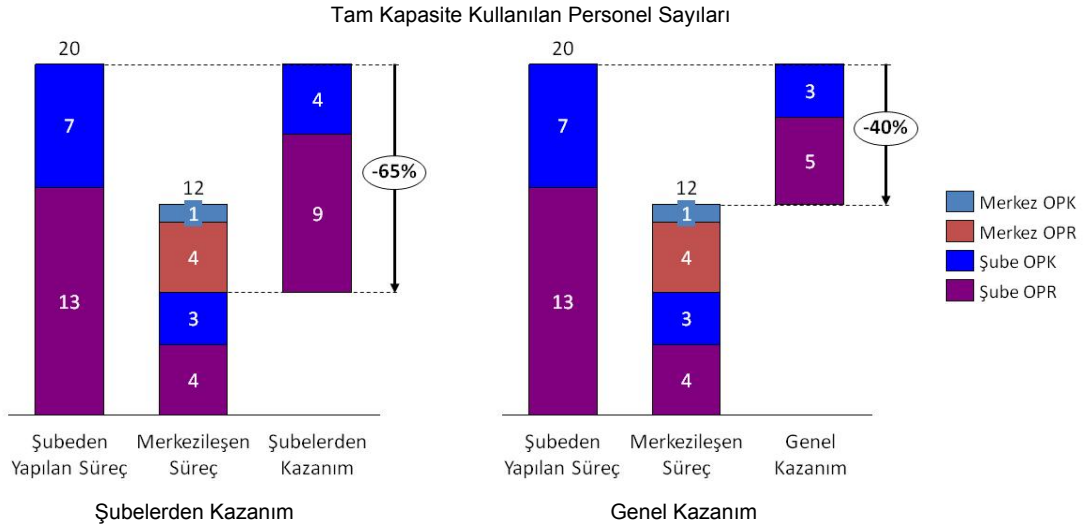
$$\bar{Z}(n) = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n} = 10,14814000$$

$$\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)] = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}(n)]^2}{n(n-1)} = 0,00506788$$

%95 güvenlik düzeyinde güven aralığı,

$$\bar{Z}(n) \mp t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)]} = [9,999139661 ; 10,29714034] \text{ olarak bulunur.}$$

Güven aralığı pozitif aralıkta olduğu için H_0 hipotezi reddedilir. Merkezileşen süreçte daha az operasyon personeli kullanılarak işlemler yapılabilmektedir. Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı ile kazanımlar değerlendirildiğinde; eşleşmeyen EFT işlemlerinin merkezileşmesi ile şubelerden 13 personel (%65), merkezi operasyonda oluşan iş yükü de dikkate alındığında genel olarak 8 personel (%40) kazanım sağlanmıştır (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Eşleşmeyen EFT işlemlerinin merkezileşmesi ile elde edilen personel kazanımı

4.3.4. Deney tasarımı ve cevap yüzey yöntemi ile eniyileme

Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri sürecinde, ortalama EFT tamamlanma süresinin ve personel doluluk oranının eniyilenmesi amacıyla Cevap Yüzey Yöntemi kullanılmıştır. Cevap değişkenlerini etkileyebilecek faktörler olarak merkez OPK ve merkez OPR sayısı dikkate alınmıştır. Merkez OPK ve merkez OPR sayısı kontrol edilebilir faktörlerdir ve sistemin kısıtlı kaynaklarıdır.

Merkezi birleşik tasarım yöntemi kullanılarak, merkezi ve eksensel (yüzey merkezli) tasarımları da içeren iki seviyeli tam faktöriyel deney tasarımı yapılmıştır. Çizelge 4.8'de deney tasarım noktaları ve Çizelge 4.9'da merkezi birleşik tasarım için bu faktörlerin minimum, merkezi ve maksimum değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.8. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri için merkezi birleşik tasarım ile deney tasarım noktaları

Tasarım Noktası	Faktör	
	Merkez OPK	Merkez OPR
1	-1	-1
2	+1	-1
3	-1	+1
4	+1	+1
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	+1	0
11	-1	0
12	0	+1
13	0	-1

Çizelge 4.9. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemlerinin merkezi birleşik tasarımı için kodlanmış faktörlerin (minimum, merkezi ve maksimum) değerleri

Faktör	Kodlanmış Değeri		
	-1 (Minimum)	0 (Merkezi)	+1 (Maksimum)
Merkez OPK	1	2	3
Merkez OPR	3	9	15

Benzetim modeli, her bir tasarım noktasında 10 kez çalıştırılmış ve elde edilen sonuçlar ile Minitab programı kullanılarak kuadratik regresyon metamodeli geliştirilmiştir. Geliştirilen regresyon metamodelleri Eş. 4.9 ve Eş. 4.10'da verilmiştir.

Ortalama EFT tamamlanma süresi regresyon metamodeli

$$\hat{Y}_1 = 1,76939 - 0,00014 X_1 - 0,31137 X_2 + 0,00004 X_1^2 + 0,01297 X_2^2 \quad (4.9)$$

\hat{Y}_1 : Ortalama Talimat Tamamlanma Süresi

X_1 : Merkez Operasyon Koordinatörü Sayısı

X_2 : Merkez Operasyon Personeli Sayısı

$$S_{Y_1} = 0,03416 \quad R_{Y_1} - Sq = \%99,3 \quad R_{Y_1} - Sq(adj) = \%99,3$$

Ortalama EFT tamamlanma süresi regresyon metamodelinin anlamlılığını test etmek için hipotez testi yapılmıştır.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ en az bir } j \text{ için}$$

$$F_0 = 3452,33$$

$F_0 > F_{0,05;4;125} = 2,44$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilir. Model istatistiksel olarak anlamlıdır.

Personel doluluk oranı regresyon metamodeli

$$\widehat{Y}_2 = 1,12559 - 0,17062 X_1 - 0,09253 X_2 + 0,00737 X_1^2 + 0,00223 X_2^2 + 0,00943 X_1 X_2 \quad (4.10)$$

\widehat{Y}_2 : Eşleşmeyen EFT İşlemlerinde Personel Doluluk Oranı

X_1 : Merkez Operasyon Koordinatörü Sayısı

X_2 : Merkez Operasyon Personeli Sayısı

$$S_{Y_2} = 0,01387 \quad R_{Y_2}\text{-Sq} = \%99,2 \quad R_{Y_2}\text{-Sq(adj)} = \%99,2$$

Personel doluluk oranı regresyon metamodelinin anlamlılığını test etmek için hipotez testi yapılmıştır.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ en az bir } j \text{ için}$$

$$F_0 = 3095,68$$

$F_0 > F_{0,05;5;124} = 2,29$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilir. Model istatistiksel olarak anlamlıdır.

Cevap yüzey yöntemi ile eniyileme

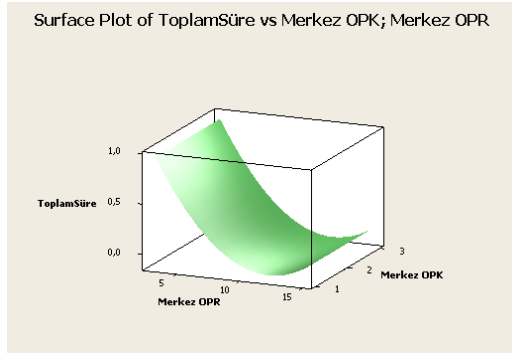
Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemlerinde aynı anda iki cevap değişkeninin eniyilenmesini sağlamak ve girdi faktörlerin en iyi seviyelerini belirleyebilmek için Cevap Yüzey Yöntemi kullanılmıştır. Girdi faktörlerin en iyi seviyeleri Minitab programındaki Cevap Yüzey (Response Surface) aracı kullanılarak belirlenmiştir.

Eniyileme sırasında Minitab programında kullanılan, ortalama EFT tamamlanma süresi ve personel doluluk oranı cevap değişkenlerinin alt, üst ve hedeflenen değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Bu değerler, benzetim deneyleri sonucundaki alt ve üst değerler dikkate alınarak belirlenmiştir.

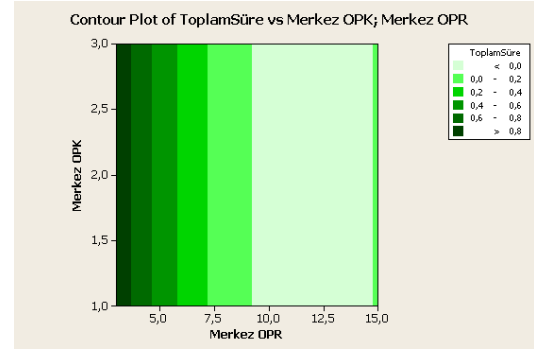
Çizelge 4.10. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemlerinde her iki cevap değişkeni için alt, üst ve hedeflenen değerler

Cevap	Amaç	Alt Sınır	Hedeflenen	Üst Sınır	Ağırlığı / Önemi
Ortalama EFT Tamamlanma Süresi	Minimizasyon	-	0,01	1,00	1
Personel Doluluk Oranı	Maksimizasyon	0,19	0,70	-	1

Şekil 4.33 ve Şekil 4.34'de alt ve üst sınırlar dikkate alınarak, merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemlerinde cevap değişkenlerinin faktörlere göre değişimi grafiksel olarak gösterilmiştir.

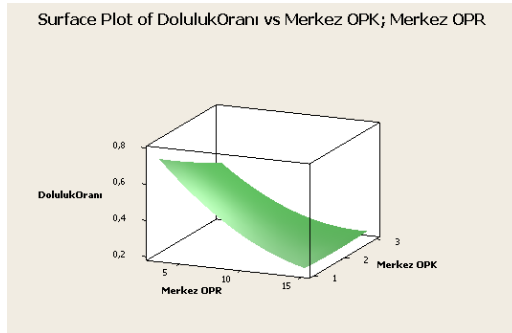


Yüzey Grafiği

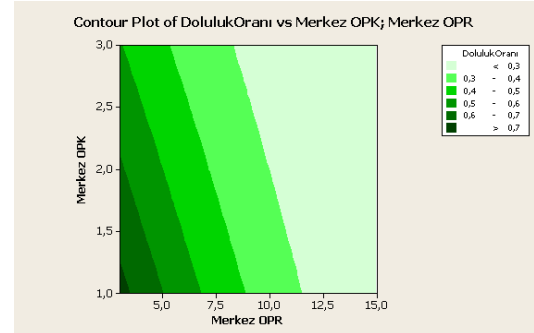


Eşyükselti Grafiği

Şekil 4.33. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri için ortalama EFT tamamlanma süresi yüzey ve eşyükselti grafikleri



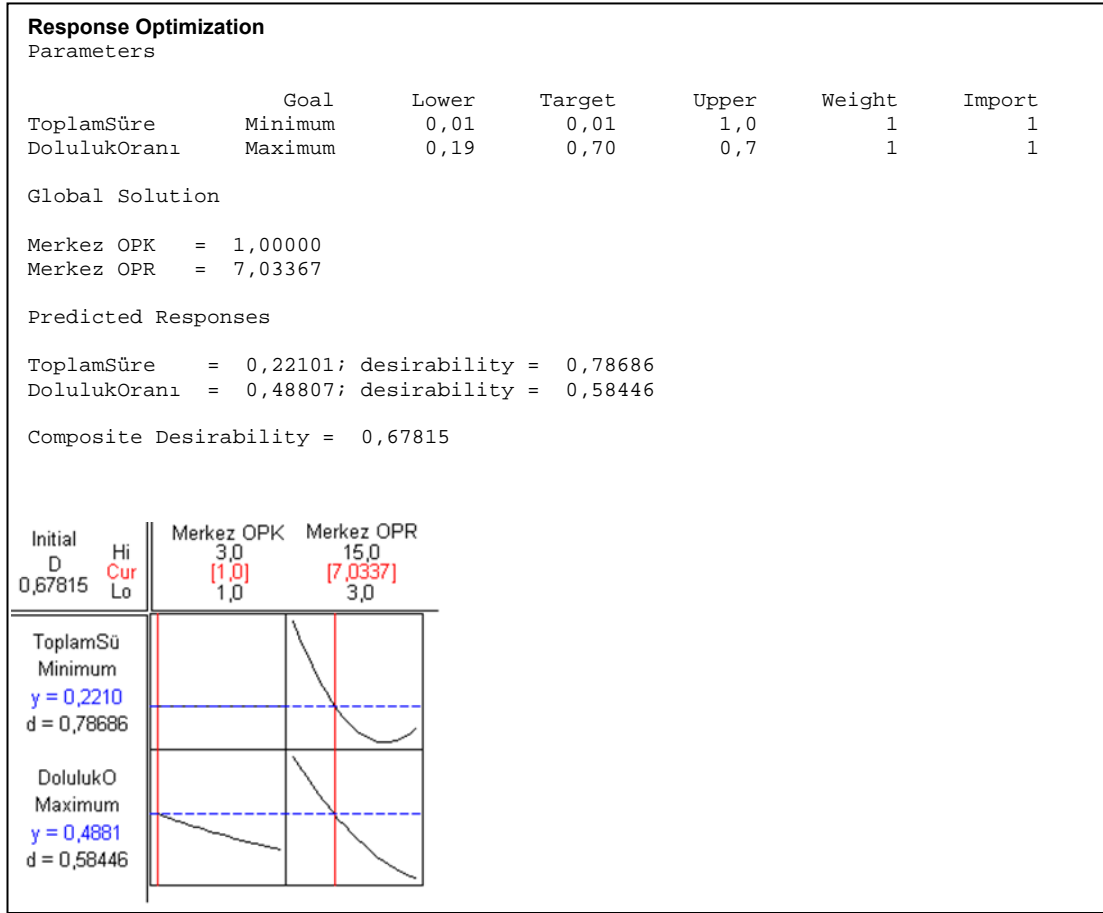
Yüzey Grafiği



Eşyükselti Grafiği

Şekil 4.34. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri için personel doluluk oranı yüzey ve eşyükselti grafikleri

Minitab programı kullanılarak cevap değişkenlerinin eniyilenmesi yapılmıştır. Eniyilemenin başlangıç çözümünün çıktısı ve grafiği Şekil 4.35'de gösterilmiştir.



Şekil 4.35. Merkezileşen eşleşmeyen EFT işlemleri için Minitab Cevap Yüzey Eniyilemenin başlangıç çözümünün çıktısı ve grafiği

Başlangıç çözüm üzerinde, farklı faktör seviyeleri denenerek duyarlılık analizi yapılmış ve cevap değişkenlerinin iyileştiği seviyeler tespit edilmiştir. Elde edilen en iyi çözümde merkez operasyon personeli sayısı 7, merkez operasyon koordinatörü sayısı 1, ortalama EFT tamamlanma süresi 0,23 saat, personel doluluk oranı da 0,49 olarak bulunmuştur.

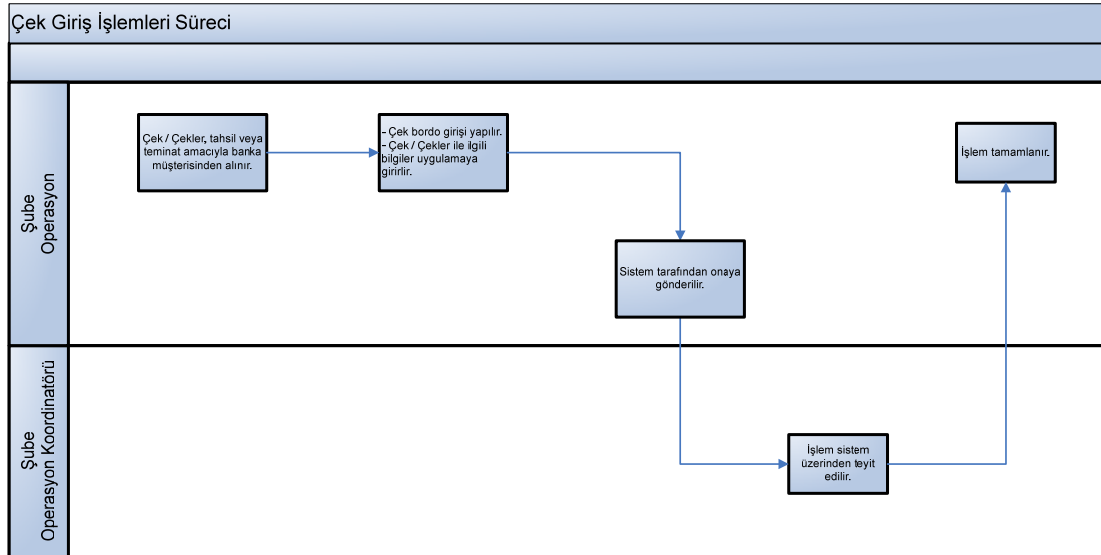
4.4. Çek Giriş Süreci

Çek giriş sürecinde, tahsil veya teminat amacıyla banka müşterisinden alınan çeklerin sisteme girişleri yapılmaktadır. Çek girişi ile ilgili tüm işlemler personel tarafından bilgisayar uygulaması kullanılarak yapılmaktadır. Şubeler

üzerindeki yükün azaltılması ve verimliliğin artırılması amacıyla bu sürecin 2010 yılı içinde merkezileşmesi beklenmektedir.

4.4.1. Şubeden yapılan mevcut süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi

Şubeden yapılan çek giriş işlemlerinde, öncelikle çek bordrosu ve çek / çekler müşteriden alınır. Şube operasyon personeli tarafından çek bordrosunun (toplam çek tutarı ve çek sayısı) sisteme girişi yapılır. Her bir çek için çek üzerinde yer alan detay bilgiler (çek no, çek tutarı, keşideci, keşide yeri ve tarihi) uygulamaya girilir. Girişi yapılan tüm işlemler sistem tarafından otomatik olarak şube OPK'ya teyit için gönderilir. Girişi yapılan işlemler ile fiziki çekler şube OPK tarafından karşılaştırılarak teyit edilir ve çek giriş işlemi tamamlanır. Gün içinde 8 saat çalışılmakta ancak saat 17:00'den sonra müşteri çekleri alınmadığından 7 saat çek gelişi olmaktadır. Şekil 4.36'da şubeden yapılan çek giriş işlemleri ile ilgili mevcut süreç gösterilmiştir.

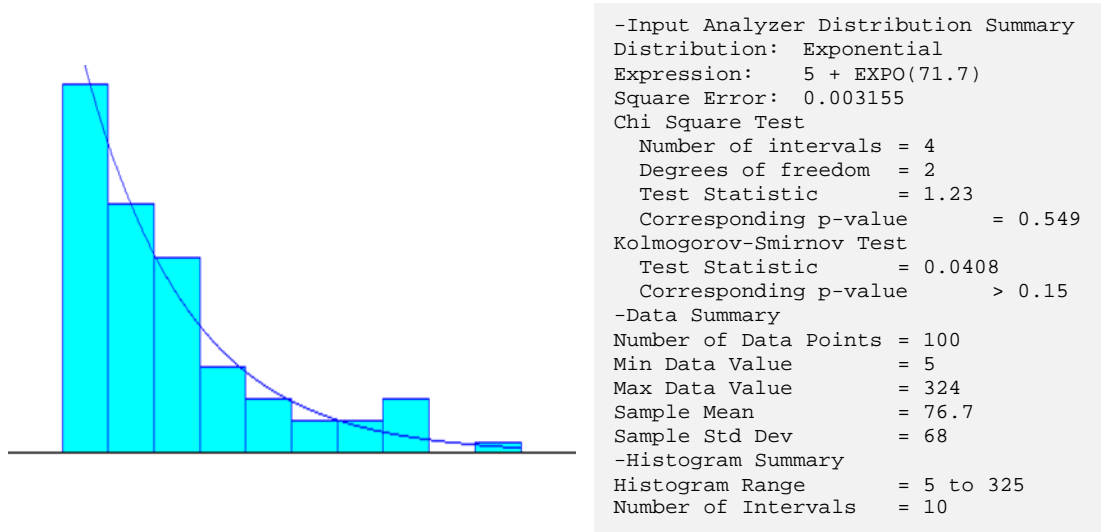


Şekil 4.36. Şubeden yapılan çek giriş işlemleri süreci

Benzetim modelinde kullanılacak dağılımların belirlenmesi

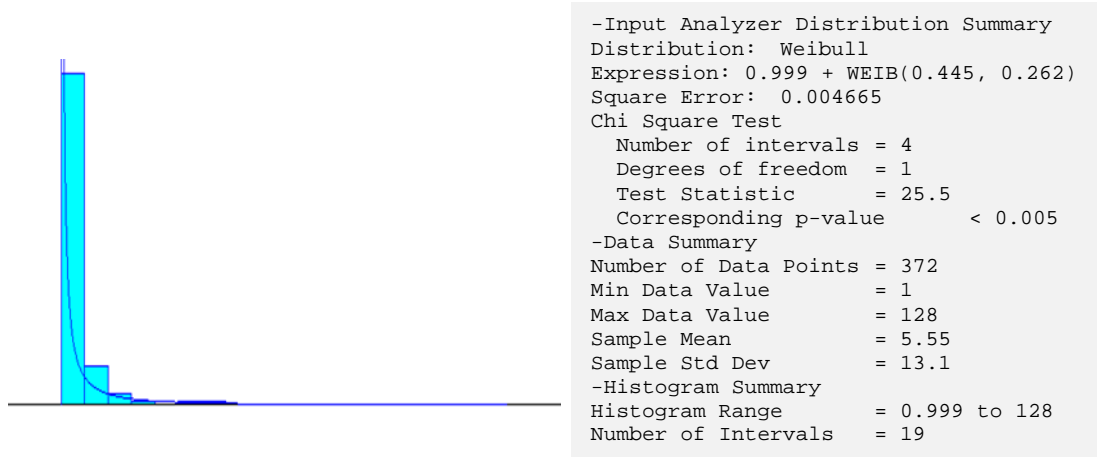
Şubeden yapılan çek giriş işlemlerinin benzetim modelinde kullanılacak dağılımlar ve Arena Input Analyzer çıktısı aşağıda verilmiştir. Dağılımların belirlenmesinde sistemden elde edilen veriler ve ölçümler kullanılmıştır.

Çek Varışları Arasındaki Geçen Süre : Çek varışları arasındaki geçen sürenin Üstel dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.37’de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



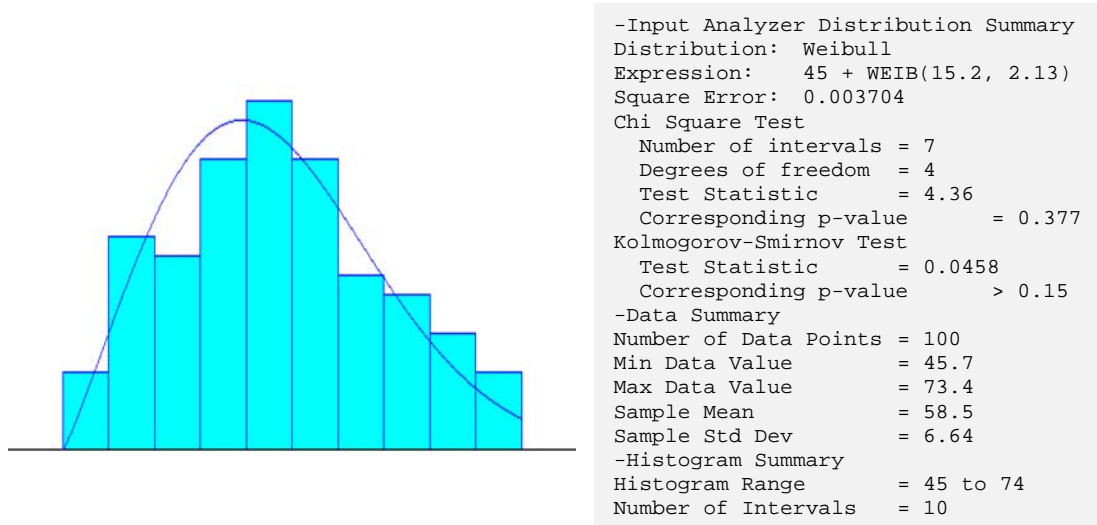
Şekil 4.37. Çek varışları arasındaki geçen sürenin dağılımı

Bordroda Bulunan Çek Sayısı : Bordroda bulunan çek sayısının Weibull dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Weibull dağılımından elde edilen değerler, Arena programındaki en yakın tamsayı değere yuvarlama fonksiyonu kullanılarak tamsayı yapılmıştır. Şekil 4.38’de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



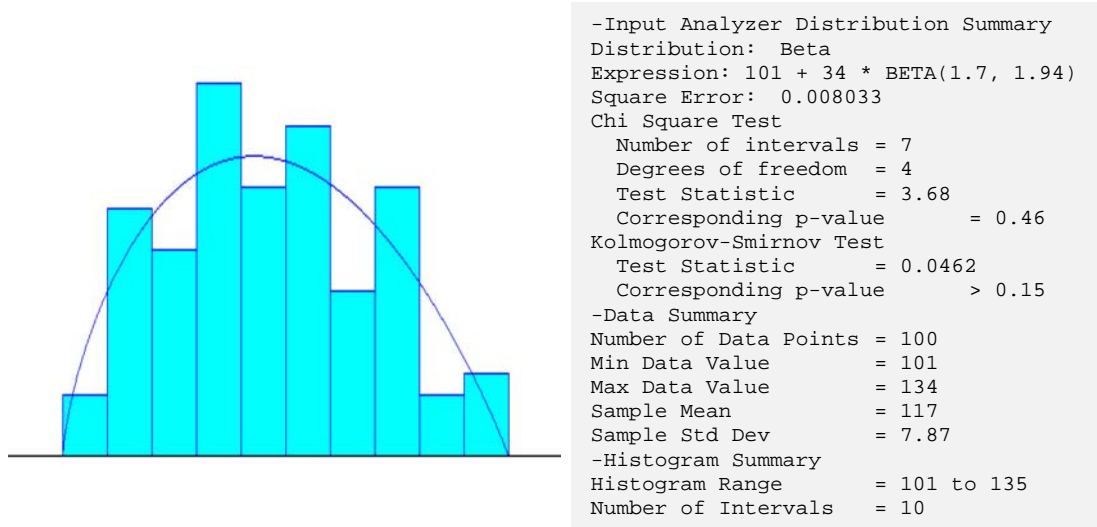
Şekil 4.38. Bordroda bulunan çek sayısının dağılımı

Şube Operasyon Bordro Giriş Süresi : Şube operasyon bordro giriş süresinin Weibull dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.39'da dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



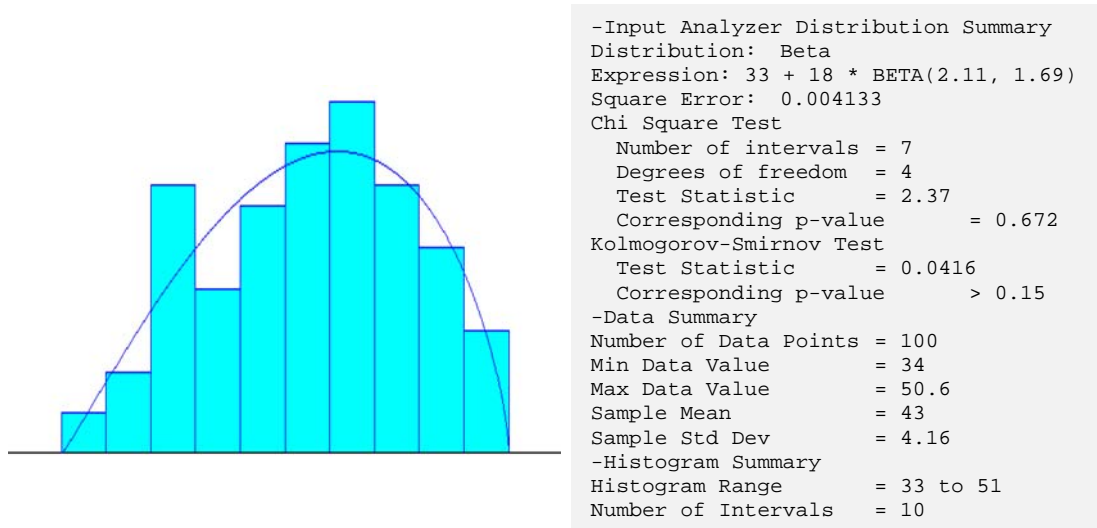
Şekil 4.39. Şube operasyon bordro giriş süresinin dağılımı

Şube Operasyon Çek Giriş Süresi : Şube operasyon çek giriş süresinin Beta dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.40'da dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.40. Şube operasyon çek giriş süresinin dağılımı

Şube Operasyon Koordinatörü Çek Girişi Teyit Süresi : Şube operasyon koordinatörü çek giriş teyit süresinin Beta dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.41'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.41. Şube operasyon koordinatörü çek giriş teyit süresinin dağılımı

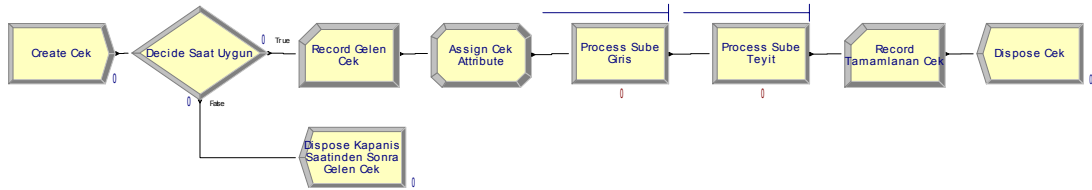
Arena benzetim modeli

Arena programında şubeden yapılan çek giriş işlemleri ile ilgili benzetim modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model Şekil 4.42'de verilmiştir.

Modelde kullanılan kaynakların kapasiteleri :

- Şube Operasyon Personeli Sayısı : 1500
- Şube Operasyon Koordinatörü Sayısı : 550

Şube operasyon ve operasyon koordinatörü kapasiteleri için 550 şube dikkate alınmıştır.

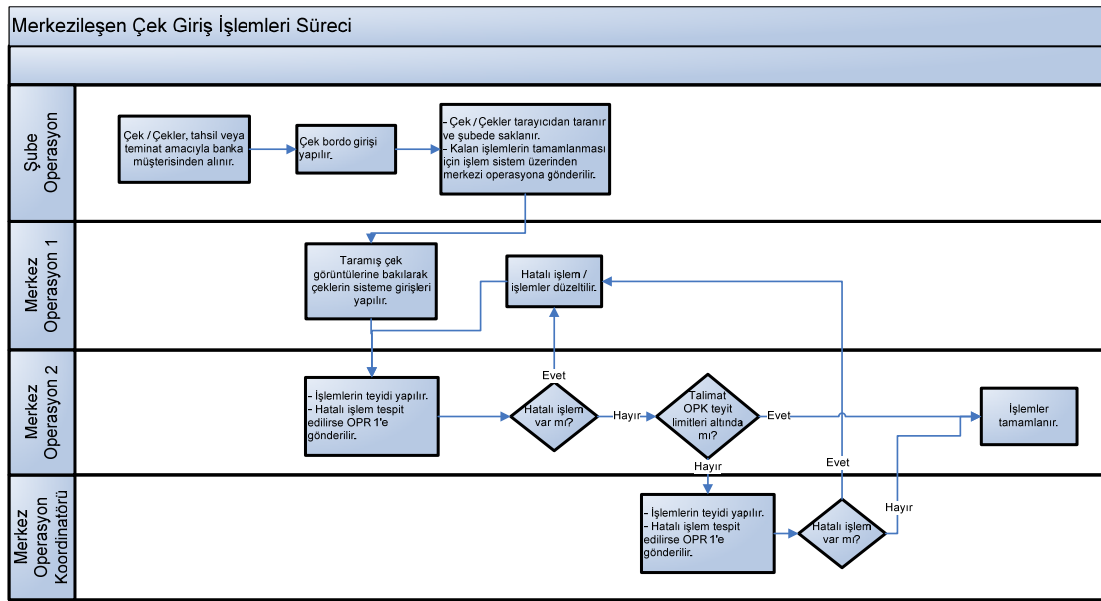


Şekil 4.42. Şubeden yapılan çek giriş işlemleri Arena benzetim modeli

4.4.2. Merkezileşen süreç ve benzetim modelinin geliştirilmesi

Merkezileşen çek giriş işlemlerinde, şube operasyon personeli tarafından müşteriden alınan çek bordrosunun (toplam çek tutarı ve çek sayısı) girişi yapılır. Her bir çek tarayıcıdan taranır ve çeklerin dijital görüntüleri elde edilir. Çekler ile ilgili detay bilgilerin girilebilmesi için işlem, sistem üzerinden merkezi operasyona gönderilir ve çekler şubede saklanır. Merkezi operasyonda, çek üzerinde yer alan detay bilgiler (çek no, çek tutarı, keşideci, keşide yeri ve tarihi) çeklerin dijital görüntülerine bakılarak uygulamaya girilir. Girişi yapılan tüm işlemler otomatik olarak ikinci bir merkez operasyon personeline teyit için gönderilir. Eğer girişler doğru ise işlemler teyit edilir. İşlemler, merkez operasyon koordinatörü onay limitleri dahilinde ise çek giriş işlemi tamamlanır. İşlemler, onay limitleri üzerinde ise

merkez operasyon koordinatörü onayına gider. Merkez operasyon koordinatörü işlemleri teyit edince işlemler gerçekleşir. Teyitler sırasında tespit edilen hatalı işlemler girişi yapan merkez operasyona geri gönderilir. Hatalı giriş işlemleri merkez operasyon tarafından düzeltilir ve tekrar teyite gönderilir. Gün içinde 8 saat çalışılmakta ancak saat 17:00'den sonra müşteri çekleri alınmadığından 7 saat çek gelişi olmaktadır. Şekil 4.43'de merkezileşen çek giriş işlemleri ile ilgili süreç gösterilmiştir.

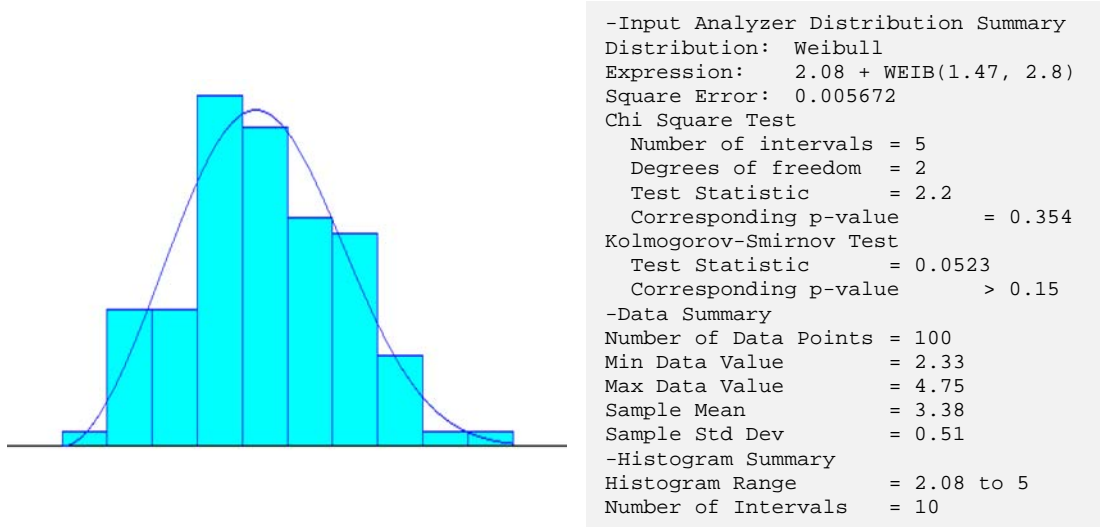


Şekil 4.43. Merkezileşen çek giriş işlemleri süreci

Benzetim modelinde kullanılacak dağılımların belirlenmesi

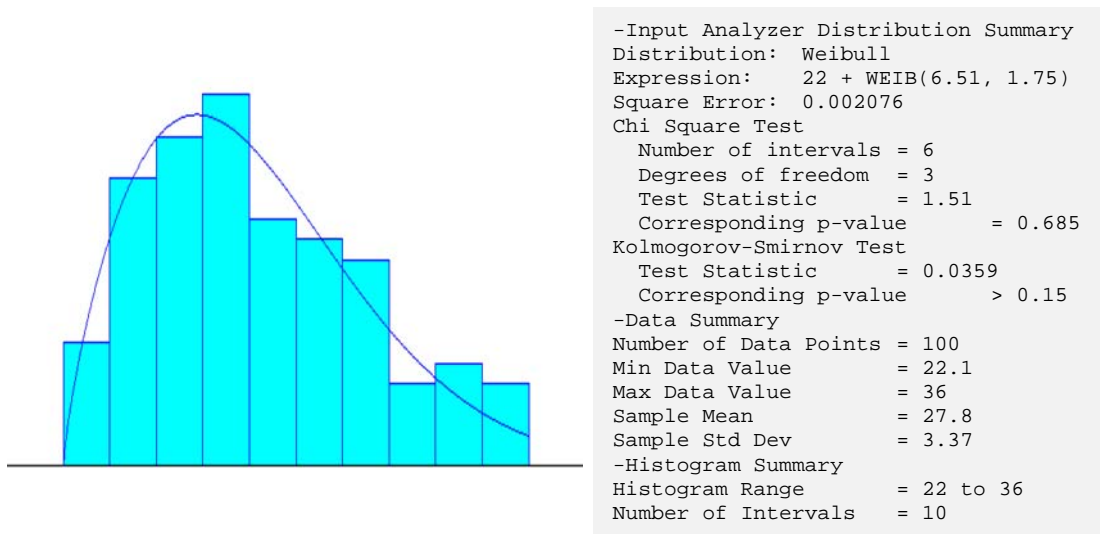
Merkezileşen çek giriş işlemlerinin benzetim modelinde kullanılacak dağılımlar ve Arena Input Analyzer çıktısı aşağıda verilmiştir. Dağılımların belirlenebilmesi için ölçümler yapılmıştır. Çek varışları arasındaki geçen süre, bordroda bulunan çek sayısı, şube operasyon bordro giriş süresi mevcut sürecin benzetim modelinin oluşturulması sırasında belirlenmiş olup aynı dağılımlar merkezileşen süreç için de kullanılmıştır.

Şube Operasyon Çek Tarama Süresi : Şube operasyon çek tarama süresinin Weibull dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.44'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



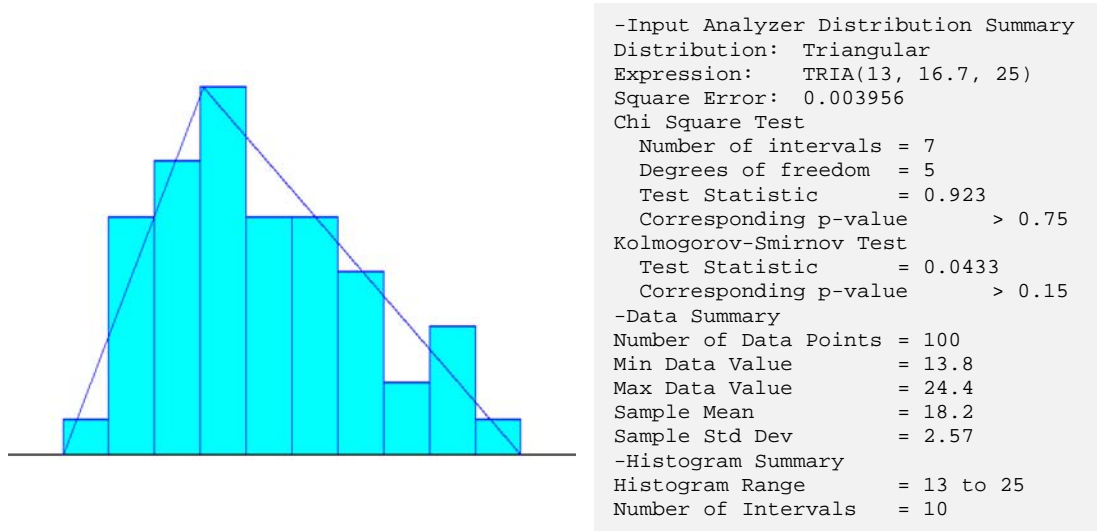
Şekil 4.44. Şube operasyon çek tarama süresinin dağılımı

Merkez Operasyon Çek Giriş Süresi : Merkez operasyon çek giriş süresinin Weibull dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.45'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



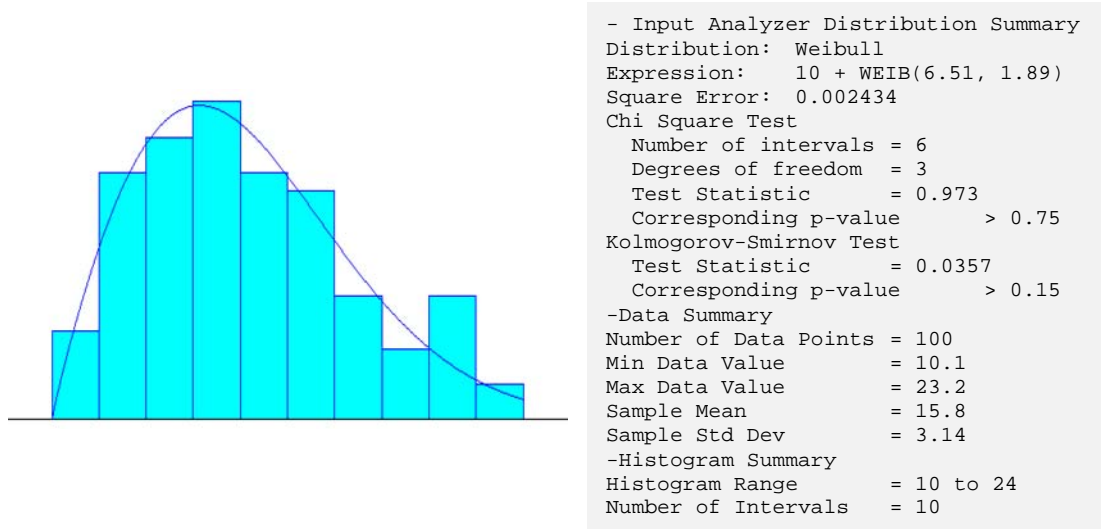
Şekil 4.45. Merkez operasyon çek giriş süresinin dağılımı

Merkez Operasyon Çek Girişi Teyit Süresi : Merkez operasyon çek girişi teyit süresinin Üçgen dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.46'da dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.46. Merkez operasyon çek girişi teyit süresinin dağılımı

Merkez Operasyon Koordinatörü Teyit Süresi : Merkez operasyon koordinatörü çek girişi teyit süresinin Weibull dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.47'de dağılımın grafiği ve Input Analyzer çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 4.47. Merkez operasyon koordinatörü çek girişi teyit süresinin dağılımı

Merkez Operasyon Koordinatörüne Giden İşlemlerin Dağılımı : Onay limitleri dikkate alınarak merkez operasyon koordinatörü onayına gidecek işlemlerin oranının 0,10 olacağı varsayılmıştır.

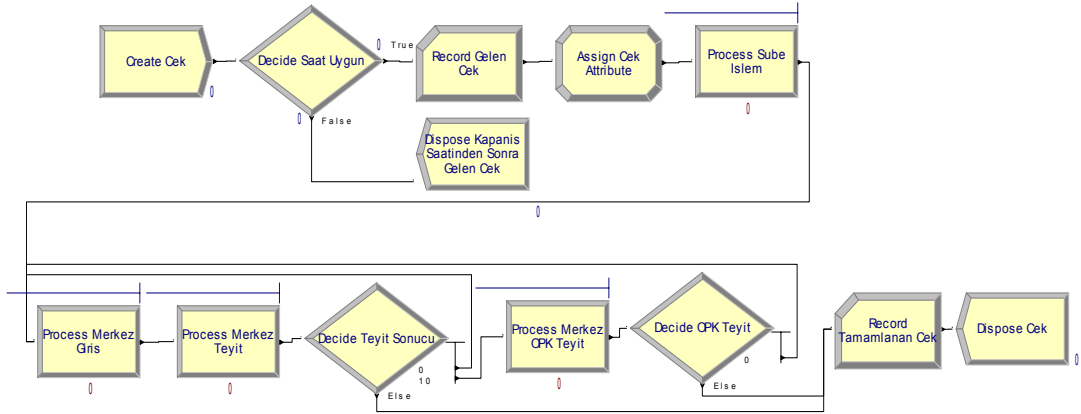
Arena benzetim modeli

Arena programında merkezileşen çek giriş işlemleri ile ilgili benzetim modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model Şekil 4.48'de verilmiştir.

Modelde kullanılan kaynakların kapasiteleri :

- Şube Operasyon Personeli Sayısı : 1500
- Şube Operasyon Koordinatörü Sayısı : 550
- Merkez Operasyon Personeli Sayısı : 10
- Merkez Operasyon Koordinatörü Sayısı : 2

Şube operasyon ve operasyon koordinatörü kapasiteleri için 550 şube dikkate alınmıştır.



Şekil 4.48. Merkezileşen çek giriş işlemleri Arena benzetim modeli

4.4.3. Şube sürecinin ve merkezileşen sürecin karşılaştırılması

Şubeden yapılan çek giriş işlemleri süreci ile merkezileşen sürecin karşılaştırılmasında, oluşturulan benzetim modelleri ve aşağıdaki performans kriterleri kullanılmıştır.

- Çek bordrosunun sistemde geçirdiği ortalama süre
- Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı

Oluşturulan benzetim modellerinin 20 deneme için sonuçları kullanılarak çıktı analizi yapılmış ve iki sistem karşılaştırılmıştır.

Çek bordrosunun sistemde geçirdiği ortalama sürenin karşılaştırılması

Çek bordrosunun sistemde geçirdiği ortalama sürenin karşılaştırılması için Çizelge 4.11’de verilen 20 denemenin benzetim sonuçları kullanılarak deneme sayısı tespit edilmiş ve hipotez testleri oluşturularak tespit edilen deneme sayısı ile güven aralığı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.11. Çek giriş işlemlerinde çek bordrosunun sistemde geçirdiği ortalama süre

Deneme j	Şubeden Yapılan Çek Giriş İşlemleri - X_{1j} (saat)	Merkezileşen Çek Giriş İşlemleri - X_{2j} (saat)	$Z_j = X_{1j} - X_{2j}$ (saat)
1	0,18395	0,12088	0,06307
2	0,20626	0,07651	0,12975
3	0,18807	0,08668	0,10139
4	0,19129	0,08062	0,11067
5	0,195	0,09528	0,09972
6	0,19063	0,12703	0,0636
7	0,19853	0,08502	0,11351
8	0,18371	0,09535	0,08836
9	0,14951	0,08649	0,06302
10	0,23247	0,07659	0,15588
11	0,15065	0,10286	0,04779
12	0,17226	0,08853	0,08373
13	0,19319	0,08009	0,1131
14	0,19035	0,08878	0,10157
15	0,22688	0,10199	0,12489
16	0,19678	0,108	0,08878
17	0,21508	0,12411	0,09097
18	0,18076	0,10868	0,07208
19	0,22158	0,09946	0,12212
20	0,19072	0,07762	0,1131

$\gamma = 0,10$ görelî hata ve %90 güvenlik düzeyinde deneme sayısı,

$$n_r^*(\gamma) = \min \left\{ i \geq n: \frac{t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{S^2(n)/i}}{|\bar{X}(n)|} \leq \gamma' \right\}$$

$$\gamma' = \gamma / (1 + \gamma)$$

$i=28$ olarak bulunur.

$28-20=8$ ek deneme yapılmalıdır.

Hipotez testi oluşturularak 28 deneme sonucu ile güven aralığı hesaplanmıştır.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

μ_1 : Şubeden yapılan çek giriş işlemlerinde çek bordrosunun sistemde geçirdiği ortalama süre - $E(X_{1j})$

μ_2 : Merkezileşen çek giriş işlemlerinde çek bordrosunun sistemde geçirdiği ortalama süre - $E(X_{2j})$

$$\bar{Z}(n) = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n} = 0,09289071$$

$$\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)] = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}(n)]^2}{n(n-1)} = 0,00004246$$

%95 güvenlik düzeyinde güven aralığı,

$$\bar{Z}(n) \mp t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)]} = [0,079520146 ; 0,106261282] \text{ olarak bulunur.}$$

Güven aralığı pozitif aralıkta olduğu için H_0 hipotezi reddedilir. Merkezileşen süreçte işlemler daha kısa sürede yapılabilmektedir.

Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısının karşılaştırılması

Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısının karşılaştırılması için Çizelge 4.12'de verilen 20 denemenin benzetim sonuçları kullanılarak deneme sayısı tespit edilmiş ve hipotez testleri oluşturularak tespit edilen deneme sayısı ile güven aralığı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.12. Çek giriş işlemleri için tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı

Deneme j	Şubeden Yapılan Çek Giriş İşlemleri			Merkezleşen Çek Giriş İşlemleri				Z _j = X _{1j} - X _{2j}
	Şube OPR	Şube OPK	Toplam - X _{1j}	Şube OPR	Merkez OPR	Merkez OPK	Toplam - X _{2j}	
1	11,2817	2,3154	13,60	1,0124	4,7012	0,1065	5,8201	7,7762
2	9,2761	2,3966	11,67	0,76403	2,3113	0,07128	3,14661	8,52599
3	7,9945	2,2105	10,21	0,97637	3,921	0,10386	5,00123	5,20367
4	10,9279	2,3776	13,31	0,98011	3,6136	0,06294	4,65665	8,64795
5	9,6307	2,2655	11,90	0,9733	3,7615	0,10174	4,83654	7,05956
6	11,9776	2,4762	14,45	1,2495	5,4499	0,10936	6,80876	7,64444
7	8,9753	2,4463	11,42	0,98158	3,8548	0,10086	4,93724	6,48416
8	9,3656	2,005	11,37	1,0073	3,6397	0,12009	4,76709	6,60341
9	7,428	1,6581	9,09	0,98836	3,6085	0,11204	4,7089	4,3772
10	8,6094	2,7321	11,34	0,95655	3,7663	0,07956	4,80241	6,53889
11	8,1474	1,7996	9,95	0,93738	3,7779	0,12119	4,83647	5,11033
12	9,4442	2,4403	11,88	0,90111	3,1468	0,03495	4,08286	7,80144
13	8,388	2,4392	10,83	0,98634	3,3937	0,12385	4,50389	6,32321
14	9,1425	2,3404	11,48	1,2874	3,4478	0,12628	4,86148	6,62132
15	11,1842	3,0357	14,22	1,2886	4,8365	0,03468	6,15978	8,05982
16	10,2927	2,4249	12,72	1,0093	4,6204	0,09646	5,72616	6,99074
17	10,1458	2,4926	12,64	0,98852	4,4449	0,24617	5,67959	6,95801
18	9,709	2,2019	11,91	1,0701	4,3367	0,14431	5,55111	6,35959
19	11,3933	3,0228	14,42	1,0544	4,7102	0,0507	5,8153	8,6005
20	10,2691	2,2925	12,56	0,93149	3,4142	0,19498	4,54067	8,02073

$\gamma = 0,10$ görelî hata ve %90 güvenlik düzeyinde deneme sayısı,

$$n_r^*(\gamma) = \min \left\{ i \geq n: \frac{t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{S^2(n)/i}}{|\bar{X}(n)|} \leq \gamma' \right\}$$

$$\gamma' = \gamma / (1 + \gamma)$$

i=11 olarak bulunur.

20 deneme yeterlidir.

Hipotez testi oluşturularak 20 deneme sonucu ile güven aralığı hesaplanmıştır.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

μ_1 : Şubeden yapılan çek giriş işlemlerinde tam kapasite kullanılan ortalama operasyon personeli sayısı - $E(X_{1j})$

μ_2 : Merkezileşen çek giriş işlemlerinde tam kapasite kullanılan ortalama operasyon personeli sayısı - $E(X_{2j})$

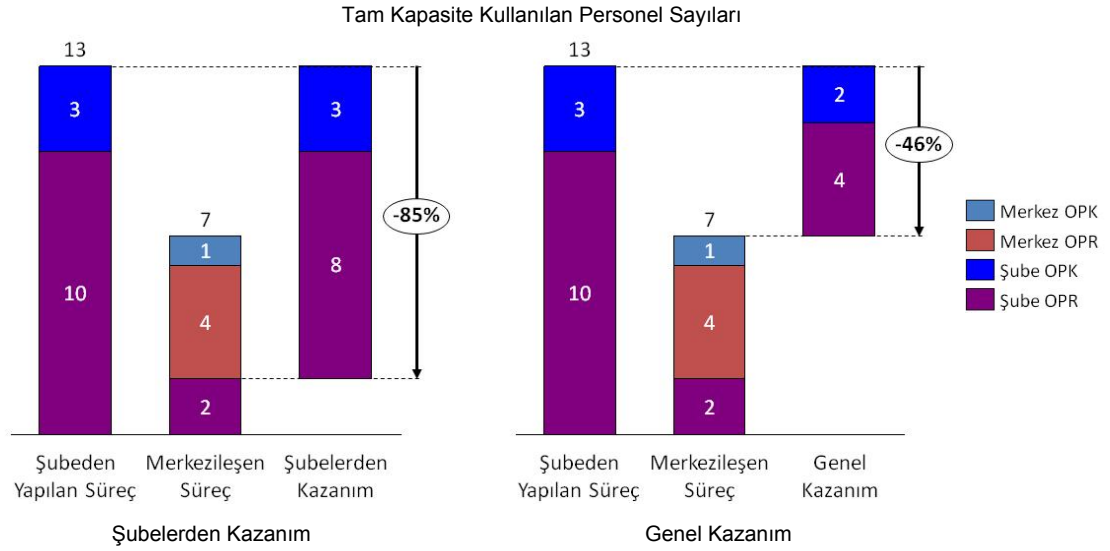
$$\bar{Z}(n) = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n} = 6,98535800$$

$$\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)] = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}(n)]^2}{n(n-1)} = 0,07041210$$

%95 güvenlik düzeyinde güven aralığı,

$$\bar{Z}(n) \mp t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\widehat{\text{Var}}[\bar{Z}(n)]} = [6,429968259 ; 7,540747741] \text{ olarak bulunur.}$$

Güven aralığı pozitif aralıkta olduğu için H_0 hipotezi reddedilir. Merkezileşen süreçte daha az operasyon personeli kullanılarak işlemler yapılabilmektedir. Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı ile kazanımlar değerlendirildiğinde; çek giriş işlemlerinin merkezileşmesi ile şubelerden 11 personel (%85), merkezi operasyonda oluşan iş yükü de dikkate alındığında genel olarak 6 personel (%46) kazanım sağlanmıştır (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. Çek giriş işlemlerinin merkezileşmesi ile elde edilen personel kazanımı

4.4.4. Deney tasarımı ve cevap yüzey yöntemi ile eniyileme

Merkezileşen çek giriş işlemleri sürecinde, ortalama çek bordrosu tamamlanma süresinin ve personel doluluk oranının eniyilenmesi amacıyla Cevap Yüzey Yöntemi kullanılmıştır. Cevap değişkenlerini etkileyebilecek faktörler olarak merkez OPK ve merkez OPR sayısı dikkate alınmıştır. Merkez OPK ve merkez OPR sayısı kontrol edilebilir faktörlerdir ve sistemin kısıtlı kaynaklarıdır.

Merkezi birleşik tasarım yöntemi kullanılarak, merkezi ve eksensel (yüzey merkezli) tasarımları da içeren iki seviyeli tam faktöriyel deney tasarımı yapılmıştır. Çizelge 4.13'de deney tasarım noktaları ve Çizelge 4.14'de merkezi birleşik tasarım için bu faktörlerin minimum, merkezi ve maksimum değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.13. Merkezileşen çek giriş işlemleri için merkezi birleşik tasarım ile deney tasarım noktaları

Tasarım Noktası	Faktör	
	Merkez OPK	Merkez OPR
1	-1	-1
2	+1	-1
3	-1	+1
4	+1	+1
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	+1	0
11	-1	0
12	0	+1
13	0	-1

Çizelge 4.14. Merkezileşen çek giriş işlemlerinin merkezi birleşik tasarımı için kodlanmış faktörlerin (minimum, merkezi ve maksimum) değerleri

Faktör	Kodlanmış Değeri		
	-1 (Minimum)	0 (Merkezi)	+1 (Maksimum)
Merkez OPK	1	2	3
Merkez OPR	3	9	15

Benzetim modeli, her bir tasarım noktasında 10 kez çalıştırılmış ve elde edilen sonuçlar ile Minitab programı kullanılarak kuadratik regresyon metamodeli geliştirilmiştir. Geliştirilen regresyon metamodelleri Eş. 4.11 ve Eş. 4.12'de verilmiştir.

Ortalama çek bordrosu tamamlanma süresi regresyon metamodeli

$$\hat{Y}_1 = 1,83958 + 0,23655 X_1 - 0,35245 X_2 - 0,04952 X_1^2 + 0,01506 X_2^2 - 0,00286 X_1 X_2 \quad (4.11)$$

\hat{Y}_1 : Ortalama Çek Bordrosu Tamamlanma Süresi

X_1 : Merkez Operasyon Koordinatörü Sayısı

X_2 : Merkez Operasyon Personeli Sayısı

$$S_{Y_1} = 0,2387 \quad R_{Y_1} - Sq = \%78,2 \quad R_{Y_1} - Sq(adj) = \%77,3$$

Ortalama çek bordrosu tamamlanma süresi regresyon metamodelinin anlamlılığını test etmek için hipotez testi yapılmıştır.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ en az bir } j \text{ için}$$

$$F_0 = 88,82$$

$F_0 > F_{0,05;5;124} = 2,29$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilir. Model istatistiksel olarak anlamlıdır.

Personel doluluk oranı regresyon metamodeli

$$\widehat{Y}_2 = 0,984557 - 0,097267 X_1 - 0,071962 X_2 - 0,009465 X_1^2 + 0,001458 X_2^2 + 0,008630 X_1 X_2 \quad (4.12)$$

\widehat{Y}_2 : Çek Giriş İşlemlerinde Personel Doluluk Oranı

X_1 : Merkez Operasyon Koordinatörü Sayısı

X_2 : Merkez Operasyon Personeli Sayısı

$$S_{Y_2} = 0,07143 \quad R_{Y_2}^2\text{-Sq} = \%77,1 \quad R_{Y_2}^2\text{-Sq(adj)} = \%76,2$$

Personel doluluk oranı regresyon metamodelinin anlamlılığını test etmek için hipotez testi yapılmıştır.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ en az bir } j \text{ için}$$

$$F_0 = 83,64$$

$F_0 > F_{0,05;5;124} = 2,29$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilir. Model istatistiksel olarak anlamlıdır.

Cevap yüzey yöntemi ile eniyileme

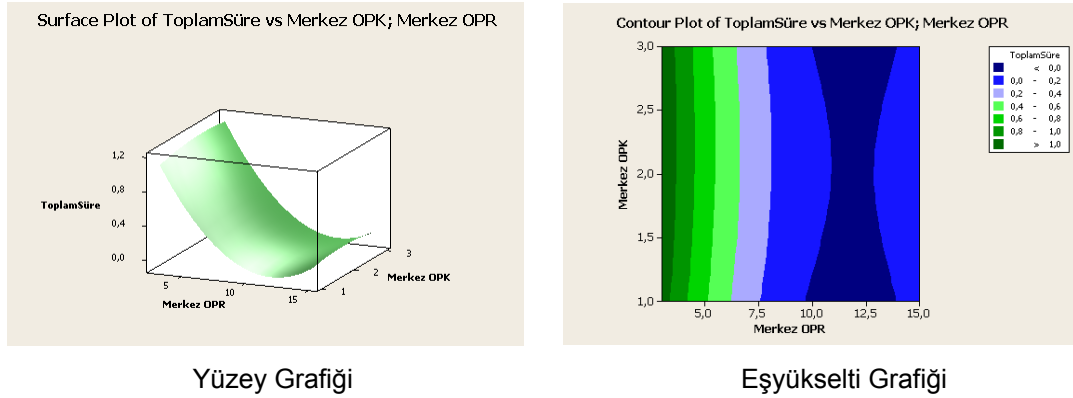
Merkezileşen çek giriş işlemlerinde aynı anda iki cevap değişkeninin eniyilenmesini sağlamak ve girdi faktörlerin en iyi seviyelerini belirleyebilmek için Cevap Yüzey Yöntemi kullanılmıştır. Girdi faktörlerin en iyi seviyeleri Minitab programındaki Cevap Yüzey (Response Surface) aracı kullanılarak belirlenmiştir.

Eniyileme sırasında Minitab programında kullanılan, ortalama çek bordrosu tamamlanma süresi ve personel doluluk oranı cevap değişkenlerinin alt, üst ve hedeflenen değerleri Çizelge 4.15'de verilmiştir. Bu değerler, benzetim deneyleri sonucundaki alt ve üst değerler dikkate alınarak belirlenmiştir.

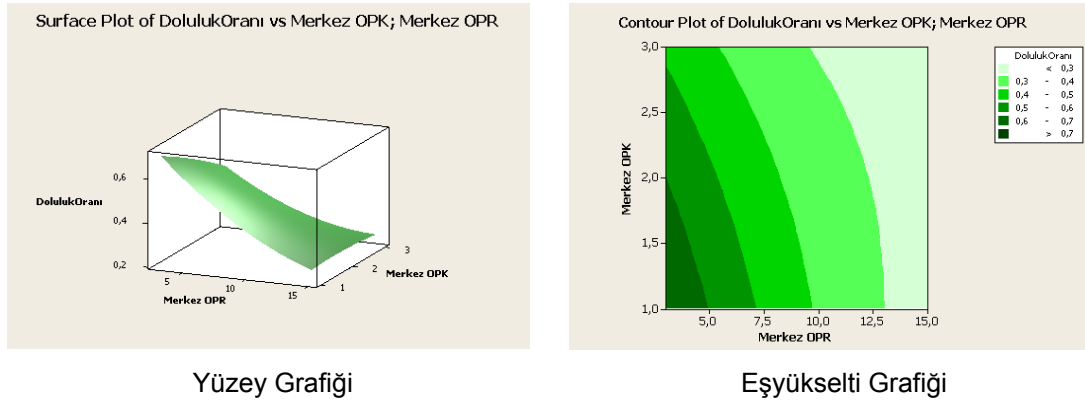
Çizelge 4.15. Merkezileşen çek giriş işlemlerinde her iki cevap değişkeni için alt, üst ve hedeflenen değerler

Cevap	Amaç	Alt Sınır	Hedeflenen	Üst Sınır	Ağırlığı / Önemi
Ortalama Talimat Tamamlanma Süresi	Minimizasyon	-	0,07	2,00	1
Personel Doluluk Oranı	Maksimizasyon	0,18	0,70	-	1

Şekil 4.50 ve Şekil 4.51'de alt ve üst sınırlar dikkate alınarak, merkezileşen çek giriş işlemlerinde cevap değişkenlerinin faktörlere göre değişimi grafiksel olarak gösterilmiştir.

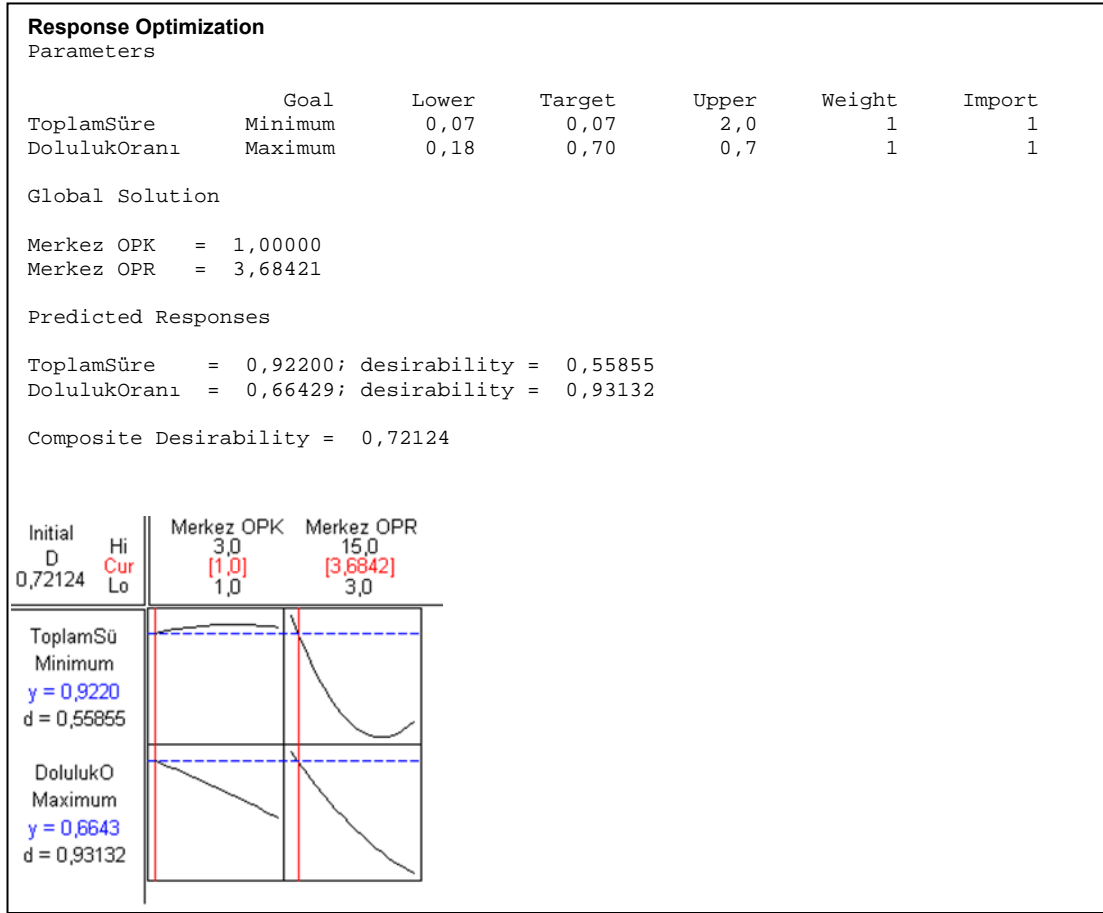


Şekil 4.50. Merkezileşen çek giriş işlemleri için ortalama çek bordrosu tamamlanma süresi yüzey ve eşyükselti grafikleri



Şekil 4.51. Merkezileşen çek giriş işlemleri için personel doluluk oranı yüzey ve eşyükselti grafikleri

Minitab programı kullanılarak cevap değişkenlerinin eniylenmesi yapılmıştır. Eniylemenin başlangıç çözümünün çıktısı ve grafiği Şekil 4.52'de gösterilmiştir.



Şekil 4.52. Merkezileşen çek giriş işlemleri için Minitab Cevap Yüzey Eniyilemenin başlangıç çözümünün çıktısı ve grafiği

Başlangıç çözüm üzerinde, farklı faktör seviyeleri denenerek duyarlılık analizi yapılmış ve cevap değişkenlerinin iyileştiği seviyeler tespit edilmiştir. Elde edilen en iyi çözümde merkez operasyon personeli sayısı 6, merkez operasyon koordinatörü sayısı 1, ortalama çek bordrosu tamamlanma süresi 0,44 saat, personel doluluk oranı da 0,55 olarak bulunmuştur.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Benzetim, gerçek sistemler üzerindeki değişiklikleri anlamada ve analiz etmede kullanılan güçlü bir araçtır. Sistemler üzerinde çalışmak için başka yöntemler de vardır ancak diğer yöntemler, sistemin modelinin üzerinde çalışma yapılabilmesi için birçok varsayım gerektirmektedir. Karmaşık sistemlerin analizinde kolaylıkla kullanılabilen benzetim hizmet sistemlerine de uygulanabilir.

Bu çalışmada, hizmet sistemlerinde performans artırımı amacıyla bir bankanın giden EFT / havale / icra ödemeleri, eşleşmeyen EFT ve çek giriş süreçleri üzerinde benzetim çalışması yapılmıştır. Banka şubeleri üzerindeki operasyonel yükün azaltılması, operasyonel verimliliğin ve performansın artırılabilmesi için üzerinde çalışılan süreçlerin merkezileştirilmesi değerlendirilmiştir. Operasyonel merkezileştirme sonucunda şubelerden yapılan operasyonel işlemler, tek bir merkezde konumlanmış merkezi operasyon tarafından ilgili şube adına yapılacaktır. Oluşturulan benzetim modelleri ile merkezileşen süreçler mevcut hali ile karşılaştırılmış ve kazanımlar belirlenmiştir. Benzetim modelleri kullanılarak, merkezileşen süreçlerde işlemlerin ortalama tamamlanma süresinin daha kısa olduğu belirlenmiştir. Operasyonel merkezileştirmenin bankacılık sektöründe performansı artırdığı modeli geliştirilen 3 süreç ile gösterilmiştir. Tam kapasite kullanılan operasyon personeli sayısı ile kazanımlar değerlendirildiğinde;

- Giden EFT / havale / icra işlemlerinin merkezileşmesi ile şubelerden 56 personel (%80), merkezi operasyonda oluşan iş yükü de dikkate alındığında genel olarak 20 personel (%29) kazanım sağlanmış,
- Eşleşmeyen EFT işlemlerinin merkezileşmesi ile şubelerden 13 personel (%65), merkezi operasyonda oluşan iş yükü de dikkate alındığında genel olarak 8 personel (%40) kazanım sağlanmış,

- Çek giriş işlemlerinin merkezileşmesi ile şubelerden 11 personel (%85), merkezi operasyonda oluşan iş yükü de dikkate alındığında genel olarak 6 personel (%46) kazanım sağlanmıştır.

Ayrıca, merkezileşen süreçlerde ortalama işlem tamamlanma süresinin ve personel doluluk oranının eniyilenmesini sağlamak için benzetim, Cevap Yüzey Yöntemi ile birlikte kullanılmıştır. Benzetim modelinin çıktısı olan ortalama işlem tamamlanma süresi ve personel doluluk oranı üzerinde regresyon metamodeli geliştirilmiştir. Cevap Yüzey Yöntemi kullanılarak, ortalama işlem tamamlanma süresinin ve personel doluluk oranının eniyilenmesini sağlayacak girdi faktörlerin seviyeleri azaltılmış sayıda deneyler ile belirlenmiştir.

Operasyonel merkezileşme sonucunda işlemlerin daha kısa sürede ve daha az sayıda personel kullanılarak tamamlanması sağlanmış, merkezileşen süreçlerde girdi faktörlerin en iyi seviyeleri belirlenerek ortalama talimat tamamlanma süresinin ve personel doluluk oranının eniyilenmesi yapılmış, böylece sistemin performansı artırılmıştır.

Sonuç olarak; hizmet sistemlerinde performans artırımı amacıyla karmaşık hizmet sistemlerinin modellenmesinde ve geliştirilen yeni sistemlerin değerlendirilmesinde benzetimin etkili bir araç olduğu, ortalama işlem tamamlanma süresi ve personel doluluk oranının eniyilenmesinde benzetim ile Cevap Yüzey Yönteminin birlikte kullanılabileceği gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Fitzsimmons, J.A., Sullivan, R.S., "Service Operations Management", **McGraw-Hill**, United States of America, 20-25 (1982).
2. Karahan, K., "Hizmet Pazarlaması", **Beta Basım**, İstanbul, 27-28 (2006).
3. Altan, Ş., Atan, M., Ediz, A., "Servqual analizi ile toplam hizmet kalitesinin ölçümü ve yüksek eğitimde bir uygulama", **12. Ulusal Kalite Kongresi**, İstanbul, 2 (2003).
4. Grönroos, C., "Service Management And Marketing", **John Wiley & Sons**, United States of America, 47-49, 218-222 (2004).
5. Heizer, J. And Render, B., "Operation Management", **Prentice Hall**, New Jersey, 9-12, 204-205, 260-261, 577-578, 611-612, 748-749 (2004).
6. Yeroğlu, C., "Üretim ve Servis Sistemlerinde Pratik Simülasyon Teknikleri", **Atlas Yayın**, İstanbul, 6-7, 10-11, 26-27 (2001).
7. Banks, J., "Handbook of Simulation : Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice", **John Wiley & Sons**, United States of America, 10-13, 15-18, 629-633 (1998).
8. Kelton, W.D., Sadowski, R.P., Sturrock, D.T., "Simulation with Arena", **McGraw-Hill**, New York, 1-7 (2004).
9. Halaç, O., "İşletmelerde Simülasyon Teknikleri", **İstanbul Üniversitesi**, İstanbul, 1-2 (1982).
10. Law, A.M., Kelton, W.D., "Simulation Modelling & Analysis", **McGraw-Hill**, Singapore, 106-109, 532-540, 582-588, 656-689 (1991).
11. Al-Zubaidi, H., Christer, A.H., "Maintenance manpower modelling for a hospital building complex", **European Journal of Operational Research**, 99: 603-618 (1997).
12. Paul, R.J., Chanev, T.S., "Simulation optimisation using a genetic algorithm", **Simulation Practice and Theory**, 6: 601-611 (1998).
13. Moreno, L., Aguilar, R.M., Martin, C.A., Pineiro, J.D., Estevez, J.I., Sigut, J.F., Sanchez, J.L., Jimenez, V.I., "Patient-centered simulation tool for aiding in hospital management", **Simulation Practice and Theory**, 7: 373-393 (1999).

14. Aalst, W.M.P., "Re-engineering knock-out processes", ***Decision Support Systems***, 30: 451-468 (2001).
15. Höst, M., Regnell, B., Dag, J.N., Nedstam, J., Nyberg, C., "Exploring bottlenecks in market-driven requirements management process with discrete event simulation", ***The Journal of Systems and Software***, 59: 323-332 (2001).
16. Kim, S., Horowitz, I., "Scheduling hospital services:the efficacy of elective-surgery quotas", ***Omega***, 30: 335-346 (2002).
17. Angelis, V.D., Felici, G., Impelluso P., "Integrating simulation and optimisation in health care centre management", ***European Journal of Operational Research***, 150: 101-114 (2003).
18. Pierreval, H., Paris, J.L., "From 'simulation optimization' to 'simulation configuration' of systems", ***Simulation Modelling Practice and Theory***, 11: 5-19 (2003).
19. Zülch, G., Rottinger, S., Vollstedt, T., "A simulation approach for planning and re-assigning of personnel in manufacturing", ***Int. J. Production Economics***, 90: 265-277 (2004).
20. Jeung Ko, H., Seong Ko, C., Kim, T., "A hybrid optimization/simulation approach for a distribution network design of 3PLS", ***Computers & Industrial Engineering***, 50: 440-449 (2006).
21. Melao, N., Pidd, M., "Using component technology to develop a simulation library for business process modelling", ***European Journal of Operational Research***, 172: 163-178, (2006).
22. Qi, X., Bard, J.F., "Generating labor requirements and rosters for mail handlers using simulation and optimization", ***Computers & Operations Research***, 33: 2645-2666 (2006).
23. Bachelet, B., Yon, L., "Model enhancement: Improving theoretical optimization with simulation", ***Simulation Modelling Practice and Theory***, 15: 703-715 (2007).
24. Kaakai, F., Hayat, S., Moudni, A.E., "A hybrid Petri nets-based simulation model for evaluating the design of railway transit stations", ***Simulation Modelling Practice and Theory***, 15: 935-969 (2007).
25. Azadeh, A., Ghaderi, S.F., Izadbakhsh, H., "Integration of DEA and AHP with computer simulation for railway system improvement and optimization", ***Applied Mathematics and Computation***, 195: 775-785 (2008).

26. Dijk, N.M., Sluis, E., "Practical optimization by OR and simulation", ***Simulation Modelling Practice and Theory***, 16: 1113-1122 (2008).
27. Rosen, S.L., Harmonosky, C.M., Traband, M.T., "Optimization of systems with multiple performance measures via simulation: Survey and recommendations", ***Computers & Industrial Engineering***, 54: 327-339 (2008).
28. Ahmed, M.A., Alkhamis, T.M., "Simulation optimization for an emergency department healthcare unit in Kuwait", ***European Journal of Operational Research***, 198: 936-942 (2009).
29. Castillo, I., Joro, T., Yue Li, Y., "Workforce scheduling with multiple objectives", ***European Journal of Operational Research***, 196: 162-170 (2009).
30. Persson, M., Persson, J.A., "Health economic modeling to support surgery management at a Swedish hospital", ***Omega***, 37: 853-863 (2009).
31. Yalcinkaya, Ö., Bayhan, G.M., "Modelling and optimization of average travel time for a metro line by simulation and response surface methodology", ***European Journal of Operational Research***, 196: 225-233 (2009).
32. Zeng, Q., Yang, Z., "Integrating simulation and optimization to schedule loading operations in container terminals", ***Computers & Operations Research***, 36: 1935-1944 (2009).
33. Avramidis, A.N., Wyeon, C., Gendreau, M., L'Ecuyer, P., Pisacane, O., "Optimizing daily agent scheduling in a multiskill call center", ***European Journal of Operational Research***, 200: 822-832 (2010).
34. Jahangirian, M., Eldabi, T., Naseer, A., Stergioulas, L.K., Young, T., "Simulation in manufacturing and business: A review", ***European Journal of Operational Research***, 203: 1-13 (2010).
35. Kleijnen, J.P.C., Beers, W., Nieuwenhuysse, I., "Constrained optimization in expensive simulation: Novel approach", ***European Journal of Operational Research***, 202: 164-174 (2010).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : DEMİREL, Emre
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 27.08.1984 Ankara
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (536) 454 42 43
e-mail : emrdmrl@yahoo.com

Eğitim Derece

Lisans
Lise

Eğitim Birimi

Gazi Üniversitesi / Endüstri Müh.
Mamak Anadolu Lisesi

Mezuniyet tarihi

2006
2002

İş Deneyimi Yıl

2007-2010

Yer

T. Vakıflar Bankası T.A.O.

Görev

Programcı

Yabancı Dil İngilizce

Hobiler

Futbol, Yüzme, Bilgisayar Programlama