

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BENZETİM TEKNİĞİ İLE ÇAĞRI MERKEZLERİNDE
VARDİYA PLANLAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
End. Müh. Deniz DİNÇER
(507031225)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Temmuz 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 12 Haziran 2006**

**TEZ DANIŞMANI : Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN
Diğer Jüri Üyeleri Doç. Dr. Tijen Ertay
Yrd. Doç. Dr. Cafer Erhan Bozdağ**

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Matematik modellemede kaydedilen tüm ilerlemelere rağmen gerçek durumların çoğunda sistemin matematiksel gösterimi hala beklenenin çok uzağındadır. Matematiksel gösterimin katılığı çoğu kere karar problemini yeterince tanımlamayı olanaksız hale getirmektedir. Bunun tersine bir model uygun formüle edilse bile çok karmaşık çözüm algoritmalarıyla uğraşmak zorunda kalınması söz konusu olabilecektir. Bu tür karmaşık yapıları problemlerin çözümünde önerdiği basit yaklaşımlar nedeniyle benzetim sıklıkla uygulanan bir tekniktir.

Yapılan çalışmada benzetimin bu güçlü özelliği kullanılarak çağrı merkezlerinde sıklıkla yaşanan vardiya planlama problemine çözüm getirilmiştir.

Tezimi hazırlarken yardımlarını eksik etmeyen Ar. Gör. Murat Engin Ünal, Ar. Gör. Özgür Kabak'a, manevi desteğini sürekli hissettiğim Ar. Gör. Nüfer Yasin Ateş, Ar. Gör. Emel Aktaş, Ar. Gör. Gülçin Yücel'e, çağrı merkezi yönetimi konusunda değerli fikirlerini paylaşan Melda Telek'e ve değerli zamanını ayıran danışmanım Prof. Dr. Cengiz Kahraman'a teşekkürlerimi sunarım. Sürekli desteklerini arkamda hissettiğim aileme ve bu zor dönemde tezim için esneklik gösteren çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Mayıs, 2006

Deniz Dinçer

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
2. BENZETİM TEKNİĞİ	3
2.1. Benzetim Kavramının Tanımı	3
2.2. Benzetim Türleri	7
2.2.1. Kullanım Amacına Göre Benzetim Türleri	7
2.2.2. Modelleme Yöntemine Göre Benzetim Türleri	10
2.3. Benzetim Tekniğinin Fayda ve Sakıncaları	15
2.4. Benzetim Adımları	16
2.4.1. Problemin Formülasyonu	17
2.4.2. Benzetim Deneylerinin Tasarımı	22
2.4.3. Bilgisayar Modelinin Oluşturulması	28
2.4.4. Benzetim Verileri Analizi	39
2.4.5. Uygulama ve Belgeleme	39
2.5. Benzetim Dilleri	40
2.5.1. Sürekli Benzetim Dillerinin Sınıflandırılması	41
2.5.2. Kesikli Benzetim Dillerinin Sınıflandırılması	42
2.5.3. Arena ile Benzetim	45
3. ÇAĞRI MERKEZLERİ	48
3.1. Tarihsel Gelişim	48
3.2. Çağrı Merkezinin Tanımı	50
3.3. Çağrı Merkezi Dinamikleri	51
3.4. Çağrı Merkezlerinin Teknik Altyapı Özellikleri	55
3.4.1. İnteraktif Sesli Yanıtlama Sistemi	56
3.4.2. Bilgisayar Telefon Entegrasyonu	58
3.4.3. Otomatik Çağrı Dağıtımı	59
3.4.4. Otomatik Ses Tanıma Sistemi	60
3.4.5. Otomatik Numara Tanıma Sistemi	61

3.5.	Çağrı Merkezlerinde Performans Hedefleri	62
3.5.1.	Kalite Hedefleri	63
3.5.2.	Çağrı Merkezi Dinamiklerine Yönelik Hedefler	63
3.5.3.	Verimlilik Hedefleri	64
3.5.4.	Finansal Hedefler	64
3.5.5.	Stratejik Hedefler	65
3.6.	Çağrı Merkezlerinin Organizasyonel Yapısı	69
3.7.	Çağrı Merkezi Sektöründeki Eğilimler	74
4.	VARDİYA PLANLAMA	77
4.1.	Çalışma Sürelerinin Tarihçesi	81
4.2.	Çalışma Biçimleri	84
4.2.1.	Tamgün Çalışma	84
4.2.2.	Yarımgün Çalışma	84
4.2.3.	Yoğunlaştırılmış Çalışma	85
4.2.4.	Vardiyalı Çalışma	85
4.3.	Zaman Çizelgeleme Modeli Örnekleri	87
4.3.1.	Değişkenler	87
4.3.2.	Modelin Sayısallaştırılması	89
4.3.3.	Çizelgeleme Örnekleri	91
4.3.4.	Vardiya Tasarımında Yöneylem Tekniklerinin Kullanılması	93
5.	UYGULAMA	100
5.1.	İncelenen Firma Hakkında Genel Bilgiler	100
5.2.	Uygulama Yapılan Çağrı Merkezi Operasyonu Hakkında Genel Bilgiler	106
5.2.1.	Kurumsal Müşteri	106
5.2.2.	Kurumsal Müşteriye Sunulan Hizmetler	107
5.2.3.	Çağrı Taraflığının Kontrolü	108
5.3.	Problem Tanımı	110
5.4.	Benzetim Modeli	111
5.4.1.	Çalışmanın Amacı	111
5.4.2.	Sistem Tanımı	111
5.4.3.	Varsayımların Belirlenmesi	115
5.4.4.	Verilerin Toplanması ve Düzenlenmesi	116
5.4.5.	Bilgisayar Modelinin Arena Benzetim Diliyle Oluşturulması	121
5.5.	0-1 Tamsayılı Programlama Yöntemiyle Kişilere Vardiya Atama Modeli	131
6.	Sonuçlar	134
	KAYNAKÇA	140
	EKLER	142
	ÖZGEÇMİŞ	190

KISALTMALAR

KPI	: KEY PERFORMANCE INDICATOR
MCB	: MONTE CARLO BENZETİMİ
MT	: MÜŞTERİ TEMSİLCİSİ
KSİS	: KONUŞMA SONRASI İŞLEM SÜRESİ
HBS	: HATTA BEKLETME SÜRESİ
AR	: ANSWER RATE
SL	: SERVICE LEVEL
DNIS	: DIALED NUMBER IDENTIFICATION SERVICE
ISDN	: INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK
IVR	: INTERACTIVE VOICE RECOGNITION
CTI	: COMPUTER TELEPHONE INTEGRATION
ACD	: AUTOMATIC CALL DISTRIBUTION
ASR	: AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION
ANI	: AUTOMATIC NUMBER IDENTIFIER

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Kullanım Amacına Göre Benzetimin Türleri	10
Tablo 2.2. Rastgele Sayılar	13
Tablo 2.3. Sistem Değişkenlerinin İlişkileri.....	21
Tablo 3.1. Çağrı Merkezi Bileşenleri.....	62
Tablo 3.2. Kalite Hedefleri.....	63
Tablo 3.3. Çağrı Merkezi Dinamiklerine Yönelik Hedefler	64
Tablo 3.4. Verimlilik Hedefleri	65
Tablo 3.5. Finansal Hedefler	65
Tablo 3.6. Stratejik Hedefler	66
Tablo 3.7. Çağrı Boyutu – Verimlilik İlişkisi (Erlang C Modeli)	68
Tablo 3.8. Örnek Çağrı Merkezi Durum Analizi Örneği	69
Tablo 3.9. Çağrı Merkezi Kaynak Oranları.....	74
Tablo 3.10. Türkiye'deki Çağrı Merkezlerinin Genel Durumu.....	76
Tablo 4.1. Vardiya Düzenine Geçme Nedenleri	79
Tablo 4.2. Avrupa Ülkelerinde Çalışma Süreleri	84
Tablo 4.3. Örnek 4.1 Vardiya Sonuçları	91
Tablo 4.4. Örnek 4.2 Vardiya Sonuçları	92
Tablo 4.5. Örnek 4.4 Vardiya Başlangıç Zamanları ve Uzunlukları	97
Tablo 5.1. Satış Çağrı Sayısı Yoğunlukları.....	117
Tablo 5.2. Teknik Çağrı Yoğunlukları.....	119
Tablo 5.3. Satış Çağrıları Poisson ve Üstel Dağılım Parametreleri.....	119
Tablo 5.4. Teknik Çağrılar Poisson ve Üstel Dağılım Parametreleri	120
Tablo 5.5. Satış ve Teknik Çağrı İşlem Süreleri için Üstel Dağılım Parametreleri	120
Tablo 6.1. Arena Benzetim Koşumları (Satış Çağrıları).....	135
Tablo 6.2. Arena Benzetim Koşumları (Teknik Çağrılar)	136
Tablo 6.3. Satış Müşteri Temsilcileri için Önerilen Haftalık Vardiya Planı.....	137
Tablo 6.4. Teknik Müşteri Temsilcileri için Önerilen Haftalık Vardiya Planı	137

Tablo 6.5. Teknik Müşteri Temsilcileri için Vardiya Atamaları.....	138
Tablo 6.6. Satış Müşteri Temsilcileri için Vardiya Atamaları	139

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Monte Carlo Benzetimi Örneği.....	12
Şekil 2.2 : Monte Carlo Benzetimi Örneği - Daire Alanı için Deneme Sonuçları	14
Şekil 2.3 : Akış Diyagramı	33
Şekil 2.4 : Arena'nın Hiyerarşik Yapısı.....	47
Şekil 3.1 : İnteraktif Sesli Yanıtlama Stratejisi ve Sürdürülmesi	57
Şekil 3.2 : Müşteri Temsilcileri için Sürekli Gelişim Çemberi	72
Şekil 3.3 : Süpervizör Gelişim Çemberi	73
Şekil 3.4 : Dünyada Çağrı Merkezi Sektöründeki Ciro Oranları	75
Şekil 5.1 : Çağrı Tarfiğinin Kontrolü.....	109
Şekil 5.2 : Çağrı Karşılama Süreci Akış Diyagramı.....	113
Şekil 5.3 : Çağrı Merkezi Süreçleri – Tüm Modüller	123
Şekil 5.4 : Çağrı Merkezi Süreçleri – Tüm Modüller 1. Bölüm.....	123
Şekil 5.5 : Çağrı Merkezi Süreçleri – Tüm Modüller 2. Bölüm.....	124
Şekil 5.6 : Vardiya Hesaplama Süreci Modülleri	128
Şekil 5.7 : Mola ve Yemek Süreçleri Modülleri.....	130

SEMBOL LİSTESİ

X_{ij}	: i. personel j. gün
h	: Mesai süresi
X_{jj}	: j.günde i. kişinin yapacağı mesai süresi
THR	: Vardiyaya ve kalifikasyona göre ihtiyaç duyulan adam-h
d_{thr+}, d_{thr-}	: İhtiyaç duyulan adam-h'den sapmalar
Z	: Aynı nitelikte ve aynı vardiyada çalışmaya gönüllü vardiyalı sayısı
THP_j	: i. kişinin tercih ettiği haftalık çalışma süresi
d_{thp+}, d_{thp-}	: i. kişinin tercih ettiği haftalık çalışma süresindeki sapma
LBN_j	: j. günde belli bir niteliğe ait min. bulunması gereken adam sayısı
d_{lbn+}, d_{lbn-}	: Gün ve nitelik açısından sapma
Y	: j. günde atanabilecek hemşire kapasitesi
WHP_i	: i. hemşirenin hafta sonunda tercih ettiği mesai süresi
d_{whp+}, d_{whp-}	: WHP _i deki sapmalar
SDR_{ij}	: j.gün için i. hemşire tarafından yapılan izin talebi
d_{sdr+}, d_{sdr-}	: İzin talebindeki sapmalar
d	: Haftanın günleri için indis; $d = 1, \dots, 7$
t, s	: Gün içerisindeki periyot indisi; $t = 1, \dots, 48$
f	: Full-time vardiya çeşitleri için indis; $f = 1, \dots, n^F$
p	: Part-time vardiya çeşitleri için indis; $p = 1, \dots, n^P$
c_f	: f full-time vardiyası için haftalık maliyet
c_p	: p part-time vardiyası için haftalık maliyet
G_{ft}	: f full-time vardiyası t periyodunu kapsıyorsa 1, aksi durumda 0
P_{pt}	: p part-time vardiyası t periyodunu kapsıyorsa 1, aksi durumda 0
D_{dt}	: d gününde t periyodundaki talep
k	: Molanın başalayabileceği en erken periyot
q	: Molanın başalayabileceği en geç periyot
n^F	: Full-time vardiya sayısı
n^P	: Part-time vardiya sayısı
p	: Full-time çalışanların part-time çalışanlara oranı
T	: Molaya sahip olan part-time vardiyalarının kümesi
M	: Artan sıralamada mola dilimleri için başlangıç periyotları kümesi
N	: Artan sıralamada mola dilimleri için final periyotlar kümesi
x_{fd}	: d gününde f full-time vardiyasına atanana çalışan sayısı
y_{pd}	: d gününde p part-time vardiyasına atanana çalışan sayısı
β_{dt}	: d gününde t periyodunda başlatılan toplam mola sayısı
w_{sf}	: f vardiyası için gerekli olan toplam full-time çalışan sayısı
v_p	: p vardiyası için gerekli olan toplam part-time çalışan sayısı

ÖZET

Matematik modellemede kaydedilen tüm ilerlemelere rağmen gerçek durumların çoğunda sistemin matematiksel gösterimi hala beklenenin çok uzağındadır. Matematiksel gösterimin katılığı çoğu kere karar problemini yeterince tanımlamayı olanaksız hale getirmektedir. Bunun tersine bir model uygun formüle edilse bile çok karmaşık çözüm algoritmalarıyla uğraşmak zorunda kalınması söz konusu olabilecektir.

Böyle karmaşık sistemlerin modellenmesinde kullanılabilecek uygun yaklaşımlardan biri de benzetimdir. Benzetim sistemi küçük birimler halinde inceler ve bu birimleri hareket ettirecek mantıksal ilişkileri kullanarak sistemin mevcut davranışını taklit eder ve bu yönüyle problemi matematik modellere nazaran daha basit düzeyden ele alır. Bu nedenle benzetim gerçek bir sistemi gözlemlemede kullanılan en iyi yöntemidir.

Benzetimin bu güçlü yönünden yararlanılarak bu çalışmada karmaşık bir sistem olan çağrı merkezlerinde sıklıkla yaşanan vardiya planlaması problemine çözüm geliştirmek için Arena benzetim diliyle bir model oluşturulmuş, ve bir çağrı merkezi firmasında model uygulamaya konulmuştur.

Çalışma 6 bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde benzetim tekniğinin tarihi gelişimi aktarılırken, ikinci bölümde benzetim tekniği hakkında detaylı bilgi sunulmuş ve bir benzetim projesinin aşamaları ortaya konulmuştur. Üçüncü bölümde çağrı merkezi yapısı ve süreçleri hakkında genel bilgi aktarılmıştır. Dördüncü bölümde uygulamada ele alınacak vardiya ve vardiya planlaması kavramları konusunda teorik bilgi sunulmuştur. Beşinci bölümde uygulamada incelenecek firma hakkında genel bilgiler verilerek, problem ortaya konulmuştur. Bölümün devamında vardiya planlama problemine benzetim tekniği ile yaklaşılarak Arena’da bir model oluşturulmuştur. Benzetim tekniğine ek olarak 0–1 Tamsayılı Programlama ile personel vardiya atamalarının gerçekleştirilmesi amacıyla GAMS derleyicisinde düzenlenen ve CPLEX çözücüsü ile çözülen bir model önerilmiştir. Altıncı bölümde oluşturulan modeller uygulanarak vardiya planlama ve atama problemi için çözüm önerileri sunulmuştur.

SUMMARY

The robustness of the mathematical expressions usually makes it impossible to define the decision problems completely. Despite the developments in mathematical modelling, the mathematical expressions poorly construct models for the real world problems. If a model is formulized with robust mathematical expressions, unfortunately it will be hard to solve the problem with these complex algorithms.

In such case the better way to construct a model is simulation. Simulation at first examines the components and elements of the system and then it models the real system's attributes by using the logical relations between the system elements. Because of this approach of simulation it offers more simple and flexible models for the solution of the real world problems.

This powerfull tool will be used to model staff scheduling problem in a complex call center system. For the solution of the staff scheduling problem a model was construct in high level simulation programming language Arena.

The study consist of 6 chapters.

First chapter introduces the historical development of the simulation technique. Second chapter defines the main concepts of the simulation technique. Third chapter presents a general information about the call center structure and processes. Fourth chapter defines staff scheduling and in this chapter some models are offered to solve staff scheduling problems. Fifth chapter includes information about the firm in which the application was done and Arena Simulation model. In this chapter also 0 –1 Integer Programming model is applied for assigning shifts to the call center agents. Model is complied by GAMS and solved by CPLEX. In sixth chapter results are discussed.

1. GİRİŞ

Batı dillerinde benzetim karşılığı olarak simulation (Almanca, Fransızca, İngilizce), simulazione (İtalyanca), simulaci3n (İspanyolca), simulaç3o (Portekizce) ve simulatie (Flemenkçe) terimleri kullanılmaktadır.. Bu terimler, “benzer” anlamına gelen “similis” kökünden gelen, bir şeyin benzerini (taklidini) yapmak demek olan ve 14. yüzyıldan beri Latince kullanılan “simulare” sözcüğünden türetilmiş olup, teknik olmayan anlamda, bir şeyin benzeri veya sahtesi anlamında kullanılır. Bu terimler ancak 20. yüzyılda teknik bir anlam kazanmıştır [22].

İlk olarak II. Dünya Savaşı sırasında askeri amaçlı eğitimlerde kullanılmaya başlayan benzetim tekniğı, 1950’lerde bilgisayarların evrimine paralel olarak üretim sistemlerinde gerçekleştirilen uygulamalarla kullanılmaya başladı.

Benzetim tekniğı karmaşık bir yapı içermesi nedeniyle bilgisayar dillerindeki gelişmeye bağılı olarak ilerleyebilmiştir.

Benzetim genel amaçlı prosedürel dillerinin oluşturulması ve bilgisayarların işlem kapasitelerinin artması ile birlikte karmaşık sistemlerin modellenmesine yönelik basit yaklaşım tarzı nedeniyle genellikle tercih edilen bir teknik oldu. Genel amaçlı prosedürel programlama dilleriyle benzetim modelleri kurmak esneklik sağlamasına rağmen kodlamanın getirdiğı zorluklar nedeniyle özel amaçlı programlama dillerinin oluşturulması için çalışmalar başlatıldı. Öncelikle genel prosedürel programlama dillerinden benzetim modellerinin ortak kullandığı modüller oluşturulmaya başlandı.

1970’lilere gelindiğinde benzetim için GPSS, SIMAN vb gibi özel amaçlı programlama dilleri oluşturuldu. bu tür programlar kodlama gerektirdiğinden oldukça esnek yapıya sahiptiler fakat bu tür dillerde yaşanan öğrenme ve kullanım zorlukları nedeniyle yüksek seviyeli benzetim dilleri ortaya çıktı.

Yüksek seviyeli programlama dilleri kullanım kolaylıkları nedeniyle karmaşık yapısı bulunan sistemlerin benzetim modellerinin oluşturulmasını kolaylaştırdı. Yüksek seviyeli diller ilk olarak üretim endüstrisinde kullanıldılar. Yapılarının üretim

sistemlerine göre oluşturulmaları nedeniyle diğerk pek çok sistemin modellenmesinde yetersiz kaldılar. Günümüzde bu tür zorlukları aşmak için Arena gibi değışik dil kullanım seçeneklerini bünyesinde bulunduran yüksek seviyeli programlama dilleri oluşturuldu.

Benzetim, sistemi küçük birimler halinde inceler ve bu birimleri hareket ettirecek mantıksal ilişkileri kullanarak sistemin mevcut davranışını taklit eder. Bu yönüyle problemi matematik modellere nazaran daha basit düzeyden ele alır. Bu nedenle benzetim gerçek bir sistemi gözlemlemede kullanılan en iyi yöntemdir.

Benzetim modelleri bilgisayar donanım ve yazılımının da gelişimi ile birlikte günümüzde üretim sektörü, eğitim sektörü, askeriye, eğlence sektörü gibi pek çok farklı alanda kullanılmaktadır.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde benzetim tekniğı hakkında detaylı bilgi sunulmuştur. Üçüncü bölümde çağrı merkezi yapısı ve süreçleri hakkında genel bilgi aktarılmıştır. Dördüncü bölümde uygulamada ele alınacak vardiya ve vardiya planlaması kavramları konusunda teorik bilgi sunulmuştur. Beşinci bölümde uygulamada incelenecek firma hakkında genel bilgiler verilerek, problem ortaya konulmuştur ve Arena’da bir model oluşturulmuştur. Benzetim tekniğine ek olarak 0–1 Tamsayılı Programlama ile personel vardiya atamalarının gerçekleştirilmesi amacıyla GAMS derleyicisinde düzenlenen ve CPLEX çözücüsü ile çözülen bir model önerilmiştir. Altıncı bölümde oluşturulan modeller uygulanarak vardiya planlama ve atama problemi için çözüm önerileri sunulmuştur.

2. BENZETİM TEKNİĞİ

2.1. Benzetim Kavramının Tanımı

Benzetim, gerçek bir sistemin modelinin kurulması ve modelin analitik olarak kullanımıdır. Model tasarımının yapılması ve sistemin bilgisayar ortamında çalıştırılması için sistemin süreçlerini anlamak veya sistemle ilgili değişik durumların sonuçlarını gözlemlemek için tasarlanan model üzerinde deneyler yapmaktır.

Benzetim ile modelleme;

- sistemin davranışını tanımlama,
- teori veya hipotez kurma,
- kurulan teoriyi sistemin gelecekteki davranışlarını tahmin etmek için kullanmak,

şeklinde bir deneme ve uygulama metodolojisi. [5]

Bir sistemin benzetimi, bu sistemi temsil edebilecek bir model oluşturma işlemidir. Bu model temsil ettiği sistem üzerinde yapılması çok pahalı olan veya mümkün gözükmeyen işlemlerin yapılmasına olanak verir. Bu işlemlerin etksi altındaki model incelenir. Bundan gerçek sistemi veya ona ait alt sistemlerin davranışları ile ilgili özellikler tepkiler öngörülür [3].

Benzetim, dinamik bir sistemin özelliklerini ve davranışlarını bilgisayar aracılığıyla değerlendiren bir tekniktir. Bir benzetim modeli, temel olarak “ne-eğer” (“what-if”) analizlerinin yapılmasını sağlayan bir araç olarak ele alınmalıdır [21].

Kullanıcısına değişik tasarım ve işletim stratejilerinin genel sistem performansı üzerindeki etkisini gösterir. Sonuçta elde edilenler, istenen model karakteristiklerine

ait birer tahmindir. Diğer bir tanımla benzetim, incelenen bir gerçek hayat sisteminin belli bir zaman diliminde istenilen gerçek karakteristiklerini tahmin etmek amacıyla sistemin matematiksel, mantıksal bir modelinin geliştirilmesi ve bu sistem üzerinde deneyler yapılması sürecidir. Analitik yaklaşımların aksine benzetim modelleri, karmaşık problemlerin modellenmesi ve çözümünde daha başarılı olurlar. Değişkenler arasındaki etkileşimleri benzetim modellerinde gözlemek daha kolaydır. Ancak yoğun bilgisayar kullanımını gerektirir. Gerçek sistemden toplanan bilgiler, bilgisayarda geliştirilen modellere uygulanarak sayısal birtakım sonuçlara ulaşmak hedeflenir. Bunların değerlendirilmesi ve yorumlanması yapılarak sistem performans ölçütlerine ait birtakım tahminlerde bulunulur. Benzetim modelleri aracılığı ile en kötü durum senaryoları da incelenebilir. Eğitici bir ortamda benzetimler, gerçekteki olayların taklit veya kopyalarının güçlü bir teknikle öğretilmesidir. Benzetimler öğrencileri sadece motive etmezler, olayların gerçek ortamda nasıl bir tepki vereceğini de öğretir. Hemen hemen her defasında bir benzetim, detayları değiştirerek veya hariç tutarak gerçekleri basitleştirir. Öğrenci olayların gerçek ortamlardaki hareketlerini gerçek ortamlara benzer ortamlarda öğrenir. Bu basitleştirilmiş dünyada öğrenciler, problemleri çözerler, prosedürleri öğrenirler, fenomenin karakteristiğini anlamaya başlarlar ve onların nasıl kontrol edildiğini veya farklı ortamlarda nasıl hareket ettiklerini öğrenirler.

Benzetim tekniği değişik alanlarda (İşletmecilik, ekonomi, pazarlama, eğitim, politika, sosyal bilimler, davranış bilimleri, ulaşım, iş gücü, şehircilik, global sistemler v.b.) uygulanabilmektedir.

Benzetim aşağıdaki işlevler yerine getirmektedir:

- Sistemin davranışını gözler ve tanımlar
- Gözlenen davranış için geçerli olan teoriler ve hipotezler kurar
- Bu teorileri gelecekteki davranışı öngörmek için kullanır. Sistemdeki değişiklikler sonucu oluşacak etkileri inceler.

Bir benzetim çalışmasının temel amaçları şöyle sıralanabilir:

- Bir gerçek hayat sistemini girdi ve çıktılarıyla matematiksel olarak ifade etmek,
- Gerçek sistemi, kurulan model üzerinden tanıyıp araştırmak, değişik kararları ve seçenekleri gerçek sistemde hiçbir değişiklik yapmadan deneyebilmek,
- Elde edilen bilgiler ışığında, sistemle ilgili n grmlerde bulunabilmek ve uygulamaya esas olan kararları belirlemek.

Benzetim modeli gerçek hayatta karşılaştığımız sistemlerin basitleştirilmiş temsilleridir. Karşılaşılan problemelere deneme ynetemi ve belli bir hata payı ile zm getirmektedir [2].

Model; bir nesnenin, bir sistemin veya bir düşüncenin temsilidir. Model sistemi açıklamak, anlamak veya geliştirmek için kurulur. Benzetim, modelleme tiplerinden biridir.

Benzetim sistemi girdiler ve çıktılar şeklinde modeller. Analitik modellerin sunmuş olduğu zmleri üretmekte yeterli değildir. Modeli oluşturan tarafından belirlenen şartlar içerisinde sistemin davranışını incelemek üzere kullanılan araçlardır. Bu nedenle benzetim, teori değil, problem zmek için bir metodolojidir. Aşağıdaki koşullar mevcutsa benzetimin kullanılması uygundur:

1. Problemin tam bir matematik formülasyonu mevcut değilse veya matematik modelin analitik yöntemlerle zm henüz bulunamamışsa. (rn: kuyruk modelleri)
2. Analitik yöntemler zm için elverişli fakat matematik yöntemler çok karmaşıksa
3. Analitik zmler vardır ve kullanılabilir, ama problem üzerinde çalışanlarda gerekli bilgiler yoksa
4. Belirli parametrelerin tahmin edilmesi gerekiyorsa
5. Değişik koşullar için deneme yapmak gerekiyorsa

6. Sistemlerin veya süreçlerin davranış karakteristiklerini ortaya koymak zaman alacaksa

İleri düzeyde bulunan ülkelerde yapılan araştırmalar benzetimin en fazla kullanılan teknikler arasında olduğunu göstermektedir.

Başarılı benzetim modellerinin geliştirilmesi pahalı, zaman alıcıdır ve beceri gerektirmektedir. Hatalı model kurulması durumunda yanlış sonuçlar elde edilir. Doğru ve kabul edilebilir bir modellemenin yapılması için yönetim ve problemi yaşayan süreç sahipleri ile iyi bir iletişimi, süreçlerle ilgili akış diyagramlarının sağlıklı oluşturulmasını ve sistematik bir sorgulama prosedürünü gerekli kılar [2].

Bir benzetim modeli elemanları; sistemin bileşenleri, kontrol edilebilen değişken ve parametreler, kontrol edilemeyen değişken ve parametreler, fonksiyonel ilişkiler, amaç fonksiyonu ve kısıtlardır.

Modellemede formal ve informal metotlar uygulanabilir. Informal metotlarda sistemi modelleyecek kişi problem yaşanan süreç sahipleri ile irtibata geçerek değişken, parametreler, kontrol edilemeyen değişkenler, fonksiyonel ilişkiler, amaç fonksiyonu ve kısıtları konusunda kendi sistematığıne göre notlar alır. Bu notlar mantıklı ve tutarlı kaydedilmişse modeli kurarken hafızasını tazelemesini sağlayacaktır. Genellikle uygulanan ve başarılı sonuçlar da veren bir yaklaşımdır. Fakat bu yaklaşımın en temel dezavantajlarından biri sorgulamalar sonucu elde edilen verilerin model kurulumu ile ilgilenen diğer çalışanlar tarafından anlaşılmamasıdır. Modeli ilk ele alan kişi notları oluştururken kendi terminolojisini kullandığı için başka birinin modeli kavraması güç olabilir. Bunun yanısıra belli bir dönem sonra kendisi de not aldığı ayrıntıları hatırlamayabilir. Bu dezavantajlara rağmen eğer hızlı çözüm gerekiyor ise informal metotlar modelin oluşturulmasında esneklik sağlamaktadır.

Model geniş kapsamlı ve uzun zamanda tamamlanacaksa formal metotlarla modelin kurulması daha faydalı olacaktır. Formal yapıda standart notasyon ve kurallar kullanılır. Bu yolla modelle uğraşan tüm kişilerin süreçleri, değişkenleri, parametreleri, kısıtları ve amaçları anlamasını sağlayacak şekilde bilgi aktarımı yapılabilir. Bu yolla çok sayıda kişi modelin kurulumunda görev alabilir ve modelin bilgisayara uyarlanması kolaylaştırılmış olur [2].

2.2. Benzetim Türleri

2.2.1. Kullanım Amacına Göre Benzetim Türleri

Benzetim kullanım amacına göre iki ana gruba ayrılır.

- Deneyim amaçlı benzetim
- Deney amaçlı benzetim

Her iki tür benzetim, ayrıca benzetim ve gerçek sistemin çalışmalarının birbirlerinden bağımsız olup olmamalarına göre, bağımsız benzetim ve etkileşimli benzetim olarak iki türe ayrılır. Bağımsız benzetim terimi, benzetim ve gerçek sistemin çalışmalarının birbirlerinden bağımsız olduğunu belirler. Pek çok benzetim çalışması bu türe girdiği için bu terim kullanılmadığı zaman ekseri bu tür benzetim bahis konusudur[22].

Benzetimin Deneyim Kazanma Amacıyla Öğrenim/Eğitim için Kullanılması

Benzetimin öğrenim amacıyla kullanılması, yani deneyim amaçlı benzetim, üç türdür ve iki büyük grupta incelenir.

- Deneyim Amaçlı Bağımsız Benzetim: Bağımsız benzetimin deneyim kazandırmada iki ana tür kullanılışı vardır: yapıcı benzetim ve sanal benzetim. Yapıcı benzetim karar verme ve iletişim yeteneklerinin geliştirilmesi amacıyla kullanılır. İş oyunları, harp oyunları ve barış oyunları gibi benzetim oyunları bu gruptadır. Benzetim oyunları en az iki takım arasında oynanır. Oyuncular denetim altındaki koşullarda karar verme ve iletişim deneyimi kazanır. Sanal benzetim fiziksel yetenek geliştirilmesi amacıyla kullanılan öğrenim benzetimcileri ile yapılır. Benzetimin öğrenim amacıyla kullanılması, araç kullanma becerisinin ve bununla ilgili karar verme yeteneğinin geliştirilmesi içindir. Kullanılan araç ekseri sanaldır ve bilgisayar denetimindedir. Aracın kullanılması çok çeşitli kullanım ortamlarında yapılabilir. Pilotların öğrenimi için kullanılan benzetimciler bu gruba aittir. Kullanılan araçlar sanal olduğu için bu tür benzetime sanal benzetim de denir.

- Deneyim Amaçlı Etkileşimli Benzetim: Etkileşimli benzetimin deneyim kazandırmakta kullanılmasına canlı benzetim denir. Canlı benzetimde, gerçek kişiler, gerçek yaşama benzer deneyim kazanabilmeleri için gerçek sistemde, bazıları gerçek bazıları gerçek olmayan araç/gereç kullanır.

Benzetimin Deney Yapma Amacıyla Kullanılması

Benzetimin deney yapma amacıyla kullanılması iki büyük grupta incelenir: Deney amaçlı bağımsız benzetim ve deney amaçlı etkileşimli benzetim. Deney yapılması zaten anlaşılıyorsa, “deney amaçlı” denmesine gerek kalmaz.

- Deney amaçlı bağımsız benzetim: Deney amaçlı bağımsız benzetim çok geniş bir uygulama alanında, karar verme, eğitim, anlama ve eğlence amaçlı olarak kullanılır. Bu tür uygulamalarda Benzetim terimi “deney amaçlı bağımsız benzetim” anlamına kullanılır. Karar Verme: Benzetimin karar verme amacıyla kullanılması çok yaygın bir kullanımıdır ve modelin deney koşullarındaki davranışını üreterek sistemin davranışını öngörmeye dayanır. Sistem tasarımı, ilk örnek yapma, sistem denetimi, eniyileme, duyarlılık çözümlemesi, kavram kanıtlaması, planlama ve tedarik gibi kullanılış alanları vardır. Model çok zaman matematik bir modeldir. Bir gemi modeli veya rüzgâr tüneline kullanılan bir uçak modeli gibi bazı durumlarda fiziksel model de olabilir. Eğitim: Benzetim eğitimin gerektirdiği laboratuvar çalışmalarının bir kısmının bilgisayar ortamında yapılmasını sağlar. Böylece deneylerin çok değişik koşullarda yapılmasına da olanak sağlar. Benzetim, örneğin fen bilimlerini öğretmek için büyük olanaklar sağlar. Anlama: Mevcut olan karmaşık sistemlerin anlaşılabilmesi için çeşitli varsayımların sınanması benzetim yardımı ile yapılabilmektedir. Benzetimin anlama amacıyla kullanıldığı sistemler, yerbilim gibi doğa bilimlerine ait olabildikleri gibi, sosyal bilimler ve davranış bilimleri ve sosyal bilimlere de ait olabilir. Eğlence Endüstrisi Uygulamaları: Benzetimin bu amaçla kullanılması görselleştirmeye gerçekçi bir devingenlik sağlar ve devingen sistemleri de içeren ileri sanal gerçek uygulamalarına yol açar. Gerçeğe yakın fiziksel özellikli siber kişiler benzetimle Gerçekleştirilen devingenlikleri ile gösterilebilir. İlginç bir gelişme, eğlence endüstrisinde kullanılan bazı

özelliklerin savunma uygulamalarında da kullanılmasıdır. Bu uygulamalara bilgisayarla üretilmiş kuvvetler ve çevre de dahildir.

- Deney Amaçlı Etkileşimli Benzetim: Benzetimin deney amaçlı olarak etkileşimli kullanılması ileri uygulama yetenekleri sağlamaktadır ve iki ana türü vardır: benzetimin gerçek sisteme katkısı ve benzetimin gerçek sistemi desteklemesi. Benzetimin gerçek sisteme katkısını sağlamak için benzetim ve gerçek sistem aynı zamanda çalışır. Bu tür kullanımda iki amaç vardır: - Benzetim-tabanlı arttırılmış gerçek: Bu tür uygulamalarda gerçek sistemin özellikleri benzetim yardımı ile arttırılır. Örneğin tank (veya uçak) öğrenimi yapılırken, özel gözlüklerle benzetim çıktıları çevre görüntüsüne çakışık olarak gösterilir. Çevrimiçi tanı: Sistem ile eşzamanlı olarak çalışan modelin çıkışı ile sistemin çıkışı otomatik olarak karşılaştırılır. Aradaki farkın belli bir toleransın dışında olması modelin doğru çalıştığı kabul edildiğinde sistemdeki bir arızayı gösterir. Benzetimin gerçek sistemi desteklemesi için benzetim ve gerçek sistem ardışık olarak çalışır. Benzetim tabanlı ileri karar destek sistemlerinde, karar vermeyi gerektiren sistem ile modeli, aynı model parametre değerleri ve aynı giriş değişkenlerinin etkisi altında çalışır. Benzetim sonucu elde edilen değerler istenen veya kabul edilebilen değerler ise, modelin giriş değinken(ler)inin değer(ler)i gerçek sisteme de uygulanır. Bu tür uygulamalarda benzetim sonuçları öngörüsöl görüntülemeyi sağlar.

Tablo 2.1. Kullanım Amacına Göre Benzetimin Türleri

		1. Deneyim Kazandırma	2. Deney Yapma
Bağımsız ve Gerçek Sistemin Çalışmaları	Bağımsız Benzetim	1.1. Deney Amaçlı Bağımsız Benzetim * Karar verme ve iletişim yeteneklerinin geliştirilmesi - <i>Yapıcı Benzetim</i> <i>(Benzetim oyunları:harp oyunu, iş oyunu)</i> * Fiziksel Yetenek Geliştirilmesi - <i>Sanal Benzetim</i> <i>(Öğrenim benzeticisi)</i>	2.1. Deney amaçlı Bağımsız Benzetim * Karar Verme - Sistem tasarımı, sanal prototip * Eğitim * Anlama * Eğlence
	Etkileşimli Benzetim	1.2. Deney Amaçlı Etkileşimli Benzetim * Gerçek Yaşama Benzer Deneyim - <i>Canlı Benzetim</i>	2.2. Deney Amaçlı Etkileşimli Benzetim * Benzetimin gerçek sisteme katkısı - <i>Benzetim tabanlı arttırılmış gerçek</i> - <i>Çevrimiçi Tanı</i> * Benzetimin gerçek sisteme desteklemesi - <i>Benzetim tabanlı karar destek sistemleri</i>

2.2.2. Modelleme Yöntemine Göre Benzetim Türleri

Günümüz benzetim yönteminin icrası genel olarak Monte Carlo yöntemindeki örnekleme düşüncesine dayanır. bu düşünce gerçek sistem davranışlarını zamanın bir fonksiyonu olarak araştırdığı için farklıdır. İki farklı tip benzetim modeli vardır.

1. Sürekli Modeller. Davranışları zamanla birlikte devamlı değişim gösteren sistemlerle ilgilenmektedir. Sürekli benzetimin tipik bir örneği dünya nüfusundaki hareketliliğin araştırılmasıdır. Sürekli benzetim modelleri genelde sistemin farklı elemanları arasındaki etkileşimin farklı diferansiyel denklemlerle ifade edildiği modeldir.
2. Kesikli Modeller: Sistemlerin davranışlarındaki değişimleri sadece verilmiş olan bir anda izleyen modellerdir. Buna tipik bir örnek olarak bekleme hatlarında ortalama kuyrukta bekleme süresini ve bekleme hattı uzunluğunun tahmini gösterilebilir. Sistemin durumu sadece bir müşterinin sisteme girdiği ya da sistemden çıktığı anda değişir diğer tüm anlar istatistik veri toplama

açısından hiç bir şey ifade etmez. Sistemde değişiklik meydana geldiği anda modeldeki olaylar tanımlanmış olur (örneğin müşterinin gelmesi gitmesi). Bu olaylar kesikli noktalarda meydana geldikleri için kesikli olay benzetimi adı ortaya çıkmıştır. Tüm kesikli benzetimler doğrudan ya da dolaylı olarak müşterilerin geldiği durumlarda gerektiğinde oluşabilen kuyruklar (ya da bekleme hatları) ve ardından da sistemi terk etmeden önce hizmet görme olarak tanımlanırlar. Genelde herhangi bir kesikli olay modeli birbirleriyle karşılıklı ilişkiler içinde bulunan kuyrukların oluşturduğu bir şebeke meydana getirmektedir. Kesikli modelin aslında bir kuyruklar topluluğudur. Bir müşterinin kuyruğa dahil olup, hizmet gördükten sonra hizmet erini terk etmesi gibi sistemde değişiklikler olması halinde (kuyruk boyu, hizmet yerinin durumu gibi) istatistik toplanması (performans ölçümü) gerçekleşebilir. Bu da herhangi bir kesikli benzetim modelinde geliş ve gidiş olmak üzere iki temel olayın söz konusu olduğunu göstermektedir. Bunlar sadece sistemi incelemek için gereksinim duyulan iki andır. Diğer tüm zamanlarda sistemin istatistiklerini etkileyen bir şey olmamaktadır.

Monte Carlo Benzetimi

Benzetim yönteminin ortaya çıkması Monte Carlo benzetimiyle olmuştur. Monte Carlo benzetimi(MCB); II. Dünya Savaşı sırasında John Von Neumann tarafından nicel bir teknik olarak Los Alamos bilim laboratuvarında nötronlarla çalışırken geliştirildi. Von Neumann oldukça kompleks, fiziksel modellerle veya elle analizi oldukça pahalı fizik problemlerinin çözümü için benzetimi kullandı. Nötronların rassal yapısı rulet çarkının kullanılması ile ilgili olasılıkları ima ediyordu. Yapısı nedeniyle Von Neumann bu yöntemi Olasılık Kanunları Çalışmasının Monte Carlo Modeli olarak adlandırdı. Bir literatür taraması yapıldığında MCB'nin tanımı ve içeriği konusunda çok çeşitli görüşlerin ileri sürüldüğünü görebiliriz. MCB konusundaki bu görüşler, “deneysel veri elde etmede kullanılan bir örnekleme tekniği”, “ statik sistemlerin benzetimi” ve “rassal sayıların kullanımını içeren herhangi bir benzetim çalışması” başlıklarında toplanabilir [23].

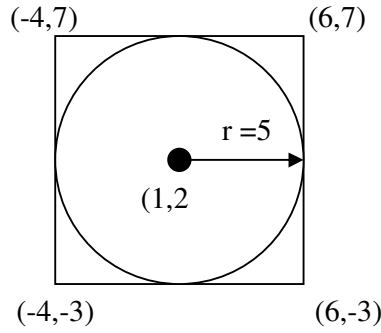
Monte Carlo benzetiminde bir deneyin sonucunu (çıktısını) tahmin etmek için rastgele örneklemeden yararlanılır. Bu yöntem, günümüz benzetiminin önde gelen yöntemidir.

Yöntemin anlaşılabilmesi için aşağıda bir örnek verilmiştir. Örneğin amacı benzetim deneyinin istatistiksel yapısını vurgulamaktır [26].

$$(x-1)^2 + (y-2)^2 = 25 \quad (2.1)$$

(2.1) denkleminin verilen bir dairenin alanını tahmin etmek için Monte Carlo örneklemesini kullanalım. Dairenin yarıçapı $r = 5$ cm ve merkezi de $(x, y) = (1, 2)$ 'dir.

Alanı tahmin edilecek daire, tahmin prosedürü gereği bir kenarı dairenin çapına eşit olan bir karenin içine tam olarak oturtulacaktır (Şekil 2.1). Köşe noktaları karenin geometrisinden çıkar.



Şekil 2.1 : Monte Carlo Benzetimi Örneği

Dairenin alanını tahmin etmenin temelinde karedeki tüm noktaların eşit şansla (olasılıkla) oluşacağı varsayımı yatmaktadır. Dolayısıyla, karenin içindeki N nokta dairenin içinde, M nokta da dairenin dışındaysa, bu durumda

$$(Dairenin_Alanı) = \frac{M}{N} (Karenin_Alanı) = \frac{M}{N} (10 \times 10) \quad (2.2)$$

$$f(x) = \frac{1}{10} \quad 6 \geq x \geq -4 \quad (2.3)$$

$$f(y) = \frac{1}{10} \quad 7 \geq y \geq -3 \quad (2.4)$$

Her iki fonksiyon da - (2.3) , (2.4) - belirlenen aralıkların dışında sıfırdır.

R_1 ve R_2 , 0 ve 1 arasında iki ayrı rastgele sayı olsun. Bu durumda, kare içinde diğerleriyle aynı şansa sahip rastgele bir (x, y) noktası şöyle belirlenir:

$$x = -4 + [6 - (-4)] R_1 = -4 + 10R_1 \quad (2.5)$$

$$y = -3 + [7 - (-3)] R_2 = -3 + 10R_2 \quad (2.6)$$

Aşağıdaki tablo rastgele sayılarının küçük bir listesini vermektedir.

Tablo 2.2. Rastgele Sayılar

0,0350	0,4819	0,8982	0,5759	0,0313	0,3140	0,1378
0,3598	0,6776	0,8049	0,7899	0,4650	0,6640	0,1797
0,0910	0,0852	0,6833	0,8503	0,3906	0,5163	0,2173
0,3743	0,5254	0,0158	0,7126	0,5034	0,6824	0,6808
0,3495	0,7578	0,2250	0,2522	0,5723	0,8811	0,7532
0,6804	0,5990	0,6538	0,2592	0,4557	0,5044	0,5463
0,6553	0,8315	0,3791	0,0421	0,2509	0,0075	0,0737
0,1760	0,8776	0,2688	0,7160	0,7158	0,7111	0,6366
0,9792	0,0620	0,0531	0,5496	0,5444	0,6713	0,0730
0,0986	0,7209	0,4491	0,7969	0,4225	0,7398	0,2914

Her ayrı rastgele sayı çifti (R_1, R_2) için verilen formüller kullanılarak kare içinde kalan bir rastgele (x, y) noktası (üniform) üretilebilir. Gözlenen bir (x' , y') noktası eğer,

$$(x'-1)^2 + (y'-2)^2 < 25 \quad (2.7)$$

ise dairenin içine denk gelecektir. Örneğin, $R_1 = 0.0589$ ve $R_2 = 0.6733$ ise, bu durumda

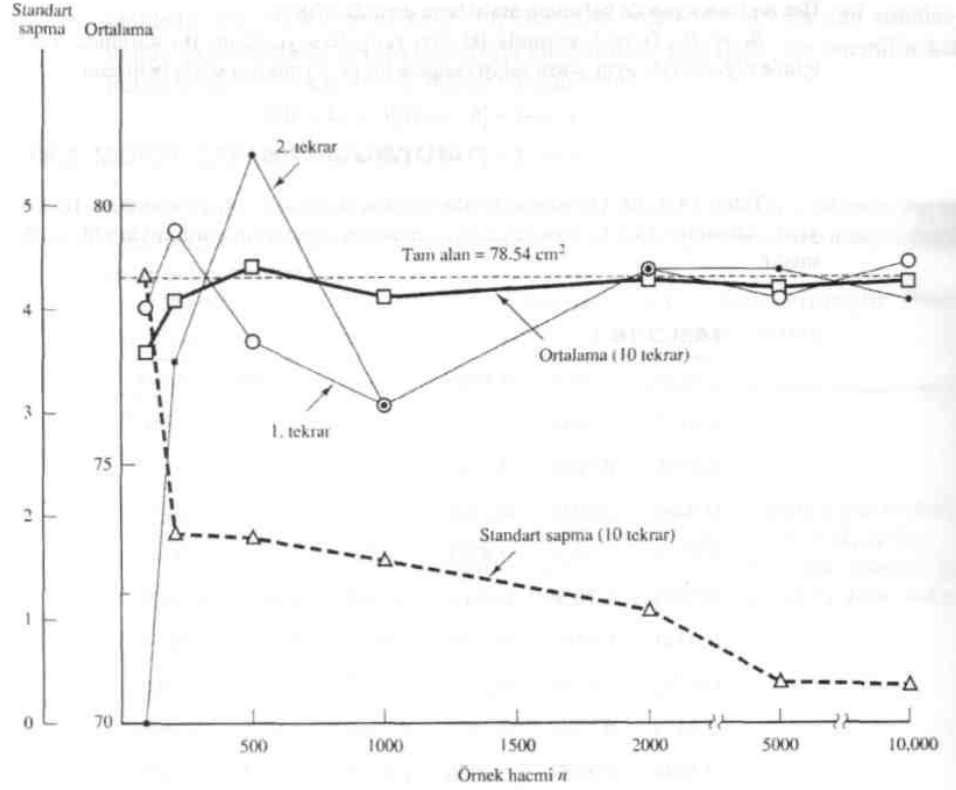
$$x' = -4 + 10R_1 = -4 + 10*(0.0589) = -3.411 \quad (2.8)$$

$$y' = -3 + 10R_2 = -3 + 10*(0.6733) = 3.733 \quad (2.9)$$

elde edilecektir. $(-3.411 - 1)^2 + (3.733 - 2)^2 = 22.46$ sonucu 25'ten küçük olduğu için (x' , y') noktası dairenin içine düşecektir.

Şimdi de, rastgele örnekleme dairenin alanını tahmin etmedeki hassasiyet üzerine etkisini araştıralım. Şekil 2.2 $n = 100$ 'den $n = 1000$ 'e kadar olan çeşitli örneklem hacimlerinin verdiği sonuçları göstermektedir. Deney her n için 10 kez tekrarlanmış

ve her tekrarda farklı sıralamaya sahip (0, 1) rastgele sayıları kullanılmıştır. Şekilde 10 tekrar için belirlenen ortalama ve standart sapmalarla birlikte, sadece 1. ve 2. tekrarlardaki tahminler gösterilmiştir.



Şekil 2.2 : Monte Carlo Benzetimi Örneği - Daire Alanı için Deneme Sonuçları

Deney sonuçlarından aşağıdaki kararlara varılabilir:

1. Şekil 2.2'deki 1. ve 2. tekrarlarda görüldüğü gibi dairenin alanının tahmini, örneklem sayısı arttıkça iyileşmektedir.
2. Her örneklem hacmi (n) için gerçekleştirilen 10 tekrardan elde edilen sonuçların ortalamasıyla yapılan alan tahmini, her örneklem hacmi (n) için gerçekleştirilen bir tekrardan elde edilen sonuçtan yola çıkılarak yapılan tahminden daha iyi sonuç verir.
3. Örneklem hacmi (n) arttıkça, 10 tekrardan elde edilen ortalamanın hassaslığı da artacaktır. Buna bağlı olarak standart sapmada azalma olacağı açıktır.

2.3. Benzetim Tekniğinin Fayda ve Sakıncaları

Benzetimin faydaları:

1. Sistemin modeli kurulduktan sonra, farklı durumların analizi için istenildiği kadar kullanılabilir.
2. Benzetim yöntemleri, sistem verilerinin detaylı olmadığı durumlarda elverişlidir.
3. Benzetim modeli üzerinde daha sonra yapılacak analiz için veri, çoğu kez gerçek hayatta olduğundan daha ucuz elde edilir.
4. Benzetim, bir sistemdeki dahili 'karmaşık etkileşimleri (Interactions) etüt etme ve bunlar üzerinde deney yapma olanağını sağlar.
5. Simüle edilen sistemin ayrıntılı gözlemi, (ki sistemi simüle ederken yapılması gerekli işlemlerden biridir) daha iyi anlaşılmasını, daha önce görülmemiş eksikliklerin giderilebilmesini, daha etkin fiziksel ve operasyonel sistemin kurulmasını sağlayabilir.
6. Benzetim, değişik koşullar altında sistemin nasıl olacağı hakkında çok az veya hiç bir veriye sahip olmadığımız yeni durumlar
7. Üzerinde deney yapma amacıyla kullanılabilir.
8. Benzetim analitik çözümlerin doğruluğunu gerçeklemek üzere kullanılabilir.
9. Benzetim ile dinamik sistemlerin gerçek zamanı, daraltılmış veya genişletilmiş süre içinde incelenebilir.
10. Benzetim analistleri daha- genel düşünmeye zorlar.

Benzetimin sakıncaları:

1. Bir sistemin bilgisayar benzetimini kurmak ve geçerli olduğunu ispatlamanın maliyeti çok yüksektir. Genel olarak her bir sistem için ayrı bir program yazma gereği vardır. Benzetim dilleri bu mahsurları bir dereceye kadar ortadan kaldırmıştır.

2. Kurulan bir Benzetim programının bilgisayarda çalıştırılması çok zaman olabilir. Bunun ise maliyeti yüksektir.
3. Araştırmacılar Benzetim tekniğini öğrendikten sonra onu analitik yöntemlerin daha uygun olduğu durumlarda da kullanma eğilimindedirler.

2.4. Benzetim Adımları

1) Problemin Formülasyonu

- Çalışmanın amacı
- Sistem tanımı
- Varsayımların belirlenmesi

2) Benzetim Deneylelerinin Tasarımı

- Modelin matematiksel formülasyonu
- Verilerin toplanması ve düzenlenmesi
- Benzetim deneyi için veri derleme
- Örneklem
- Model Geçerliliği

3) Bilgisayar Modelinin Oluşturulması

- Başlangıç koşulları ve denge
- Zaman akış mekanizması
- Parametre değişiklikleri
- Alternatif karar kuralları
- Kayıt tutma ve istatistiklerin türetilmesi

- Algoritmanın oluşturulması
- Bilgisayar modelinin test edilmesi

4) Benzetim Verilerinin Analizi

5) Uygulama ve Belgeleme

2.4.1. Problemin Formülasyonu

Benzetim denemesini planlamadan önce yapılacak olan araştırma açık bir şekilde tanımlanmalıdır. Bu aşama Benzetim denemesi boyunca problemin yeniden ifade edilmesini gerektirebilir. Pek çok araştırmada olduğu gibi Benzetim denemesi de , sorunların cevaplandırılması, hipotez testi, parametre etkilerinin gözlenmesi gibi daha basite indirgenebilir. Belirtilen aşamalar araştırmanın amaçları da olabilir.

Benzetim araştırmasına başlarken araştırmanın amacı ve değerlendirme kriterleri mutlaka belirtilmelidir. Bu sorunlar cevaplandıktan sonra ise bilgisayarla Benzetimin maliyeti, karmaşık ve amacı tatmin etme düzeyi gibi benzetim devam edip etmemeye etki eden faktörler göz önüne alınır.

Yönetim kademeleri bir problemi olduğunu bilir, fakat problemi iyi tanımlayamaz, Bu durumda Yöneyim Araştırmacılarına problemin formüle edilmesi işi düşer. Tecrübeler, problemi formüle etme aşamasının araştırma boyunca devam eden sürekli bir iş olduğunu göstermiştir.

Çalışmanın Amacı

Herhangi bir çalışmanın ilk adımı, yürütülen çalışmanın amacının açık ve tanı olarak belirlenmesidir. Çoğu kez yapılan hata çalışma amacının eksik olarak tanımlanmasıdır. Bu ise çoğu kez dışsal faktörler ile olan ilişkilerin göz-ardı edilmesi tehlikesini doğurmaktadır.

Çalışma amacının tanımlanmasının önemli bir parçası da, araştırmanın sonuçlarını ölçecek olan ölçütlerin belirlenmesidir. Bu ölçütlerin sayısı, bazı kereler, şaşırtıcı düzeyde çok olabilir. Bir çok endüstri sistemlerinin optimum performansı sıklıkla en düşük maliyet veya en büyük kâr olarak ele alınır Ancak, bunun nedeni toplam kadar

projenin parasal deyimlere indirgenmiş olmasındadır. Askeri sistemler incelenirken ölçülecek olan optimum performansın değeri indirmesinde para aynı ağırlığı taşımayacaktır. Bir atölyenin performansı ise çok değişik yollarla ölçülebilir. Teslim gecikmelerinin düzeyi, boş zaman miktarı, işlem gören stok miktarı, hurda miktarı; iş kazaları sayısı, mamullerin kalite düzeyi, devreden işgücü düzeyi... Çalışmanın amacını tanımlarken, neyi optimize etmek istediğimizi tam ve açık olarak belirlemeliyiz. Bu, doğal olarak, bizim özel problemimiz için neyin daha önemli olduğuna bağlı olacaktır.

Yukarıdaki satırlarda benzetim, sistemlerin optimum performanslarının öngörülmesindeki kullanımı Üzerinde ağırlıkla durduk. Ancak benzetim başka amaçlar için de kullanılabilir. (Örneğin eğitici amaçlarla, matematik ilişkilerin değerlendirilmesinde)

Uygulamada, performans ölçütlerinin kendi aralarında ilişki içinde bulunduğu görülmektedir. Örneğin, boş zamanların azaltılmasını temel ölçüt olarak alan bir atölye tipi üretim sisteminde, teslim gecikmelerinin azaltılması amacı da, kendiliğinden sağlanabilmektedir

.Benzetim çalışmalarının izleyeceği tüm amaçları tanımlamak olanaklı değildir. Zira her çalışma kendine özgüdür. Bununla beraber bu amaçların bir kaçını burada sayılacaktır.

1. Hipotezler benzetim modelleri kullanılarak formüle edilip test edilebilirler. Karar kuralları ve alternatifler değerlendirilip kararlaştırılabilir.
2. Etkileri ve sistem performansı üzerindeki etkileri açıdan en önemli değişkenler belirlenip tanımlanabilir.
3. Mevcut veya önerilen karmaşık sistemlerin modelleri, gerçek durumlara göre çok daha düşük maliyet ile ve çok daha az risk alarak denenebilir. Değişkenler ve parametreler üzerinde oynanarak model üstünde oynayabilir ve politika, organizasyon yöntem, koşullar ve ilişkilerdeki değişikliklerin muhtemel etkilerini araştırabiliriz. Sistemin bir parçasında alınan bir kararın sistemin diğer parçaları üzerindeki etkisi sıklıkla azdır. Benzetim bu

sakıncayı önler. Benzetim uygulaması etkilerin nedenlerinin tamamlanmasında çok faydalıdır.

4. Geleceğe yönelik tahminler ve kestirimler yapıp bunlar planlama için ve karar vermede yardımcı olarak kullanılabilirler.
5. Eğitim ve yönlendirmede kullanılabilir.
6. Zaman ölçeği denetlenebilir. Zaman uzatılabilir veya kısaltılabilir. Dinamik sistemlerde oluşan olaylar kendi sıralarında incelenebilir.
7. standart analitik yöntemlerle çözümlenemeyen belli tür probabilistik olmayan matematik denklemler benzetim yaklaşımı ile incelenebilir.
8. Üretim proseslerinin işlevsel denetimi benzetim modeli tarafından etkilenebilir., gerçekleştirebilir. Bu durumda benzetim modeli üretim kontrol sisteminin parçasını oluşturur.

Sistem Tanımı

Sistem çalışmasının amacı açık olarak tanımlandıktan sonra sistem (1) Bileşenler (2) Değişkenler, (3) Parametreler, (4) İlişkiler, (5) Kısıtlar, (6) Ölçütler açısından tanımlanmalıdır:

Bileşenler: Bileşenler, bir araya getirildiklerinde sistemi oluşturan parçalardır. Bunlar zaman zaman öge veya alt sistem olarak da adlandırılırlar. Bağımsız olarak belirlenirler ve bunların ortak performansı sistemin çıktısını oluşturur. Örneğin bir kent sisteminde bileşenler, eğitim sistemi, sağlık sistemi, ulaşım sistemi vb. olarak sayılabilir. Kısa bir deyişle, bileşenler ilgilendiğimiz sistemi oluşturan nesnelerdir.

Değişkenler: Sistemin özellikleridir. Değişik koşullarda ve değişik sistem durumlarında farklı değerler alırlar. Değişkenler dört tür sınıflandırılabilirler:.

1-Bağımsız ve bağımlı,

2-Denetlenebilir ve denetlenemez;

3- İçsel ve dışsal;

4- Girdi ve çıktı

Bağımsız değişkenler İnceleyicinin manipüle etmekte serbest olduğu değişkenlerdir. Dışsal değişken olabilirler ancak içsel değişken olamazlar; genellikle denetlenebilen değişkenlerdir. Girdi değişkeni olabilirler.

Bağımlı değişkenler sistemdeki bağımsız veya denetlenebilir değişkenlerin manipülasyonu veya denetlenemeyen dışsal etkilerin sonucunda değerleri belirlenen değişkenlerdir. Denetlenemeyen değişken olabilirler içsel ve çıktı değişkenler olabilirler.

Denetlenebilen değişkenler, değerleri araştırmacı tarafından belirlenen değişkenlerdir. Genellikle bağımsız değişkenlerdir, İçsel veya dışsal olabilirler. Girdi değişkeni olabilirler ancak girdi çıktı değişkeni değildirler.

Denetlenemeyen değişkenler değerleri, sistemin çevresi tarafından (Bu durumda dışsal değişken olurlar) veya sistemdeki bileşenlerin etkileşimi sonucunda:(bu durumda içsel değişken olurlar) belirlenen değişkenlerdir. Bağımlı değişken olabilirler. Girdi veya çıktı değişkeni olabilirler.

İçsel değişkenler değerleri sistem bileşenlerinin performansı tarafından belirlenen değişkenlerdir. Bunlar denetlenemeyen değişkenlerdir. Bağımlı olabilirler ancak bağımsız değişkenlerdir. Bunlar "Durum değişkeni" olarak da adlandırılırlar.

Dışsal Değişkenler değerleri, araştırmacı tarafından (Bu durumda bağımsız, denetlenebilir ve girdi değişkeni olurlar) veya sistem dışındaki etkilerler. (Bu durumda denetlenemeyen ve girdi değişkeni olurlar) belirlenen değişkenlerdir. Eğer sistem ve çevresi arasında bir etkileşim var ise, dışsal değişken bir çıktı değişkeni olabilir.

Girdi Değişkenleri değerleri, sistemin bileşenlerinin performansı veya etkileşimi tarafından belirlenmeyen değişkenlerdir. Dışsal değişken olabilirler, ancak hiçbir zaman içsel olmazlar. Genellikle bağımsız değişkenlerdir. Denetlenebilir veya denetlenebilir olabilirler.

Çıktı değişkenleri tüm değerleri sistemin bileşenlerinin performansı veya etkileşimi tarafından belirlenen değişkenlerdir. Genellikle denetlenemeyen değişkenlerdir. İçsel olabilirler genellikle bağımlı değişkendirler.

Tablo 2.3. Sistem Değişkenlerinin İlişkileri

	Bağımsız	Bağımlı	Denetlenebilir	Denetlenemez	İçsel	Dışsal	Girdi	Çıktı
Bağımsız			√			√	√	
Bağımlı				√	√			√
Denetlenebilir	√				√	√	√	
Denetlenemez		√			√	√	√	√
İçsel		√	√	√				√
Dışsal	√		√	√			√	
Girdi	√		√	√			√	
Çıktı		√		√	√			

- Parametreler: Denemek üzere analizci tarafından keyfi değerler verilebilen miktarlardır. Parametre değerleri analiz süresince değiştirilmezler. Örneğin $y = 5x+2$ denkleminde 5 parametredir, x bağımsız değişken , y bağımlı değişken, 2 de sabittir.

İlişkiler: İlişkiler sistemin bileşenleri değişkenleri ve parametreleri arasındaki bağlantılardır. Bunlar sistemin durumundaki değişimleri denetler. İlişkiler sistemdeki farklı değişkenlerin değerlerinin birbirleri ile ve sistemin parametrelerinin de değerleri ile nasıl ilişkili olduğunu gösterirler. İlişkiler yapısal, işlevsel veya sırsal olabilirler.

Yapısal ilişkiler bileşenleri ve bunların özelliklerini birbirine bağlayan ilişkilerdir. Örneğin bileşkekler arasındaki uzaklık gibi.

İşlevsel İlişkiler bileşen ve bileşenlerin davranışının belirleyen ilişkilerdir. Bunu tüm bileşkeklerin durumunun ve sistemin dışsal denetlenebilir ve bağımsız değişkenlerinin değerlerini bir fonksiyonu olarak belirler.

Sırasal İlişkiler birbirine yalnızca zaman açısından bağımlı olan sistem olayları arasındaki ilişkilerdir. Öncelik, sonralık, eşzamanlılık gibi deyimlerle ifade edilirler.

Kısıtlar: Kısıtlar değişkenlerin değerleri veya kaynakların nasıl tahsis edildiği üzerindeki sınırlandırmalardır. Bu kısıtlar tasarımcı tarafından koyulacağı gibi sistemin doğasında da olabilir. Tasarımcı tarafından koyulan kısıtlar üzerinde oynanabilmesi bunların sıkılaştırılıp gevşetilmesi mümkündür.

Ölçütler: Ölçüt fonksiyonu sistemin hedeflerinin veya amaçlarının ve bunların nasıl değerlendirileceğinin bir durumudur. Ölçüt yargılama standardı olarak tanımlanabilir. Buna göre ölçüt fonksiyonu iki açıdan büyük önem kazanmaktadır. Birincisi, modelin tasarımı ve işletilmesi üzerinde büyük etkisi vardır. ikincisi ölçütün yanlış tanımlanması yanlış sonuçlar verecektir.

Varsayımların Belirlenmesi

Deney koşullarının kavranabilmesi için varsayımların açık bir şekilde belirlenmesi önemlidir. Model kurulumu sırasında ortaya konan varsayımlara göre sonuçların yorumlanması farklılık gösterecektir. Benzetim yöntemi uygulanırken ortak olarak yapılan varsayımlar vardır. Örneğin rassal sayı üreticinin gerçek rassal sayıları ürettiğini varsayabiliriz. Değişik ilişkilerin doğrusal olduğunu varsayabiliriz. Sistemdeki herhangi bir özelliği göz ardı etmekle bu özelliğin sistemin performansını etkilemediğini varsayabiliriz.

2.4.2. Benzetim Deneylerinin Tasarımı

Modelin Matematiksel Formülasyonu

Daha önceki aşamalarda tanımlanan sistem bileşenleri, değişkenleri, parametreleri, arasındaki ilişkiler kısıtlar dahilinde ilgili ölçütleri sunmak üzere matematiksel olarak ifade edilir. Burada gerçekleştirilen formülasyonlar modelin bilgisayar ortamına aktarılmasını kolaylaştıracaktır. [2]

Verilerin Toplanması ve Düzenlenmesi

Özellikle büyük ölçekli sistemlerin benzetim çalışmaları için veriye gereksinim vardır. Yeterli ve sağlıklı verimin sağlanamayışı benzetim çalışmaları önündeki

başlıca engeldir. Bununla beraber bazı kereler veri sağlanabilecek kaynaklar şaşırtıcı derecede çok olmaktadır.

Benzetim deneyleri için veriye olan ihtiyaç iki temel kategoride alınabilir. [3]

1. Parametrelerin değerleri değişkenlerin davranışını ve ilişkilerin biçimini öngörebilmek için geçmişe yönelik veriler.
2. Verileri kaynağında teşhir edip yakalayarak tüm verilerin sürekli güncelleştirilmesini sağlayacak olan veri kayıt sistemi.

Sistemi temsil eden matematik modelin soyutlama derecesi benzetim için gerekli olacak tarihsel verinin türünü belirleyecektir. Hangi tür verinin gerekli olduğunu belirlenmesi sistemi tanımlarken kullandığımız değerleri tahmin etmek için önemlidir. Rassal değişkenlerin yoğunluk parametreleri, maksimum kuyruk uzunluğu, depolama sınırlamaları gibi sistem parametrelerinin tahmin edilmesi için ihtiyaç duyulan veri türleri belirlenmelidir. aynı şekilde sistemin değişkenlerinin davranışı için rassal değişkenlerin olasılık dağılımları, rassal değişkenlerin dinamik parametrik değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. İçsel bileşkeler arasındaki bağımlılık, dışsal pertutbasyonların etkileri sistemdeki ilişkilerin biçiminin ortaya konulması için gereklidir.

Benzetim tekniğinde kullanılacak veriler araştırmanın özelliğine göre farklılık gösterecektir. Bir işletmede veri kaynağı sayılabilecek noktalar şöyledir:

İçsel Veri Kaynakları

- Personel Kayıtları: Ücretler, çalışan dereceleri, yetkinlik değerlendirmeleri, işgücü devri, performans notları, prim tutarları, çalışma süreleri, mola süreleri uyarı durumları
- Takım Ömür Kayıtları: İstek sıklığı, bekleme zamanı dağılımı, takım bozulma sıklığı, takımların ömür dağılımı
- Depo Kayıtları: Malzeme çıkış sıklığı, bekleme zamanı dağılımı, boş sotokların sıklığı

- Zaman Kayıtları: İşlem zamanlarının dağılımı, bekletme zamanlarının dağılımı
- Bakım Kayıtları : sistem bileşenlerinin güvenilirliği, bozulma oranı, onarım zamanı ve bekleme zamanı dağılımı, dışsal etkilerin sıklığı
- Kalite Kontrol Kayıtları: Makine performansı, hurda, fire, donanım yaşının etkisi
- Üretim Kontrol Kayıtları: Programın durumu, yürütme vesıralama bilgisi, imalat hattı dengeleme, yükleme
- Satın Alma Kayıtları: Malzeme maliyetleri , tedarikçi listesi, tedarik süreleri
- Mühendislik kayıtları: Malzeme özellikleri, donanım performansı, teknolojik siparişler
- Muhasebe Kayıtları: Vergiler, taşıma maliyetleri, karlar, müşterileri basılan fatura tutraları
- Satış Kayıtları : Satışların nicel ve parasal hacmi, satış eğilimleri, kayıp satış maliyetleri

Dışsal Veri Kaynakları:

- Sigorta şirketleri
- Pazar araştırma firmaları
- Yönetim danışmanları
- Üniversiteler
- Meslek kuruluşlarının yayınları
- Endüstriyel ve ticari kuruluşlar
- Standart veriler

- Devlet arşivleri
- Satıcılar ve sunucular
- Tüketiciler

Örnekleme

Bir benzetim deneyini tasarlarlarken ilk iş geçmiş verileri inceleyerek olasılık dağılımlarının parametrelerinin ve diğer parametrelerinin tahmin edilmesidir. Toplana veriler aşağıdaki amaçlar için kullanılmaktadır.

- Rassal Değişkenlerin dağılım türünün belirlenmesi
- Dağılım parametrelerinin belirlenmesi
- sistemin bileşenleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi sistem değişkenleri arasındaki belli ilişkilerin korelasyon katsayıları ile gösterilmesi mümkündür.

Benzetim deneylerinin istatistik tasarımına ilişkin bilgi çok fazla değildir. Bunu değişik nedenleri vardır. Deneyisel tasarımın öneli noktaları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Problemin Kurulması: Problemin formülasyonu adıdır.
2. Bağımsız veya Bağımlı Değişkenlerin Seçimi: Problemin formülasyonu sırasında kullanılacak sistem bileşenleri arasındaki ilişkilerin yürütülmesinde kullanılacak faktörlerin seçimi.
3. Her Faktörün Düzeyinin Seçimi: Deney içine almak istenilen her faktörün düzeyini belirleyip bu faktörlerin sabit veya rassal olup olmadıklarının araştırılması gerekmektedir. Eğere faktör sabit ise sonuçlar yalnızca test edilen düzeylerde ilgili kalacaktır. Eğer rassal ise sonuçlar yalnızca test edilen düzeylerle değil mümkün olan tüm düzeyler ile ilgili olacaktır. Aynı deney içinde hem sabit hem de rassal faktörlerin bulunması mümkündür.
4. Deney Dışı Değişkenlerin Denetimi: Fiziksel deneylerde en önemli ve güç işlerden biri de deneyisel tasarım içinde yer almayan değişkenlerin

denetlenmesidir. Ancak genellikle benzetim deneylerinde bu sorun yer almaz, zira araştırıcının modeline eklemek istediği değişkenlerin kaynağı üzerinde denetimi vardır.

5. Analiz Yönetiminin Belirlenmesi: Deneyin sonuçlarının analiz edilmesi yöntemi tasarım izlemelidir. bu tasarımla araştırıcının sorularının deneyle sağlanan veriler tarafından yanıtlandığı gösterilebilecektir. Özel bir benzetim deneyinin sonuçlarının analizi için kullanılacak olan yöntem büyük ölçüde deneyin niteliğine ve amacına bağlıdır.

Modelin Geçerliliğinin Araştırılması

Modelin bilgisayar programı kurulmadan önce, kurulan modelin incelenen sistemi temsil ettiğinin araştırılması gerekir. Tam olarak temsil eden bir sistemin kurulması düşünölemez, ancak, incelenen sistemin belirleyici olan karakteristiklerinin modelde yer aldığı konusunda ve model davranışının gerçek sistemin davranışından büyük sapmalar göstermediği konusunda emin olmak gerekir. Karmaşık modellerin geçerliliğinin önceden irdelenmesi güçtür. Ancak, yararlı olabilecek ve yol gösterebilecek bazı testler vardır. Aşağıda kısaca bunları göreceğiz:

- Geçmiş Verilerin Üretilmesi: Dağılım benzetimine geçmiş veriler verildiğinde-, yüksek bir doğruluk derecesi ile olasılık; dağılımını yeniden üretebilmelidir.
- Ölçü Testi: Modelin geçerliliğini ölçmek için birkaç hesaplama yapıp çıktı davranışın karakteristiklerini bulabiliriz. Örneğin bazı sonuçla: kesinlikle negatif olmamalıdır. Bazı diğer sonuçlarda belli zaman sırasını izlemelidir. Örneğin dönemsel eğilimler gibi, Ayrıca, model kurulurken yaptığımız varsayımlar üzerinde belli testler yapabiliriz.
- Tamamlık İçin Denetim: Modelin son bir kontrolü herhangi bir önemli ve belirleyici faktörün unutulmuş olup olmadığını denetlemek içindir.

Bir benzetim modelinin geçerliliğini araştırmak için üç yöntem kullanılabilir.

1. Modelin geçerli olması: Parametrelere sınır değerler verildiğinde modelden olumlu cevap alınabilir.

2. Varsayımların testi,

3. Girdi-çıkı dönüşümünün testi.

Son iki yöntem; ortalama testi, varyans testi, regresyon analizi, faktör analizi, spektral analizi, oto-korelasyon, ki-kare, parametrik-olmayan testler gibi istatistik ile ilgilidir [5].

Olasılık dağılımı ile ilgili olarak yapılacak olan çalışmalar şunlardır:

1.Ortalamanın Testi

- Bir Örnek ile ortalamanın testi
- Ortalamalar arasındaki farkların testi

2.Varyans Testi

- Ki - kare testi
- F testi

3.Verilerin Testi

- Oran testi
- k oran arasındaki farkların testi
- Kontenjans tabloları
- Uygunluk testleri

4. Parametrik Olmayan Testler

- Toplamların Derecelendirilmesi
- İşaret testi
- Medyan testi
- U - testi

- Koşum testleri
- Sıralı korelasyon testleri

2.4.3. Bilgisayar Modelinin Oluşturulması

Benzetim denemesini planlamadan önce yapılacak olan araştırma açık bir şekilde tanımlanmalıdır. Bu aşama Benzetim denemesi boyunca problemin yeniden ifade edilmesini gerektirebilir. Pek çok araştırmada olduğu gibi Benzetim denemesi de , sorunların cevaplandırılması, hipotez testi, parametre etkilerinin gözlenmesi gibi daha basite indirgenebilir. Belirtilen aşamalar araştırmanın amaçları da olabilir.

Benzetim araştırmasına başlarken araştırmanın amacı ve değerlendirme kriterleri mutlaka belirtilmelidir. Bu sorunlar cevaplandıktan sonra ise bilgisayarla Benzetimin maliyeti, karmaşık ve amacı tatmin etme düzeyi gibi benzetime devam edip etmemeye etki eden faktörler göz

Geçerliliği irdelenmiş olan matematik model artık, bilgisayar dili ile kodlanmaya hazır duruma gelmiş demektir.

Bilgisayar ile benzetim programının yapılması aşağıdaki adımlardan oluşur:

1. Akış diyagramının çizilmesi.
2. Kodlama
 - a. Genel amaçlı derleyici
 - b. Özel amaçlı benzetim dilleri
3. Hataların ayıklanması
4. Verilerin kullanılması ve başlama koşulları
5. Verilerin üretilmesi
6. Çıktı raporlarının üretilmesi

Akış diyagramının hazırlanmasından sonra özel amaçlı bir benzetim dilinin kullanılması daha çok bilgisayar zamanından tasarruf sağlamak içindir, örneğin

GPSS, SIMSCRIPT ve GASP programlama ve bekleme hattı modellerinin benzetimi için çok elverişli dillerdir.

Muhtelif benzetim dilleri arasında temel farklar;

- Zaman ve faaliyetlerin organize edilmesi,
- Özelliklerin (entities) isimlendirilmesi ve yapısı,
- Faaliyetlerdeki koşulların testi,
- Verilere uygulanacak istatistik testlerin tipi,
- Model yapısını değiştirme kolaylığına bağlıdır.

Bilgisayar benzetim modellerinin kurulmasına ilişkin ortak olarak beliren temel noktalar aşağıda yer almaktadır.

Başlangıç Koşulları ve Denge

Benzetim modellerinin çoğu normal işleme karakteristiklerine ulaşana kadar birkaç "ısınma" çevrimine gerek duyarlar. Örneğin bir süper marketin benzetim modelini düşünelim. Müşteriler belli bir olasılık kanununa göre mağazaya geleceklerdir. İlk gelen müşteri mağazayı boş bulacaktır. Alışverişini rahatlıkla tamamladıktan sonra da boş olan para ödeme kuyruğuna geçecektir. Ve hemen hesabı ödeyip mağazadan ayrılacaktır. Kuşkusuz bu sistemin tipik davranışı değildir. Belli bir miktar tüketici mağazaya gelmeden normal işleme koşullarına ulaşmak mümkün değildir,

Denge, normal işleme koşullarını tanımlarken sıklıkla kullandığımız, iki deyim "denge" ve "düzgün durum" (rejim durumu) dur.

Denge, kendisine yaklaşılabilen, ancak hiçbir zaman ulaşılamayan bir sınır koşuludur. Bu durumda önemli bir problem, sistemin dengede sayılabilecek yeterlikte ısındığı zaman noktasını saptamak olacaktır.

Bazı benzetim problemlerinde sistemin geçiş durumunun gözlenmesi ile ilgileniriz. Bu durumda denge problemi önemli olmayacaktır.

İyi bir başlangıç koşulları kümesi kurmak için, elimizde çok açık kurallar yoktur. Bu, çoğu kez incelemenin amacına, arzulanan kesinliğe, sistem bileşenleri arasındaki ilişkiler alt bilginin derinliğine ve büyük ölçüde bu tür problemi erdeki deneyimimize bağılı olarak değışir.

Zaman Akış Mekanizması

Benzetim çalışmalarının birçoğı olayları zaman sıralı olan sistemlerle ilgilidir.

Dijital benzetimdeki zamanlama probleminin nedeni şudur: Gerçek sistemin bileşenlerinin eşzamanlı olarak işlemelerine karşın, benzetilen sistemin bileşenleri sıralı olarak işler. Zira dijital bilgisayar bir zaman anın da sistem bileşenlerinden yalnız bir tanesini göz önüne alabilir.

Olaylar, sıklıkla, gerçek sistemin değışik parçalarında aynı anda oluştuklarına göre ve sistemin değışik parçalarında bağımlılık olduğuna göre, benzetim modelinde zaman akış mekanizmasının kurulması önem kazanmaktadır. Böylelikle sistem bileşenlerinin benzetilen performansları zaman içinde senkronize edilebileceklerdir.

Benzetim modelinde zaman akışını göstermek için iki temel mekanizma vardır:

- Düzgün artışlı yöntem
- Değışken artışlı yöntem

Düzgün Artışlı Yöntem: Bu yöntemde bilgisayar modelinin zaman içindeki adımları eşit aralıklardadır. Yani, eşit artışlar gösterir. Bu artışın boyutu yeteri kadar küçük seçilir, öyle ki sürekli sistemlere yapılan süreksiz yaklaşımlar kabul edilebilsin Zaman akışını denetlemek için, model içine ana kaman dahil edilmiştir, Genellikle benzetim sıfır anında başlar. Bir zaman aralığı geçtikten sonra, herhangi bir olayın oluşup oluşmadığı belirlenir. Eğer oluşmuş ise, gerekli testler yapılır. Tüm etkileşimler not edilir, yeni değışkenlerin değışerleri hesap edilir. Daha sonra ana zaman artış miktarı kadar ilerletilip ve süreç tekrarlanır.

Değışken Artışlı Yöntem: Bu yöntemde bir olaydan bir sonrakine artış sağlanır. Bu durumda, genellikle, artış adımları düzgün değıildir. Her adımın büyüklüğü, olaylar arasındaki aralığın büyüklüğüne eşittir. Benzetim sıfır sananında başlar. Sistem

bileşenlerinin benzetilen performanslarının sonucu olan olayların oluşma zamanları belirlenir. Ana zaman, on erken olayın oluşum zamanına getirilir.

Değişik testler, değişken değerlerinin güncelleştirilmesi yapılır. Başka bir deyişle, yeni sistem durumu tümüyle belirlenir. Daha sonra ana zaman bir sonraki en erken olayın oluşum zamanına getirilir. Bu süreç benzetim süresince yinelenir.

Parametre Değişiklikleri

Benzetim çalışmalarının birçoğunda iki tür deney ile ilgileniriz;

- Parametrik analiz
- İşlemin alternatif kurallarının değerlendirilmesi

Parametrik Analiz: Birçok benzetim çalışmasının özel hedefi, sistem parametrelerinin değişimi karşısında sistem performansının duyarlılığını belirlemektir, örneğin bir makine bakım problemini göz önüne alalım. Bu problemin parametreleri aşağıdaki gibi olabilir.

1. Saat başına arıza dağılımı
2. Onarım zamanı dağılımının ortalama, varyans ve türü
3. Makine arızası maliyeti
4. Her bakımcının bir saatlik maliyeti

Eğer bu parametrelerden bir tekini bile değiştirirsek, sistemin performansı etkilenir. Aklımıza şu soru takılabilir. Bu parametreleri neden değiştirmek isteyelim? Bunun birkaç nedeni vardır. Örneğin, onarın zamanı dağılımı için bulunan ortalama ve varyansın kaba tahminlere dayandığını varsayalım.

O zaman bir çok soru sorabiliriz: Onarım zamanı dağılımı normal değil de üstel olsaydı ne olurdu? Ortalama ve varyans değerleri artsa idi sonuçlar nasıl etkilenirdi?

Bu soruları çoğaltmak mümkündür. Elimizdeki benzetim modelini bu soruların yanıtlaması için kullanabiliriz. Ancak, parametre öngörülerimizin makul bir ölçüde

doğru olduğuna inandıktan sonradır ki, alternatif karar kurallarının değerlendirilmesine geçebiliriz.

Alternatif Karar Kuralları

Benzetim çalışmalarının birçoğu, ilk hedef olarak, alternatif karar kurallarının değerlendirilmesini alırlar. Örneğin, Bakım problemi için işletme kuralları aşağıdaki gibi olabilir:

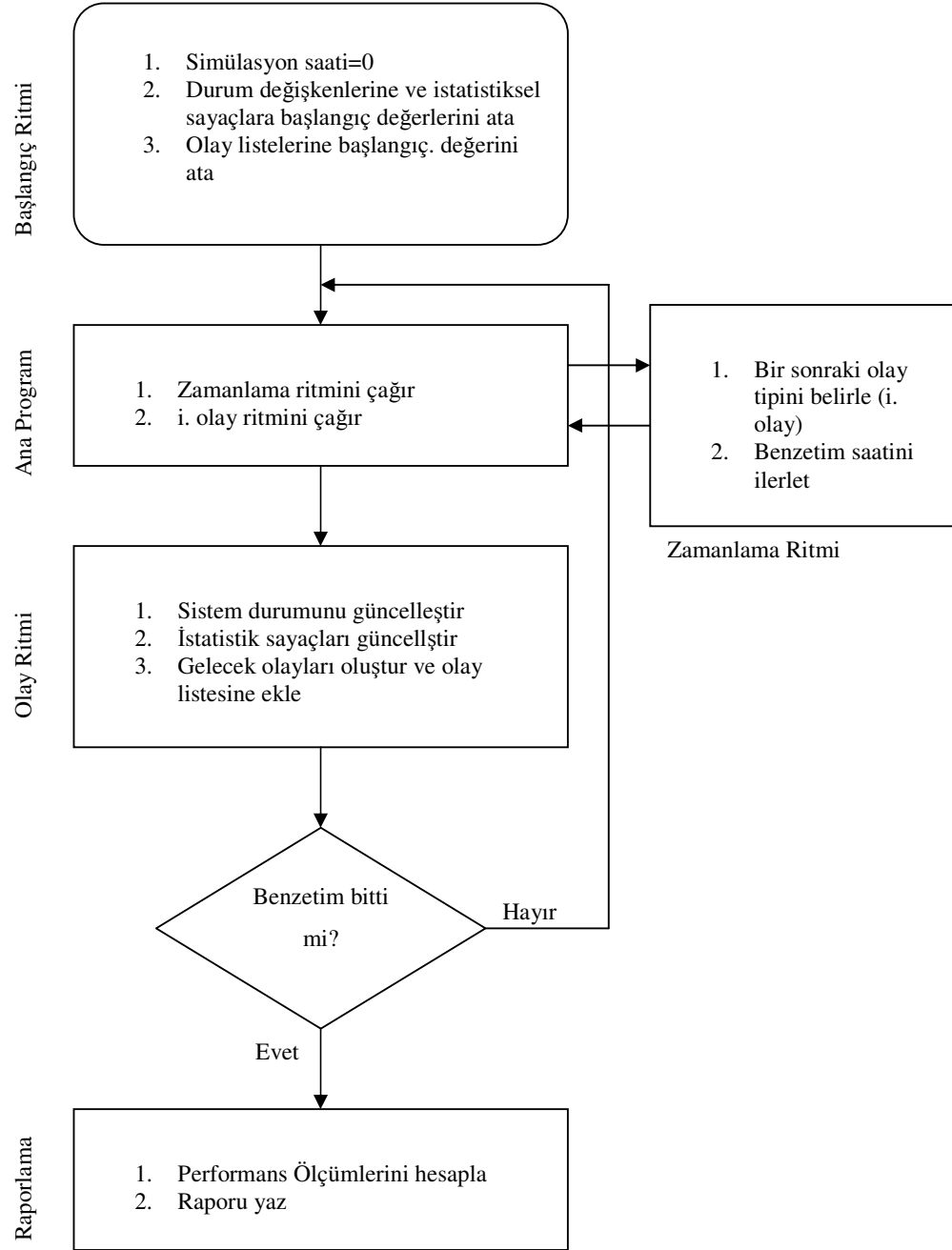
- Makine onarılsa da onarılmasa da, bakımcılara ücret ödenecektir
- Belli bir makinede yalnız bir tek bakımcı çalışabilir
- Bakımcılar fazla mesai yapmayacaktır

Eğer bu işletme kurallarını değiştirirsek, sistemin performansı etkilenecektir. Örneğin, eğer, aynı iki makinede bakımcının çalışabilmesine izin verirse, onarım zamanı kısılacak ve buna bağlı olarak tüm sonuçlar değişecektir. Her bir işletme kuralı alternatifini için bir alt program kurmak genel olarak benimsenen bir yaklaşımdır.

Kayıt Tutma ve İstatistiklerin Türetilmesi

Bilgisayar modeli, benzetim ilerledikçe gerekli bilginin birikimini sağlayacak biçimde kurulmalıdır, Değişik faktörlerin istatistiklerinin biriktirilmesi sıklıkla istenir. Sistemin performansına ilişkin arzulanan istatistiklerin toplanması için en uygun zaman sistemin durum değiştirdiği andır, yani herhangi bir olayın oluşmasının hemen sonrasındır. Ana zamanı ilerletmeden hemen önce istatistik biriktiricide uygun değişikliği yaparak bunu sağlayabiliriz.

Benzetim çalışması için gerek duyulan bilgi ve kayıt doğal olarak, çalışmanın amacına ve verilerin incelenme yöntemine bağlı olarak değişecektir. Genel bir benzetim modelinin (değişken ya da düzgün zaman artışı zaman akış mekanizmalı) akış diyagramı Şekil 2.3’de görülmektedir.



Şekil 2.3 : Akış Diyagramı

Algoritmanın Oluşturulması

Programlamada esas zorluk; bir problemin çözümü için gereken işlem adımlarını düzgün şekilde tarif edebilmektir.

Algoritma; tüm bilgisayar programlarının tasarımı aşamasında yararlanılan ve işin tamamlanması için gerekli işlemlerin kendi dilimizde tarif edildiği bir belgedir. Algoritmada kendi konuşma dilimizi kullanmaktaki amaç, her adımın hedefini net şekilde açıklayıcı olması ve herhangi bir programlama diline bağlı olmaksızın geliştirilmesindendir.

Algoritma düzenlenirken mutlaka her tarif için bir satır numarası verilmelidir. Burada kullanılan ifadeler kısa öz ve anlaşılır olmalıdır. Algoritma bir işin tarif edildiği işlem basamakları olduğundan, işlem sırası genelde çok önemlidir. Bazı işlemlerin sırasında değişiklikler yapmak mümkün olabilir. Bu sıralama işin sonucunu etkilememelidir.

Algoritma yazımında programcının bilgisayara yapmasını istediği işlemleri söylediği düşünülerek emir kipinde ifadeler kullanılır. Örneğin iki sayının toplanması gerekiyorsa; bu sayıları tarif eden değişken simgeleri de A ve B ise komut; "C = Topla A,B" veya "A ile B'yi topla sonucu C ye yükle" şeklinde olabilir. Bazı adımlarda ifade kullanmak yerine fonksiyonun kendisini de yazabiliriz. Bu durum için biraz önceki örneği ele alırsak; "C=A+B" yazmak yeterli olacaktır.

Algoritma yazımında sonuç aynı olacak şekilde farklı işlem adımları tercih edilebilir. Bu, programcının olaya bakış açısı, deneyimleri ve oluşan şartlara göre değişiklikler gösterecektir.

Örnek olarak bilgisayarı kullanacak kişilerin tuş takımı ile yazacakları üç sayının toplamını bulup ekrana yazdıran algoritmayı ele alalım.

Bu işe yönelik işlemler şunlar olabilir:

başla, (Algoritma başlangıcını ifade eder)

A sayısını al, (Bilgisayara, kullanıcıdan sayı bilgisi istediğini belirtmesi ve sonucu A değişkenine aktarması isteniyor)

B sayısını al,

C sayısını al,

$D = A + B + C$

yaz D, (toplam sonucunu barındıran D değerini ekrana yazması isteniyor)

dur (Algoritma sonunu ifade eder)

Üç sayının toplamını bulan algoritmamızı biraz daha kullanışlı şekle sokabilmek için bazı değişiklikler yapalım. Bir önceki örneğimizde her sayı için bir değişken (bilgisayarın işlemleri yapması sırasında kullandığı hafıza bölgesini simgeleyen harfler) kullanıldı ve toplam sonucu da D isimli diğer bir değişkene aktarıldı. Oysa bilgisayar sayı bilgisini aldıktan sonra toplam değeri tutacağı D değişkenine aktarabilir ve aynı değişken ile ikinci ve üçüncü sayı değerlerini de isteyebilirdi. Bunun daha anlaşılabilir olması için şu benzetme yararlı olacaktır. Değişkenleri birer su kovaşına ve bilgileri de kovalara doldurulan suya benzetirsek, D kovaşına toplanacak suları A kovaşı ile kullanıcıdan isteyebilir ve her aldığımız suyu (bilgiyi) D kovaşında biriktirebiliriz. Aynı örneği iki değişkenle yapma yöntemine bakalım.

başla,

A sayısını al,

$D = D + A$ (D değişkenine D nin önceki değeri ve A toplanır, yani D değerine A değeri eklenir)

A sayısını al,

$D = D + A$

A sayısını al,

$D = D + A$

yaz D,

dur

Bu örnek yine bir öncekinde olduğu gibi aynı sonuca ulaşır ancak dört yerine iki tane değişken kullanılmıştır. Az sayıda değişken kullanımı bilgisayar belleğinin de verimli kullanımı anlamına gelmektedir zira çok değişken çok sayıda bellek bölgesini işgal etmek demektir. Eğer toplanması gereken sayı değeri çok daha fazla olsaydı 2. ve 3. adımdaki işlemleri o miktarda çoğaltmak gerekirdi. Bu durumda satır

sayısı çok artacak, kontrol etmek ve düzenlemek güç belki de olanaksız hale gelecektir. Bu tür durumlarda aynı işlem çok sayıda tekrar ediyorsa "döngü" yöntemiyle sorunu aşılabılır.

Döngü tekrar eden işlemleri belirli kurallar ve kontroller çerçevesinde otomatik olarak yaptıran programlama mantığıdır. Döngü işleminde karar verme noktası vardır. Bu noktada bir mantıksal karşılaştırma yapılarak döngünün devam edip etmeyeceği kararı verilir. Yukarıda verilen toplama örneğini üçüncü bir yöntemle, döngü kullanarak yapalım.

başla,

$K = 0$ (K kontrol değişkenidir ve döngünün tekrar sayısını hesaplamak için kullanılır)

A sayısını al,

$D = D + A$

$K = K + 1$ (Her sayı alma ve toplama işlemini sayar, yani değerini bir artırır)

$K < 3$ ise git 3 (K değeri 3 ten az ise sayı alma ve toplama işlemini bir kez daha yapmak üzere 3. satıra yönlendirir.)

yaz D,

dur

Bu örnekte kontrol değişkeninin değeri test edildiğinde 6. satır döngü tekrar sayısını belirleyen satırdır. Burada $K < 40$ şeklinde bir koşul belirlenmiş olsaydı döngü tekrar sayısı 39 olacaktı.

Benzetim için örnek algortima “Süper Market”:

- KS: Kasa sayısı
- MN: Müşteri no
- BEKMÜŞ: 10 DK.’dan fazla bekleyen müşteri sayısı
- GZ(MN): MN. müşterinin geliş zamanı

- $AS(MN)$: MN. müşterinin alışveriş zamanı
- $ATZ(MN)$: MN. müşterinin alışveriş tamamlama zamanı
- $HS(MN)$: MN. müşterinin hesap ödeme süresi
- $TOPSU(MN)$: MN. müşterinin beklediği toplam süre
- $BAŞLA(MN)$: MN. müşterinin kasa işlemlerinin başlama zamanı
- $BİTİŞ(MN)$: MN. müşterinin kasa işlemlerinin tamamlanma zamanı
- $ENB(X,Y)$: X ve Y 'den enbüyük değeri getiren fonksiyon
- $SİSTOP(MN)$: MN. müşterinin sistemde geçirdiği süre
- $BEK(MN)$: MN. müşterinin kasa işlemleri başlayana kadar beklediği süre

1- Başlangıç değerlerinin atanması

a) $KS=0$

b) $MN=0$

$$BEKMÜŞ = 0$$

$$KS=KS+1$$

2- Müşterinin gelişi

- $MN=MN+1$
- $GZ(MN)$ üret

3- Müşterinin alışveriş yapması

- $AS(MN)$ üret
- $ATZ(MN) = GZ(MN) + AS(MN)$

4- MN. müşteriye en kısa kuyruğa gönder

5- MN. müşterinin kasada ödeme işlemleri

- $HS(MN)$ üret
- $BAŞLA(MN) = ENB(ATZ(MN) , BİTİŞ(MN-1))$
- $BİTİŞ(MN) = BAŞLA(MN) + HS(MN)$
- $TOPSU(MN) = BİTİŞ(MN) - ATZ(MN)$
- Eğer $TOPSU(MN) > 10$ ise $BEKMÜŞ = BEKMÜŞ + 1$
- $SİSTOP(MN) = BİTİŞ(MN) - GZ(MN)$
- $BEK(MN) = BAŞLA(MN) - ATZ(MN)$

6- $MN < (Enbüyük Müşteri Sayısı)$ ise Adım 2'ye git, aksi durumda Adım 7'ye git.

7- $ORAN = BEKMÜŞ / MIN$

$ORAN > 0,05$ Adım 1b'ye git

8- SONUÇLARI YAZ.

DUR

Bilgisayar Modelinin Test Edilmesi

Bir bilgisayar modeli, eğer modellenen gerçek dünya sisteminin ürettiği sonuçlara yakın sonuçlar üretiyor ise bu bilgisayar modeli geçerlidir denir. Ancak bu açıklama, daha önce belirtilen "model geçerliliği" kavramından çok farklı değildir. O zaman, bilgisayar modeli geçerliliğinin, yazılan bilgisayar programının geçerliliğinden daha fazla bir şey olup olmadığını sormak gerekecektir.

Bilgisayar model geçerliliği araştırılırken ilk iş, bilgisayar programındaki çevrimlerin incelenerek sistem ilişkilerinin korunup korunmadığından emin olmaktır. Ana program ile alt program arasındaki ilişkilerin özenle düzenlenip denetlenmesi gerekecektir. Geçerlilik araştırması bu kadarla da kalmaz. Daha önce araştırılan

geçerlilik aşamasında da göz önüne alınan matematik model yeniden ele alınarak modelin zayıf noktaları üzerinde durulur.

Belli durumlarda bilgisayar benzetim modelinin performansının geçerliliğini incelemek için, modele geçmiş veriler verilerek, benzetilen sonuçlar bilinen sonuçlar ile karşılaştırılır. Belli durumlarda da bilgisayar benzetim modelinin performansı temsil ettiği sistemin gelecekteki davranışı ile karşılaştırılır.

Geçerlilik problemi, genelde, hala sanatsal niteliğini sürdürmektedir. Ancak çok derin deneylerin birikimi sonucunda gerçek anlamda incelenebilmektedir.

2.4.4. Benzetim Verileri Analizi

Planlama çalışmasından sonra, arzu edilen bilgiyi elde etmek için model çalıştırılır. Bu aşamada planlamadaki kusurlar aranmaya başlanır.

Simülasyon modellerinde önemli kavramlardan biri de duyarlılık analizleridir. Kullanılan parametrelerin en son değerini belirlemek için duyarlılık analizinden yararlanılır. Duyarlılık analizi, parametrelerin değişim aralığını sistematik olarak araştırma ve modelin bu değerlere karşı alacağı değerleri belirleme işlemidir. Simülasyon modellerinde değişkenler çok sayıda değerle denenir. Çok duyarlı tahminlerde bulunmak ise aşırı zaman harcamayı ve fazla para gerektirir [5].

Benzetim verilerinin analizi ve yorumlanması, deneyin nasıl tasarlandığının ve model kurulurken yapılan varsayımların izini taşımaktadır. Benzetim verileri incelenirken aşağıdaki yöntemler kullanılabilir.

- Varyans analizi
- Çoklu karşılaştıma yöntemi
- Spektral analiz

2.4.5. Uygulama ve Belgeleme

Benzetim projesi gerçek bir probleme kabul edilebilir, anlaşılır ve kullanılabilir bir çözüm sağlamalıdır. Yöneylem Araştırmacılar çözümün kabul görmesini ve

kullanılmasını kuşku ile karşılarlar. Gershefski benzetim projelerine harcanan zamanın aşamalara göre paylarını şöyle bulmuştur [5]:

Zamanın % 25 i problemin formüle edilmesine,

Zamanın % 25 i veri derleme ve analizine,

Zamanın % 40 ı bilgisayar modelinin geliştirilmesine,

Zamanın % 10 u uygulamaya

Diğer bir uygulama güçlüğü de uygulayıcılar tarafından benzetim sonuçlarının anlaşılmamasıdır. Rubenstein yukarıda verilen zaman harcama paylarının dağılımını % 25 problemin tanımı, % 20 veri derleme ve analizi, % 30 modelin geliştirilmesi, % 25 uygulama olarak bulmuştur [5]

Belgeleme, uygulamaya koyma aşamasına ilişkin bir aşamadır. Dikkatle yapılmış ve tam bir belgeleme modelin kullanım Ömrünü arttırır. İyi bir belgeleme programların hatalarının bulunmasına ve düzeltilmesine de imkân verir.

2.5. Benzetim Dilleri

Simülasyon modellerinin çalıştırılması iki ayrı tip hesaplama gerektirmektedir. Modelin olaylarının işlenmesi ve kronolojik sıraya konmasıyla ilgili dosya kullanımları, modelin istatistiklerinin tutulması ve rastgele sayı üretimi ile ilgili aritmetik işlemler. Birinci gruptaki hesaplamalar işlemler listesinde kapsamlı bir mantık silsilesi gerektirir, ikinci gruptaki hesaplamalar ise sıkıcı ve zaman alıcı işlemlerden oluşmaktadırlar. Bu yapı, simülasyon modellerinin kullanımı için bilgisayarları gerekli bir araç haline getirirken, özel simülasyon dillerinin geliştirilmesi de bu hesaplamaların daha uygun ve verimli bir biçimde yapılmasına yol açmıştır.

Benzetim Dilleri modelle yöntemine göre ikiye ayrılır:

- Sürekli Benzetim Dilleri
- Kesikli Benzetim Dilleri

2.5.1. Sürekli Benzetim Dillerinin Sınıflandırılması

Sürekli benzetim dili, ellili yılların sonunda analog bilgisayarların simülatörü olarak geliştirilmiştir. Analog bilgisayarlarda benzetim, davranışları araştırılan sistem olarak, aynı matematik model tarafından tanımlanan (diferansiyel denklemler takımı) analog elektronik sistemin oluşturulması esasına dayanır. Elektronik sistem genelde integratörler, toplayıcılar ve diğer fonksiyonel birimler olarak davranmak için değiştirilmiş işlemsel yükselticilerine dayanan standart blokların iç bağlantısıyla oluşturulur. Kullanıcı sonra belirli çıkış noktalarında (Osiloskop, çizici) uygun voltaj girişlerinin uygulanması ve voltajların kaydedilmesiyle ve bu elektronik sistem yardımıyla deneyleri yapar. Voltajın değişmesi, fiziksel davranışları tümünden farklı olabilecek (mekanik yer değiştirme, sıcaklık, vs.) orijinal sistem içerisindeki değişimleri tanımlayan fonksiyonla aynı olan zaman fonksiyonunu gösterir. Analog bilgisayarların ana problemi, multiplikasyon, bazı fonksiyonların türetilmesi, gecikmelerin veya diğerlerin türetilmesi gibi belirli işlemlerin analog olarak yürütülmesidir. Dijital bilgisayarlar bütün bu fonksiyonları çok basit olarak yapar ve bugün sürekli benzetim sadece dijital bilgisayarlar üzerinde yapılır. Analog bilgisayarların iyi olduğu tek alan integrasyondur. Dijital bilgisayarlar sayısal integrasyon için kullanır. Analog integratör kullanılarak yapılan integrasyonla kıyaslandığında, dijital bilgisayarlar genelde daha yavaş ve daha az hassastır.

Hızlı respons tabanlı bazı özel uygulamalar bu nedenle A/D ve D/A çeviricilerle bağlı analog ve dijital parçalar içeren (hibrit bilgisayarlar diye adlandırılan) bilgisayarlar kullanır. İntegrasyon hariç digital kısmı her şeydir. Dijital kısımlar integratörün girişlerini hesaplar. D/A çeviricileri yardımıyla integratörler, giren analog sinyalleri analog integratöre dönüştürür. Çıkışları zıt yolda işlem görür. Dijital kısım, hesaplama esnasında değişebilen analog kısmın iç bağlantısını kontrol eder.

Blok tabanlı benzetim dilleri analog bilgisayarların metodolojisine dayanır. Sistem fonksiyonel birimlerin ve nicelik parametrelerinin iç kesitlerini tanımlayan blok diyagramları olarak ifade edilir. “Programlamanın” anlamı blokların ve tanımlamalarının iç kesitlerinin girişidir. Sonra kullanıcı ifadeler ekler ve/veya benzetimi kontrol eden direktifler verir. Eğer sistem denklemlerin bir seti olarak tanımlanmışsa, bu durumda sistem blok diyagrama dönüştürülmelidir. Dönüştürme

basit bir doğru işlemidir. Birçok sürekli blok tabanlı dillerde tipik bloklar integratörler, sınırlandırıcılar, geciktiriciler, çarpanlar, sabit değerler, toplayıcılar, tutucular, kazançlar (katsayı) ve diğerleridir.

Deyim tabanlı sürekli diller, matematiksel modeli temsil eden denklemlere dayanır. Öyle ki, benzetilen sistem bir denklem takımı ile ifade edilir. Sonra kullanıcı benzetimi kontrol etmek için ve/veya direktiflerini ilave eder. Bazı diller sistemin tanımlanması için hem blok hem de deyim tabanlı yollara imkan sağlar. Benzetim kontrolünün anlamı:

İntegrasyon yönteminin (çünkü bazı diller daha fazla sunar), integrasyon adımlarının, gözetlenecek (blokların girişlerinin) değişkenlerinin, toplanan verilerin yazılması ve/veya çizilmesi için aralıkları, çıkışların skalaştırılması (bunlar otomatik olarak da yapılabilir), çalıştırılan benzetimlerin süresi, tekrarlamaların sayısı ve içerde değişen kesin değerlerin yolunu vb. seçilmesidir.

2.5.2. Kesikli Benzetim Dillerinin Sınıflandırılması

Kesikli simülasyon dilleri iki genel bölüme ayrılmaktadır:

- Olay sıralamak (event scheduling)
- Sürece yönelik (process oriented)

Olay sıralamalı dillerde, kullanıcı, Örnek 18.6-1'de verildiği gibi her bir olayın oluşumuyla ilgili faaliyetleri ayrıntısıyla belirler. Bu tür dillerin asıl katkısı, dağılımlardan örnekleme yaparak bunları kronolojik sırada düzenlemek ve modelin istatistiklerini derlemektir.

Sürece yönelik diller ise sistemdeki iş yapıcılarının ve gezen birimlerin (örneğin müşteriler) hareketlerini tanımlayan bir şebekeye bloklar ya da düğümlerle bağlanma düşüncesini esas alırlar. Örneğin, simülasyon dillerindeki işlemlerde en çok kullanılan üç önemli blok/düğüm, işlerin yaratıldığı kaynak, gerektiğinde işlerin bekleyebileceği kuyruk ve hizmetin görüldüğü hizmet yeridir. Bu blok/düğümlerin her biri, simülasyonu otomatik olarak yürütecek bütün bilgilerle donatılmıştır. Örneğin, bir kere, kaynak için gelişlerarası süre tanımlanmıştır. Sürece yönelik diller otomatik olarak geliş olayının ne zaman gerçekleşeceğini bilmektedir. Hatta, modelin

her bir blok/düğümü, işlemlerin tam olarak nasıl ve ne zaman şebeke içinde hareket edeceğini gösteren talimatlara sahiptir.

Sürece yönelik diller, aslında, olay sıralamalı dillerde kullanılan aynı faaliyetlere göre çalışmaktadır. Aradaki fark, sürece yönelik dillerde kullanıcıyı karmaşık hesaplamalar ve mantıksal ayrıntılardan kurtarmak için faaliyetlerin otomatikleştirilmiş olmasıdır. Bir bakıma, "kara kutu" yaklaşımının girdi-çıkıti düşüncesini kullanan bir yapıya sahip olan sürece yönelik diller, kullanım kolaylıkları ve basitlikleri nedeniyle ticari yönden de güçlü modelleme araçlarıdır.

Olay sıralamalı bellibaşlı diller SIMSCRIPT, SLAM ve SIMAN'dır. Geçen yıllar içinde bu diller sürece yönelik hale gelmeye başladılar. Bu üç dilin üçü de FORTRAN ve C gibi üst seviye dillerinin modellerde kullanımına izin vermektedir. Bu kolaylık, karmaşık işlemlerin gerçekleştirilmesi açısından, olması gereken önemli bir özelliktir. Aksi halde, bu diller sadece kendi komutlarıyla bazı işlemleri yapamayabilirler. Bu sınırlamalardan kaynaklanan asıl problem, bu dillerin kuyruklar ve hizmet yerleri arasındaki işlemlerin gerçekleştirilmesinde ortaya çıkan zor anlaşılabilirlik ve belki de bundan kaynaklanan zorluklardır.

Sürece yönelik en eski dil GPSS'dir. Bu dil, ilk olarak 1960'ların başında geliştirilmiş olup, yıllar boyu yavaş yavaş karmaşık modellerin kurulmasına ilişkin gereksinimleri de karşılayacak şekilde gelişmiştir. Bu dili etkin bir şekilde kullanabilmek için kullanıcının yaklaşık 80 bloklu bir "iç işler" konusunu iyi bilmesi gereklidir. GPSS ile uzun yıllar çalışılmasına rağmen, bazı modellerde doğrulama açısından hâlâ garip zorluklar çıkabilmektedir. Örneğin, gereksinim duyulan sürekli dağılımlar yerine doğrusal ilişkiler kullanmak gibi. Bu dilin bazı yeni versiyonlarında bazı sürekli dağılımlar (örneğin üstel ve normal dağılımlar) için doğrudan elde edebilme olanağı sunulmuştur. Bununla birlikte, bilgisayarlardaki yüksek gelişme temposuna rağmen neden hâlâ bu tür zorlukların ortadan kaldırılmadığını da anlamak güçtür.

Sürece yönelik yeni bir simülasyon dili de SIMNET H'dir. Bu dil, karmaşık durumları doğrudan modellemek için uygun bir dildir. SIMNET H'de kaynak, kuyruk ve hizmet yeri olmak üzere üç düğüm vardır. Kaynak işleri yaratır, kuyruk işleri bekletir (gerekirse) ve hizmet yeri de işlem yapar. "Yedek" adını alan dördüncü bir düğüm daha vardır ki, bir hizmet sisteminin sonsuz kapasiteli

olduğu düşünöldüğünde dilin modelleme yeteneklerini artırmak üzere tasarlanmıştır.

Akış diyagram tabanlı diller, değişik bilgisayarlarda birçok versiyonu olarak mevcut olan GPSS (General Purpose Simulation System) dili ile temsil edilir. Kullanıcı sistemin dinamiklerini “İşlemler” olarak adlandırılan bir blok diyagramının akışı olarak görmesi zorunludur. İşlemler üretilir, blokların ağı yardımıyla bir parçayı takip eder ve çıkışta silinir. Bloklarda işlemler geciktirilebilmeli, çalıştırılabilmeli ve diğer bloklara geçebilmelidir. Bloklar, program içerisinde modelin etkinliklerini icra eden deyimlerle temsil edilirler.

Etkinlik tabanlı diller gelecekteki etkinliklerin kesin olarak listelenmesi esasına dayanmaz. Her etkinlik için kullanıcı etkinliğin hangi şartlar altında olduğunu tanımlar. Benzetim algoritması artış zamanını tekrarlayarak kontrol eder ve tüm etkinliklerin durumlarını test eder. Bu yaklaşımın dezavantajı, çok zaman harcanabilecek her adımda tüm durumların (hallerin) değerlendirilmesinin gerekmesidir. Diğer taraftan içerik olarak çok basittir ve genelde yüksek seviyeli diller kullanılarak kolayca uygulanabilir. Bu yaklaşıma uygun benzetim dilleri vardır ancak yaygın kullanılmamaktadır.

Olay tabanlı diller doğrudan listelemeye dayanır ve gelecekteki olayları iptal eder. Kullanıcı, görelî bağımsız olayların bir dizilimi olarak benzetilen sistemin dinamiklerini görmelidir. Her olay listelenmeli ve/veya diğer bir olayı iptal etmelidir. Sistem silsilesi listelenmiş olayların kayıtlarını tutmalıdır. Bu nedenle her olay zaman, olay tipi ve diğer kullanıcı verisi içeren olay bilgileri ile temsil edilir. Olay bilgileri, takvim olarak adlandırılan zamana bağılı olarak sıralandıkları listelerde saklanırlar. Bir olayın silsilesinin tamamlanması sonrasında, sistem takvimden en düşük zamanlı olay bilgilerini uzaklaştırır, modeli kendi zamanı içerisinde güncelleştirir ve haberleşme silsilesini başlatır. Bu durum takvim boşalıncaya kadar tekrarlanır ve diğer bir nedenle program durdurulur.

Listelemenin anlamı listeleme zamanında takvime olay bilgilerinin eklenmesi, iptal etme ise onları uzaklaştırması anlamındadır. Yaklaşım; olayların kesin olarak ifade edilmesine dayanıyorsa, kesikli olaylar benzetimi adını alır. Bazen bu durum kesikli

benzetim olarak genelleştirilir. Bu gruba giren dillere örnek olarak SIMSCRIPT verilebilir. SIMSCRIPT II.5 versiyonu işlem tabanlı benzetimi de desteklemektedir.

İşlem tabanlı diller olayların bağımsız olmaması gerçeğine dayanır. Bir olay diğer önceki bir olayın tipik bir silsilesidir. Diğer bir deyimle en yüksek hiyerarşik seviyede bir benzetim modelinin mevcudiyeti olarak, gözetlenecek olayların silsilesini tanımlamak genellikle mümkündür. Olayların silsilesi işlem olarak adlandırılır. Benzemeyen olayların işlemi zaman boyutuna sahiptir. Kuramsal sistemlere dayanan işlem gerçeğe çok yakındır. İşlem daima mevcut olan objeleri yapar ve paralel olarak biri birine mani olurlar. Sistem dinamiklerinin görünüşlerinin işlem yolunda bunlar çok normaldir. Çoğu kez bir işlem gerçek bir objenin bir etkinlik modelidir. İşlem tabanlı kesikli benzetimin, kesikli benzetim modelinin nasıl yaratılacağına en iyi yoludur. Bu grup dillerin temsilcisi MODSIM, SIMSCRIPT ve SIMULA dilinin sistem SIMULASYON kısmıdır.

2.5.3. Arena ile Benzetim

1950'lerde digital bilgisayarların ortaya çıkması ile karmaşık sistemlerin benzetimleri FORTRAN gibi genel amaçlı prosedürel dillerle yazılmaya başlandı. Listeleme işlemleri, benzetimsel olaylar ve istatistiksel veri toplama için alt rutinlerden oluşan standart destek paketleri yazıldı. Benzetimlerin genel amaçlı prosedürel dillerle yazılması, firmalara özel çözümler sunulmasını ve esnekliği sağladı. Bu dönemde benzetim çalışmalarını bilgisayar ortamına aktarmak genel amaçlı prosedürel dillerin kodlama zorluğundan dolayı bezdiriciydi ve bu nedenle hata payı yüksek uygulamalar mevcuttu.

Genel amaçlı programlama dillerinde yaşanan güçlükler nendiyle benzetim için GPSS, Sismscript SLAM ve SIMAN gibi özel amaçlı benzetim dilleri geliştirildi. Bu diller genel amaçlı programlama dillerine göre çok daha uygun bir yapı sağlamıştır. Kodlama yapılarak kullanılan bu tür benzetim dillerinin özelliklerinin öğrenilmesi de genel amaçlı programlama dilleri kadar zaman almaktaydı.

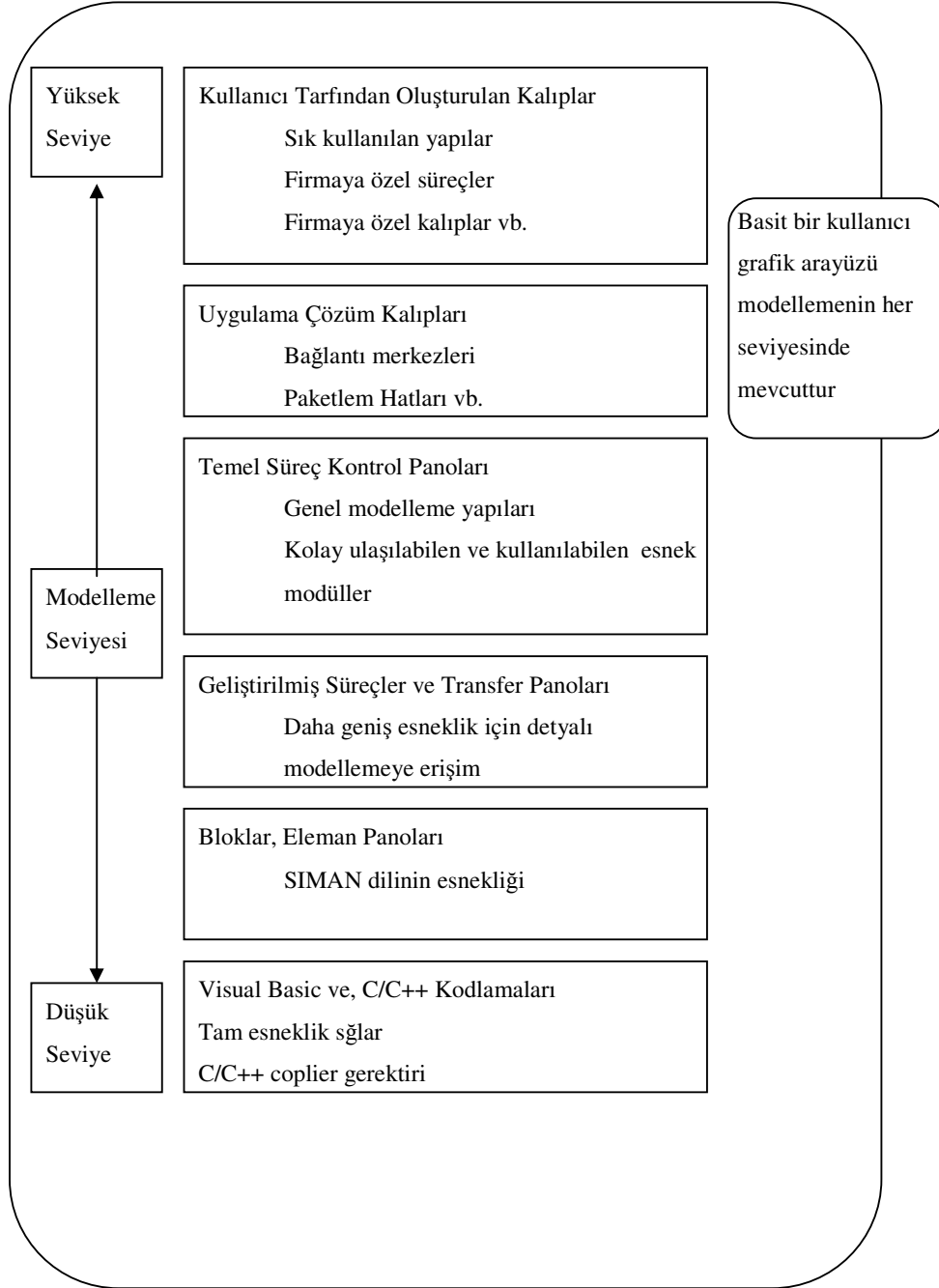
Özel amaçlı benzetim dillerinde yaşanan öğrenme ve kullanım zorlukları nedeniyle yüksek seviyeli benzetim dilleri ortaya çıktı. Bu tür programlar daha kullanıcı dostu arayüzleri ile, az kodlama yapılarak ya da hiç kodlama yapılmadan modelin

kurulumunu sağlıyorlar. Benzetim modeli grafikleri menüler ve dialog kutuları ile kullanıcı tarafından rahatlıkla oluşturulabiliyor. Kullanım kolaylıklarına rağmen çoğu yüksek seviyeli benzetim dilinin kullanım alanı kısıtlıdır. Genellikle üretim ve iletişim alanlarında kullanılabilmektedir. Her sistem için kullanılabilecek esnekliğe sahip değillerdir.

Arena aynı anda yüksek seviyeli benzetim dillerinin kolaylığı ile özel amaçlı benzetim dilleri (GPSS, Sismscript SLAM, SIMAN vb.) ve genel amaçlı prosedürel dillerin (MS Visual Basic, C) esnekliğini içerir. Arena sunduğu alternatif ve birbirinin yerine geçebilen grafiksel benzetim kalıpları ve analiz modülleri ile pek çok sistemin benzetiminin yapılmasını sağlayan esnek bir dildir [KeltonD].

Arena'nın hiyerarşik yapısında, herhangi bir sistemin modellenmesi sırasında düşük ve yüksek seviyeli benzetim dillerinin kullanımı mümkündür (Şekil 2,4)

Arena SIMAN benzetim dilini içerdіęi için yüksek seviyeli modüllerle oluşturulan modellere SIMAN yapılarıyla esneklik katılabilir. Karmaşık karar algoritmaları ve dış uygulamalardan verilere erişim gibi özel ihtiyaçlar için Visual Basic ya da C/C++ prosedürel programlama dilleri ile kullanıcı kendi modüllerini oluşturabilir ve Arena modeliyle bütünleştirebilir. Modele eklene düşük seviye veya yüksek seviyeli herhangi bir uygulama grafiksel arayüzle sağlanabilmektedir.



Şekil 2.4 : Arena'nın Hiyerarşik Yapısı

3. ÇAĞRI MERKEZLERİ

3.1. Tarihsel Gelişim

“Müşteri” kelimesinin anlamı, “pazarlık etmek zorunda olan özellikle de zor ve kabul etmeyen kişi”dir [1]. Birçok müşteri temsilcisi (agent) bu tanıma katılmakla beraber, ilginç bir not olarak 1960’lı yılların sonlarına kadar şirketler anonim anlamıyla müşteri şikayetlerini iletmek olan telefonu gerçek olarak resmileştirmemişlerdi. Daha sonra American Telephone & Telegraph (AT&T), şirketi multimilyar dolar endüstri yapan neydi sorusuna karşı, merkezileştirilmiş çağrı merkezini ilk olarak uygulayıp ücretsiz telefon desteği vererek bunun gerekli olduğunu diğer şirketlere gösterdi. Başta, birçok şirket bu kolaylıkları sınırlı teknolojik kapasite ile pahalı göz boyayıcı hileler olarak kavradı. Çağrı merkezi endüstrisi, daha küçük şetmelerinde daha düşük maliyetli çağrı merkezi talepleri ile, satış ve servis kondağında direkt nokta olabileceği potansiyelini kavradı. Daha sonra şirketler, ücretsiz tüketici hatları ile müşteri hizmetleri kavramlarını kabul etti. Daha sonra 70’li yıllarda otomatik çağrı dağıtımı (ACD) gibi teknolojik sistemler ile, çağrı merkezlerinin ünü artarak müşteri hizmetlerinde yetenekli araç olarak benimsendi.

Bugün çağrı merkezi müşteri temsilcileri birçok görevi bir arada üstlenerek aynı anda inbound (gelen) çağrıyı karşılayabildiği gibi outbound (dış) arama yaparak telemarketing yapabilmektedir (bu sürece çağrı harmanı (blend) denmektedir). Müşteri temasları satış öncesi destek, mağaza bilgileri sorgulama, sipariş süreç yönetimi, genel sorgulama, hesap detayları, faturalama, şikayet karşılamayı kapsayan teknik destek ve pazardan veri toplayan anlayışı da içermektedir. Çağrı merkezlerindeki bu fonksiyonların bitmesi, çağrı merkezi ile şirketin kalıcılığı arasındaki kritik nokta haline gelecektir.

Müşteri bilgilerinin çağrı merkezi ile kolaylıkla toplanması ve toplanan verilerin “veri ambarı pazarlaması (database marketing)” olarak benimsenmesi doğrultusunda

şirketler bu veri ambarlarını pazar analizi sırasında müşteri ihtiyaç ve beklentilerini anlamak için kullanmaktadır.

Ücretsiz tüketici hatları Amerika'da çok kullanılan bir sistem olması nedeniyle bir rekabet aracı olarak görülmemektedir. Müşteriler, ücretsiz tüketici hatlarını sadece ürün üzerinde bulunan bir taahhüt olarak değil, aynı zamanda bir mal olarak kabul etmekte. Sonuç olarak, uzun süre hatta bekleme ya da yetersiz çağrı cevaplama müşteri hoşgörüsünü bir anda düşürecektir. Bu sebeple şirketler, müşteri taleplerini karşılamak için otomatik numara tanıma (ANI), aranan numarayı tanıma (DNIS), interaktif sesli yanıtlama (IVR) ve bilgisayar-telefon entegrasyonu (CTI) gibi çağrı merkezlerinde uygulanan özel araçları geliştirmek için finansman sağlamalıdır. Bu gibi yatırım gerektiren yenilikler nedeniyle, şirketler yatırım geri dönüşün hızlı sağlanması için müşteri temsilcisi sayısını azaltma yoluna gitmektedirler [1].

Çağrı merkezleri çok yönlü araçlardır. Çağrı merkezleri; satış, servis ve teknik destek sağlayabileceği gibi mevcut ve potansiyel müşterilere sadece bilgi desteği de verebilir. Müşteriler çağrı merkezleri sayesinde şirketi; taşıyıcı, verimli, bilgilendiren ve eğlendiren olarak hissedebilir[4].

Müşterilerin, telefonla ilettikleri sorulara ve şikayetlere alacakları yanıtların ne kadar yeterli ve ne kadar hızlı olacağı konusunda giderek artan yüksek beklentileri var. 1997 yılında Amerikan Online şirketi, abonelerin bağlanamama ve yardım almak için hizmet sunucuya erişememe sorunuyla karşılaştığı zaman yaşadıkları deneyimleri ile ilgili kulaktan kulağa dolaşan çok kötü söylentilerin kurbanı oldu. Bilgisayar ve yazılım şirketleri ürünlerini satmakta iyiler, fakat iş yeterli müşteri destek hizmeti vermeye ve satın alan kimselerin aldıkları yüksek teknoloji ürünleri konusunda sordukları yığınla soruyu yanıtlamaya gelince, oldukça başarısız sayılırlar [6].

Rekabet ortamında hizmet ya da ürün satışından sonra destek hizmetleri farklılaşmanın en önemli faktörüdür. Günümüzde azalan kaynak havuzunda çağdaş müşteri hizmetleri organizasyonları, müşteri geri dönüş veri havuzu oluşturarak müşteri sadakati yaratmanın ve korumanın yollarını aramaktalar. Şirketler azalan işgücüyle müşteri destek birimini tutarak temel düzeyde kısa dönemli maliyet azaltıcı daha verimli teknolojiler kullanmaktadır.

Müşteri hizmetleri günümüzde oluşabilecek bir durum karşısında hızlı ve sürekli değişimlerde sarf edeceği çabasını şirketin mevcut imkanları ve modern teknolojinin sınırları içinde şekillenerek ortaya koymayı garanti eder. Bilişim ve telekomünikasyon alanındaki gelişmeler, rekabet ortamında daha verimli teknolojiler kullanarak daha hızlı ve verimli bir şekilde müşteri soru ve şikayetlerini karşılanmasını, kişiler aracılığıyla yapılan işlemlerin bilgisayarlara aktararak (geliştirilmiş interaktif ses cevaplama ya da web kontakt) bilgisayar üzerinden yapılmasını ve ayrıca pazarlamanın arka tarafında anlamlı veri toplanmasını sağlayacaktır. Bu teknolojik avantajların kritik noktası, kullanıcının bilgiye hızlı erişmesi için yetkilendirilmesidir. Şu anda çoğu gelişmiş ve pahalı teknoloji uygun olmayan süreçler sağlayabilir. Online müşteri hizmetlerinde çağdaş imkanlardan yararlanabilmek için devamlı gelişen bir sürece, entegre sistem dizaynına ve özenle kurgulanmış içerik alyapısına ihtiyaç duyulur.

İş başarısını müşteri hizmetlerine odaklamış bir şirketin, müşterisini göz önüne alarak müşterilerin ihtiyaç duyduğu beklentiyi karşılayacak kaynakları üretilip ve devam ettirecek uygun bir ortam yaratmalıdır. Örneğin; kurumsal yazılım üreten bir firma, müşterisinin müşteri hizmetleri temsilcisine bağlanmak için sırada beklemesinden web üzerinden öncelikli müşteri hizmetleri sağlayarak 25-40 yaşları arasında, veri ambarındaki dosyalara direkt girme ve erişme yetkisi olan profesyonel destek yapısı kurmalıdır. Küçük eşya üreticisi bir şirketin müşteri hizmetleri ise, alternatif bir kanal düşünmeden sadece telefonda gelecek müşteri şikayetleri ve ürün iadeleri için nazik müşteri temsilcileri konumlandırarak kızgın müşteriyi sakinleştirmesi yeterli olabilir [1].

3.2. Çağrı Merkezinin Tanımı

“Çağrı Merkezi”, e-ticaret arenasındaki son moda terimlerden birisidir. Basit olarak bir çağrı merkezi; telefon, internet (e-mail, online chat), fax ve posta gibi çeşitli müşteri temas kanallarını içeren bir odak noktasıdır. Bir çağrı merkezi, müşteri temsilcilerinin satış, müşteri hizmetleri, pazarlama, tele-pazarlama, veri toplama ve diğer fonksiyonları ele aldıkları hem içe hem de dışa bağlı hizmet tabanlı bir ortamdır [7].

Çağrı Merkezi, müşteri ya da bayileri ile öncelikle telefon ile kontakt kuran bir iş kolu ya da grubudur [8].

Diğer bir tanıma göre çağrı merkezi, kurumun kendisiyle temas etmesini istediği tüm tarafların (müşteriler, tedarikçiler, bayiler vs.) başta telefon olmak üzere diğer tüm temas biçimlerini (web, faks, e-mail vs.) kullanarak etkileşim içinde olmasını sağlayan “iletişim merkezlerine” verilen addır [9].

Çağrı merkezi; müşteriye ve şirkete değer yaratmak amacı ile şirket kaynaklarının ve farklı iletişim kanallarının etkili bir şekilde entegre edildiği, insanlardan, süreçlerden, teknolojilerden ve stratejilerden oluşan koordineli bir sistemdir [11].

Tüm bu çağrı merkezi tanımlarını toparlayarak genel bir tanım yaparsak çağrı merkezi; işletmenin başta müşteriler olmak üzere bayi ve tedarikçilerin telefon, faks ya da email gibi farklı kanalları kullanarak iletişim kurduğu, kurulan bu iletişimde katma değer yaratan işlemlerin (telesatış, veri toplama vs.) de gerçekleştiği çalışan, süreç, teknoloji ve stratejiden oluşan çift taraflı bir etkileşim merkezidir.

3.3. Çağrı Merkezi Dinamikleri

Çağrı merkezleri hepimizin özünde olan çok temel bir ihtiyaca cevap vermektedir; o da iletişim kurmaktır. İnsanlar muhtemelen var olduklarından beri birbirleri ile iletişim kurmaktalar. Çağrı merkezlerinin yarattığı en önemli fayda, işletme ve müşteri arasındaki bu iletişimi kolay ve formel bir hale getirmek olmuştur. İlk çağrı merkezlerinin en fazla 40 yıl öncesinde kuruldukları düşünülürse müşteriler çağrı merkezlerinin varolmalarından çok daha önceleri de şirketler ile çeşitli şekillerde iletişim kurmaktaydılar. Ancak bugün çağrı merkezlerinin müşterilere sunduğu en önemli özellik hız ve rahattır. Elektronik çağın nimetlerini de kullanarak müşteriler bugün kurumlarla farklı şekillerde iletişime geçmekte ama en önemlisi bunu rahatça, kolayca ve istedikleri zaman yapmaktadırlar.

Farklı iletişim kanallarını bir merkezde toplayarak belirli kalite kontrollerinden ve filtrelerden geçirerek müşterilere sunmak fikri doğrudur ve bu anlamda da çağrı merkezlerinin bu kadar büyük bir gelişme içinde olması geçici bir trend olarak düşünülemez. Çağrı merkezlerinin zaman içinde değişim gösterdiği doğrudur;

birçoğu bugün telefon haricinde farklı kanalları da bünyesine entegre etmekte, fax, e-mail gibi daha hızlı ve kolay kullanımlı altyapılara (voice over IP, web bazlı çağrı merkezleri gibi) ve otomasyona (ASR-Automatic Speech Recognition gibi) geçmektedir ve değişim gelecekte de hiç durmadan devam edecek ve gelişecektir. Yine de özünde yapılan iş aynı kalacaktır: müşteri ihtiyaçlarını müşterinin istediği zamanda ve kolayca ele alarak onu mutlu etmeye çalışmak.

Çağrı merkezlerinin müşteri ilişkileri yönetimi ve şirketler için yararlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz [9].

- Organizasyon ile müşteriler arasında köprü oluşturur.
- Müşteri sadakatinin artmasına etki eder.
- İletişimin kontrollü ve kaliteli kurulmasını sağlar.
- Düzenli ve sürekli veri akışına olanak sağlar.
- Pazarlama faaliyetlerinin etkinleşmesine olanak tanır.
- Ürün ve hizmet iyileştirmeleri için geri besleme sağlar.
- Maliyetlere olumlu etki ederek, verimlilik artışına neden olur.
- Self-servis hizmetlerinin kullanılmasına destek verir.
- Gelir yaratır (üst satış-çapraz satış gibi).
- Müşteri memnuniyetini artırır.
- Şirket imajına olumlu katkıda bulunur.

Çağrı merkezlerinin işletmeye getireceği birçok somut yararlardan bazıları aşağıdaki gibidir [12].

Müşteri Memnuniyeti: Şirketlerle iletişimlerini istedikleri kanaldan ve istedikleri zamanda, kaliteli bir biçimde sağlayabilen müşterilerin memnuniyetleri, bunu gerçekleştiremedikleri duruma göre daha fazla olacağını düşünmek yanlış olmaz. Çağrı merkezleri bu amaca hizmet ederek, müşteri sadakatinin oluşmasına etki eder

ve katkıda bulunmaktadır. Buna rağmen çağrı merkezi bir araçtır; esas olan şirketin genel müşteri yönetimi vizyonu, müşteri hizmetleri anlayışı ve bu anlayışı uygulama yöntemleridir. Uygulamadaki zaafılar ve anlayıştaki eksiklikler, çağrı merkezi olan bir şirketi olmayan bir diğerine göre başarılı kılmayacaktır.

İletişim Kontrolü: Kurumlarda yer alan farklı kişilerin, kanalların ve birimlerin belirli bir zaman içinde müşteriyi gerçekleştirdiği iletişimin boyutu düşünüldüğünde ve bu iletişimin/müşterinin değerinin önemi göz önüne alındığında, iletişimi kontrollü ve kaliteli yapmanın önemi ortaya çıkmaktadır. Çağrı merkezleri, müşteri temasını bir anlamda kısıtlandırarak ve merkezileştirerek müşteri ilişkisi yönetiminin sağlıklı yapılmasına olanak vermektedir. Eğitimli ve bilgili çalışanlar tarafından ele alınan kontrollü ve kaliteli temas, müşteri sadakatine olumlu etki edecektir.

Sonuç Odaklı Pazarlama: İletişimin bir havuzda toplanması, şirketler açısından hayati önem taşıyan müşteri bilgisinin de bu havuzda toplanmasını kolaylaştıracaktır. Müşteri bilgisi, tercihi, demografisi ve şirket için önemli olan veya olmayan tüm bilgiler sürekli ve düzenli olarak birçok kanalla bu merkeze aktarılmaktadır. Önemli olan ise bu bilgilerin ortak bir veri tabanında toplanarak şirket ve müşteri yararına kullanabilmesidir ki; bu basit gözükmesine rağmen bugün için birçok şirketin uğraşısıdır. Etkin bir şekilde elde edilen potansiyel ve gerçek müşteri bilgileri, daha sonuç odaklı birebir pazarlama faaliyetlerinde kullanılabilir.

Verimlilik Artışı: Boyutu ne olursa olsun, çağrı merkezi kurmanın yoğun bir teknoloji ve insan yatırımı gerektireceği açıktır. Süreçlerin entegrasyonunun, öğrenme ile geçirilen zamanın, olası hataların ve ilave iletişim de maliyeti düşünüldüğünde, çağrı merkezi kurmak ve işletmek kayda değer kaynak ihtiyacı gerektirecektir. Buna rağmen, yüz yüze temas biçimiyle karşılaştırıldığında çağrı merkezlerince yönetilen temas biçimlerinin maliyeti çok daha düşüktür ve bu da şirkete orta ve uzun vadede kazanç getirmektedir. Örnek olarak; bir telefon çağrısı ortalama \$5.50 iken, IVR (İnteraktif Sesli Yanıtlama) ile temas \$0.45, web self servis hizmeti \$0.24 ve e-mail teması \$5.00'a mal olmaktadır [14]. Otomasyon sayesinde müşteriler ile gerçekleştirilen temaslar çok daha etkin ve verimli hale gelmektedir. Örneğin; ABD merkezli bir aracı kurum olan Charles Schwab, ASR (Otomatik Ses Tanıma) sistemi ile yılda yaklaşık 1.2 milyon çağrı almakta ve bu kanal sayesinde çağrı başına maliyeti 4-5 dolardan 1 dolara indirebilmektedir [15].

Öte yandan şirket içinde dağıtık (ve çoğunlukla da dağınık) bir düzende idare edilmeye çalışılan müşteri yönetimine göre çağrı merkezleri, verimli birer kanaldır. Yapılan diğer bir araştırmaya göre, şirketlerin %65'nin gerçekleştirdikleri müşteri ilişkileri yönetimi yatırımlarının geriye dönüşünün etkisini bilmediklerini ortaya koymuştur [16]. Şirketlerin çoğunluğunu yatırımın geri dönüş etkisini bilmemelerine rağmen gerçekleştirilen yatırımın geriye dönüşü; ACD'ye yapılan yatırım 18 ile 48 ay arasında, IVR'a yapılan yatırım 3 ile 18 ay arasında ve CTI'a yapılan yatırım 6 ile 36 ay arasında geriye dönmektedir [17]. Çağrı merkezlerine yapılan yatırımın geri dönüşü, diğer birçok alanda yapılan yatırıma göre hızlıdır.

Kalite ve İyileştirme: Çağrı merkezi şirketlerin dış dünyaya açılan penceresi ve kulağıdır. Müşteriler, çağrı merkezlerine şirket hakkında birçok geri bildirimde bulunmaktadırlar. Çağrı merkezleri, bu geri bildirimleri toplayarak sunulan ürün ve hizmetin iyileştirmesinde kullanılması için büyük bir fırsat olarak ortaya çıkmaktadır. Bu anlamda çağrı merkezlerinin misyonu, gelir getirme veya müşteri hizmeti sağlamanın ötesine geçmektedir. Müşterilerinin söylediklerini dinlemek isteyen şirketler için çağrı merkezleri en önemli kaynaktır ve müşterilerin ilettikleri kalitenin iyileştirilmesinde kullanılabilir. Öte yandan müşteri temaslarının gün geçtikçe self-servis (IVR, web gibi) kullanımına kaymasına rağmen insanın insanla olan iletişimi muhtemelen daha uzun yıllar devam edecek olup çağrı merkezleri, bu tür self-servis hizmetlerinin kullanımını arttıran ve onları destekleyen bir unsur olmaya devam edecektir.

Gelir Artışı: Şüphesiz çağrı merkezlerinin en önemli yararlarından birisi de telefonla satış ve pazarlama imkanlarının değerlendirilmesidir. Müşteri segmentasyonu sonucunda gerçekleştirilen telefonla satış, şirketlere yüz yüze satışa göre hem bir alternatif oluşturmakta, hem de maliyet açısından avantaj sağlamaktadır. Çağrı merkezleri, şirketlerin gelirlerine pozitif etki etmek için de gün geçtikçe artan bir oranda kullanılmalarına rağmen, kurumların sadece %32'si [16] çağrı merkezlerinin kara katkıda bulunmasını beklemekte, %61'i [17] ise çağrı merkezlerini bir gider merkezi olarak görmektedir. Bu anlamda gidilecek oldukça önemli bir mesafe olduğu açıktır. Öte yandan, aktif olarak satış faaliyeti yürüten çağrı merkezleri de, ölçülmesi nispeten zor olsa da müşteri sadakatini sağlayarak karlılığa olumlu etki etmektedir.

3.4. Çağrı Merkezlerinin Teknik Altyapı Özellikleri

Dünyada uygulanan birçok teknoloji, müşteri etkileşiminde önemli rol üstlenmektedir. Otomatik çağrı dağıtımı (ACD) sistemleri ile uygulanan interaktif sesli yanıtlayma (IVR), sesli mesaj, fax, çağrı yönetim sistemleri, işgücü yönetim araçları, bilgisayar-telefon entegrasyonu (CTI), otomatik ses tanıma sistemleri (ASR), otomatik numara tanıma (ANI) ve aranan numarayı tanıma (DNIS) gibi teknolojik araçlar birçok çağrı merkezi tarafından kullanılmaktadır. Bu gibi araçlar müşteri çağrısının hızlı cevaplanması, müşteriye tanıma, çağrıyı yönlendirme, müşterinin talebinin alınması ya da probleminin gecikmeden cevaplanması gibi geleneksel durumlarda değişkenlik göstererek kullanılmaktadır.

Çağrı yönetim sistemleri, çağrı merkezi operasyonları için değerlendirilmekte olup ortalama çağrı cevaplama süresi, gelen çağrı sayısı, kaçan (abandoned) çağrı sayısı, ortalama konuşma süresi, ortalama çağrı sonrası çalışma süresi (call work), çağrı harici yapılan çalışma süresi, ortalama hazır müşteri temsilcisi (availability) oranı gibi oranları hesaplamak için kullanılmaktadır. Otomatik çağrı dağıtım sistemleri, öngörülen hatta bekleme süresini hesaplayarak müşterinin ortalama kaç dakika sonra müşteri temsilcisine bağlanacağını müşteriye bildirme özelliğine de sahiptir. Bilgi göstergeleri, müşterilerin nereden (sabit hat, cep telefonu, hapishane v.s) aradığını tanıyarak çağrıyı tanımlanan önceliğe göre yönlendirir. Otomatik numara tanımlama sistemi, bilgisayara-telefon entegrasyonu sistemi ile beraber çalışarak müşteri temsilcisinin arayan müşteriye anında tanınmasında kullanılabilir.

Tüm bu teknolojileri göz ardı ettiğimizde ana süreci uygulayacak insan faktörüne her zaman ihtiyaç duyulmaktadır. Yetkinlik bazlı yönlendirme sisteminde ise dikkatli gözlem ve değerlendirme gerektirmektedir [1].

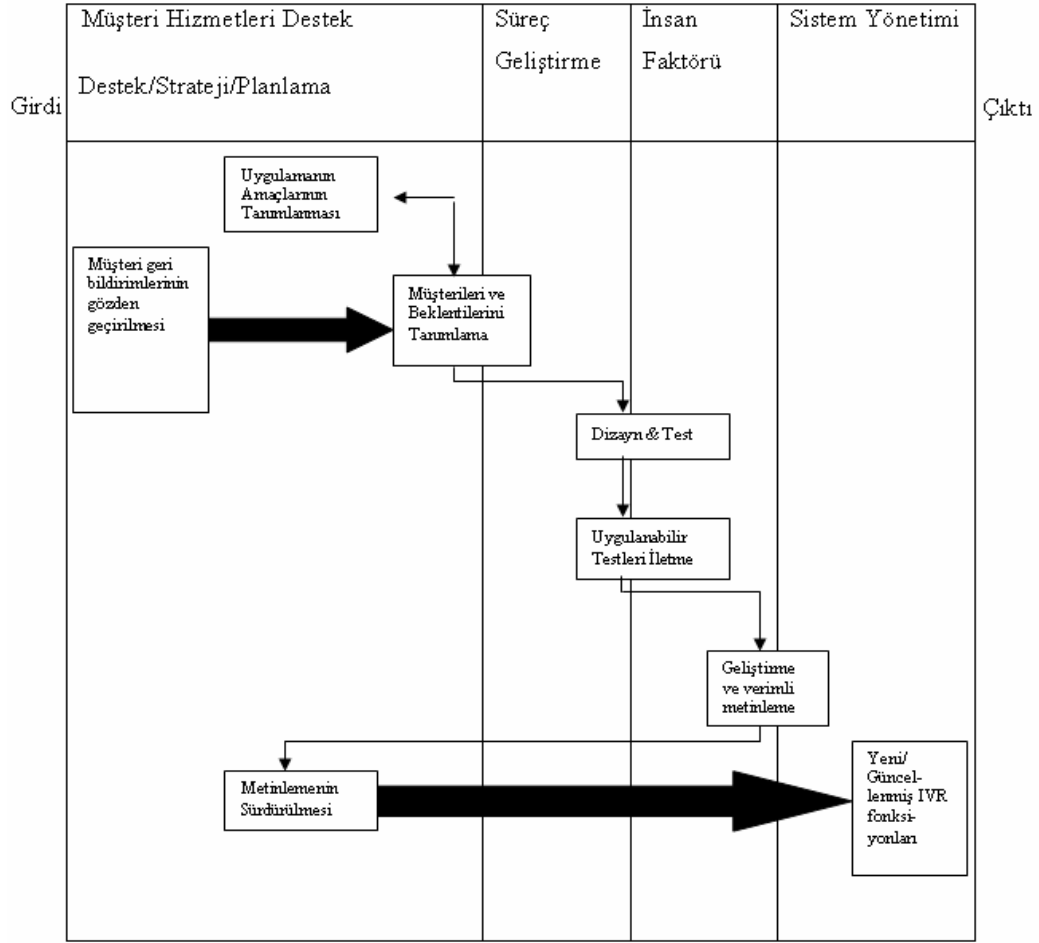
Yukarıda bahsettiğimiz teknolojik altyapı sistemleri, çağrı merkezlerinde daha etkin ve verimli süreçler uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Günümüzde çağrı merkezlerinde kullanılan teknik altyapıların başlıcaları; interaktif sesli yanıtlayma (IVR: Interactive Voice Recognition), bilgisayar-telefon entegrasyonu (CTI: Computer Telephone Integration), otomatik çağrı dağıtımı (ACD: Automatic Call Distribution), otomatik ses tanıma (ASR: Automatic Speech Recognition) ve

otomatik numara tanıma (ANI: Automatic Number Identifier)'dır. Bu bölümde, kullanılan altyapı sistemlerinin her biri tek tek incelenmiştir.

3.4.1. İnteraktif Sesli Yanıtlama Sistemi

İnteraktif sesli yanıtlama (IVR: Interactive Voice Recognition) ve metinleme (scripting) çağrı merkezlerinde en çok kullanılan yöntemlerden biridir. İnteraktif sesli yanıtlama sistemleri, ücretsiz telefon hatlarının kullanılmaya başlamasından sonra en can sıkıcı uygulamalardan biri haline gelmiştir. Bazı müşteriler interaktif sesli yanıtlama sistemlerini, insansız ve zaman harcayıcı uygulamalar olup problemi çözecek müşteri temsilcisine ulaşmayı engelleyen sistemler olarak düşünmektedir. Karışık menü seçenekleri, nazik bir ses tonu ile kayıt edilmiş ürün tanıtım metinleri müşteriyi hoşnutsuz edebilir. Bu sebeple, IVR metinlemeleri çağrı yönetim sistemlerinde dikkatle uygulanması gereken önemli özelliklerden biridir.

IVR uygulamalarını, müşteri hizmetleri yönetiminin işin amacını ve müşteri beklentilerini iyi anlayarak dikkatle uygulaması gerekmektedir. Amaç eğer gelen kuyruktaki çağrıları %33 oranında azaltmak ise, yönetim en iyi IVR çözümünü bularak her 3 çağrıdan 1'ini verimli ve hızlı bir şekilde IVR'da yönetmesi gereklidir.



Şekil 3.1 : İnteraktif Sesli Yanıtlama Stratejisi ve Sürdürülmesi

IVR metin yazılarının müşteri tarafından kolayca anlaşılabilir olması gereklidir. Ayrıca metni okuyan kişilerin sesleri çoğu zaman doğal olmayan son derece yapay bir ses olarak kulağa gelmektedir. Birçok şirket tonlama ve diksiyon açısından özel olarak yetiştirilmiş metin okuyucuları kullanarak müşterideki algıyı yönetmeye çalışmaktadır. Metinler, her ne kadar profesyonel kişiler tarafından okunsa da müşteri hatta beklerken aynı anons düzinelerce kez müşteriye tekrarlanmaktadır. Bu gibi durumlarda erkek ya da kadın metin okuyucuları tarafından farklı metinler devreye alınarak, metinlerin daha canayakın olması sağlanmaya çalışılmaktadır. Bazı IVR sistemleri, arayan numarayı tanıyan sistemlerle bilgisayar-telefon entegrasyonu sağlayarak müşteriye özel IVR menüsü hazırlamakta ve böylelikle müşterinin kullanım alışkanlıklarına özel bir IVR sunabilmektedir.

3.4.2. Bilgisayar Telefon Entegrasyonu

Bilgisayar-Telefon Entegrasyonu (CTI) uygulamaları hızlı bir şekilde müşteri bilgilerine ulaşarak doğru çağrının doğru müşteri temsilcisine düşmesini sağlayan bir sistemdir. CTI uygulaması, gelen çağrı müşteri temsilcisine yönlendirilirken, çağrı ile beraber müşteri bilgilerinin de müşteri temsilcisinin ekranında çağrı ile aynı anda düşmesini sağlayan bir sistemdir. Daha önce bu uygulama çok yüksek maliyetlerle yapılmışken şimdi ise yazılım paketleri ile çok daha ucuz maliyetlerle yapılabilmektedir.

CTI uygulamalarının bugün en popülerleri “ekran pop-up” olarak bilinen, gelen çağrının müşteri verilerini içererek koordine olmasıdır. Bu uygulama, gelen çağrının otomatik numara tanıma (ANI) sistemi ile tanımlanmasının ardından müşteri veri ambarında aranarak eşleştirilmesi işlemidir. Gelen çağrı numarasının müşteri veri ambarında bulunması durumunda ise gelen çağrı, müşteri verileri ile simultane olarak müşteri temsilcisi ekranına otomatik düşmektedir. Bu sistem genelde müşterilerin aynı numaradan aradıkları durumlarda verimli olarak kullanılmaktadır (gsm çağrı merkezleri gibi).

Diğer bir popüler CTI uygulaması ise belirli kriterlere uyan çağrıların belirli müşteri temsilcisi gruplarına ya da müşteri temsilcisine otomatik aktarılmasıdır. Akıllı çağrı yönlendirme sistemlerinde kullanılan diğer bir uygulama da, müşterinin istediği ya da daha önce görüştüğü müşteri temsilcisi ile tekrar görüşmesinin sağlanmasıdır. Bu uygulama ayrıca müşterinin görüşmek istediği müşteri temsilcisinin meşgul olması durumunda ise müşteri mesaj bırakarak ilgili müşteri temsilcisinin işi bittikten sonra müşteriye dış arama yapma olanağı sunmaktadır. CTI sistemi aynı zamanda işgücü yönetim sistemine de yardımcı olarak doğru müşteri temsilcisinin doğru çağrı için hazır beklemesine olanak tanımaktadır. CTI sistemi aynı zamanda çağrıları otomatik transfer ederek müşterinin talep ya da şikayetini defalarca anlatmasını da engellemektedir.

Yönetmelik tercihlerin yanı sıra CTI sistemlerinde, ağ sistemleri ile müşteri etkileşimi kurarak (hatta 30 saniye bekleddikten sonra kaçan çağrıların numaraları gibi) interaktif sesli yanıtlama sistemi ya da sesli mesaj bırakma sistemleri devreye alınabilmektedir. Ek olarak evden çalışan müşteri temsilcileri (home agent), veri

uygulamasına güvenli bir şekilde uzaktan giriş yapılabilmesi sayesinde CTI sistemlerinden yararlanabilmektedir.

Telefon fonksiyonlarının müşteri temsilcilerinin masaüstlerine direkt entegre olması ile müşteri temsilcileri farenin bir tuşuna basarak çağrıyı karşılayabilmekte, günlük operasyon değerlerini ya da bir önceki günün operasyon değerlerini görebilmektedir. Bu da müşteri temsilcilerinin bilgisayarları ile kolaylıkla sisteme entegre olmasını sağlamaktadır.

Her yeni entegrasyon çabası, CTI sistemine uygulanması açısından daha büyük ve devamlı süre gelen geliştirmelere ihtiyaç duyacaktır. Bu sebeple sistemin sürekli hayatta kalmasını sağlamak için bütçe ve kaynak gerekecektir.

3.4.3. Otomatik Çağrı Dağıtımı

Otomatik Çağrı Dağıtımı (ACD), son 25 yılda geliştirilen ve çağrı merkezlerinde gelen çağrıların cevaplanmasında kullanılan yüksek özelliklere sahip sistemlerdir. İnteraktif sesli yanıtlama, otomatik çağrı tanıma, bilgisayar-telefon entegrasyonu gibi sistemlerin maliyet azaltıcı ve verimli çağrı cevaplama araçları olarak görülmesinden sonra stratejik önemi daha da artmıştır. ACD sistemleri sadece gelen çağrıyı hatta bekletme ve daha kalifiye müşteri temsilcisine aktarma özelliklerine sahip olmayıp arayan numarayı tanımlama, ek veri toplama, metin okuma, veri yönetimi sistemleri için kritik bilgileri toplama ve çağrı merkezi operasyonlarını kontrol etme gibi özelliklere de sahiptir. ACD sistemlerinin bazı özellikleri;

Çağrıda Araya Girme: Müşteri temsilcisi başka müşteri ile görüşürken ya da meşgul iken önemli çağrıyı öne alma.

Çağrı Taşıma: Özelleştirilmiş çağrı cevaplama, gelen çağrıyı anons ya da müzik ile karşılama ya da bekleyen çağrının uzunluğuna göre ya da günün farklı saatlerine göre farklı yönlendirme.

Çağrı Merkezi Ağ Sistemleri: Arayan numaraya göre yönlendirme, hatta bekleme süresi ya da hatta boş bekleyen müşteri temsilcisi sayısı bilgisinin ölçülmesi.

ISDN (Entegre Dijital Ağ Sistem Servisleri): Müşteri tanıma, arayan numarayı tanıma ve tanımlanmış müşteri temsilcileri kullanıcı numaralarına otomatik yönlendirme.

Uzaktan Erişim: Müşteri temsilcilerinin uyduyu kullanarak ISDN hatları üzerinden evden çalışmalarına olanak tanıma ve çağrı merkezi yöneticilerinin müşteri temsilcilerinin performanslarını gözlemleyebilme imkanı.

Sesli Mesaj: Müşterinin, müşteri temsilcisini beklemeden mesaj bırakabilmesi

Verimlilik Ölçümleme: Müşteri temsilcilerinin anlık çağrı merkezi istatistiklerini bilgisayar ekranlarında görebilmesi.

Yetkinlik Bazlı Yönlendirme: Müşteri temsilcilerinin yetkinliklerine göre belirli çağrı tiplerini cevaplaması [1].

ACD sistemlerinden alınan raporların bazıları; gelen çağrılar, cevaplanan çağrılar, kaçan çağrılar, servis seviyesi, konuşma süresi, çağrı sonrası iş süresi, çağrı cevaplama süresi, ortalama cevaplama süresi, hat kullanım kapasitesi oranlarıdır [18].

3.4.4. Otomatik Ses Tanıma Sistemi

Çağrı merkezlerinde kullanılan diğer bir teknoloji Otomatik Ses Tanıma Sistemi (ASR)'dir. Özellikle son yıllarda çağrı merkezlerinde dikkati çeken bu sistem, IVR sistemleri ile entegre olarak kullanılmakta olup çağrı merkezini arayan müşterilere büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Datamonitor'un yaptığı araştırmaya göre otomatik ses tanıma sistemleri çağrı merkezlerinde kullanılan teknolojik sistemler sıralamasında en son sırada yer almaktadır [16]. Bunun temel nedeni, otomatik ses tanıma sistemlerin devreye alınması için gereken büyük altyapı maliyetleridir. Otomatik Ses Tanıma Sistemleri, IVR yapısı karışık olan ve bir çok menüyü içinde barındıran sistemler için özellikle çok verimli bir şekilde kullanılmaktadır. Günümüzde IVR sistemleri çağrı merkezlerinde kullanılan vazgeçilmez sistemler olmasına rağmen çağrı merkezini arayan birçok müşteri tarafından çok karışık ve yapay gelmektedir. İhtiyacı olan menüyü bulmak için birçok farklı menüyü dinlemek zorunda olan ve farklı tuşlara basmak zorunda kalan müşteriler için IVR sistemleri

kimi zaman kolay olmaktan çok, zor sistemler olarak algılanmaktadır. Otomatik ses tanıma sistemi, arayan müşterinin söylediği kelimeyi algılayarak müşterinin ulaşmak istediği menüyü otomatik getirip müşterinin son derece verimli, kolay ve hızlı bir şekilde istediği bilgiye ulaşması sağlayabilmektedir. Özellikle bankalar gibi IVR üzerinden birçok işlemin yapılabildiği sistemlerde, otomatik ses tanıma sisteminin müşteriler tarafından son derece verimli ve kolay kullanılması söz konusudur. Örneğin, bir bankayı arayan ve bankanın o anki efektif dolar satış kurunu öğrenmek isteyen müşterinin IVR menüleri içinde dolaşımtansa önce “dolar” daha sonra ”satış“ diyerek anlık dolar kurunu öğrenmesi mümkün olabilmektedir.

Günümüzde yavaş da olsa birçok şirket tarafından kullanılmaya başlanan otomatik ses tanıma sistemlerinin önümüzdeki dönemlerde çağrı merkezlerinde daha fazla kullanılacağı kuşkusuzdur. Şu anki duruma baktığımızda şirketlerin önündeki en büyük engel, fazla olan altyapı maliyetleridir. Teknolojinin günden güne gelişmesi ile otomatik ses tanıma sistemleri (ASR), çağrı merkezlerinin vazgeçilmez unsuru olacaktır.

3.4.5. Otomatik Numara Tanıma Sistemi

Otomatik Numara Tanıma (ANI) sistemi müşterinin aradığı numarasının tespit edilmesi ve çağrının müşteri temsilcisine bağlanırken müşterinin hangi numaradan aradığının sistemde gözükmemesini sağlamaktadır. Müşterinin aradığı telefon numarasının gözükmemesi sayesinde müşteri temsilcisi, müşteriyle görüşmeye başlamadan önce müşteri bilgilerini mevcut veri ambarından sorgulayabilmesine olanak vermekte; böylelikle müşteri temsilcisinin hangi müşteri ile görüştüğü çağrının başında bilmesine olanak sağlamaktadır. Bu uygulamanın en önemli faydası, müşteri temsilcilerinin müşteriyi tanımak için zaman kaybetmemesinden doğan ortalama konuşma süresinin azalması, müşteri temsilcisinin görüşmeye daha hazırlıklı başlaması ya da bazı uygulamalarda müşteri temsilcisine bağlanmasını beklemeden telefonu kapatan (kaçan) çağrılarda müşterilere aradığı numaradan müşterinin geri aranmasına yardımcı olmasıdır. Otomatik Numara Tanıma uygulaması, bilgisayar-telefon entegrasyon (CTI) uygulaması ile entegre edilerek aynı zamanda arayan numaranın veri ambarından otomatik sorgulanarak müşteri temsilcisine bağlandığı anda müşteri bilgilerinin çağrı ile eş zamanlı olarak müşteri temsilcisinin bilgisayar ekranına düşmesini sağlamaktadır.

3.5. Çağrı Merkezlerinde Performans Hedefleri

Çağrı Merkezi Yönetimi, gelen çağrı yükünün doğru bir şekilde öngörerek, doğru zamanda, doğru yerde, doğru sayıda işgücünün ve destekleyici kaynağın bulunmasının sağlanması suretiyle önceden belirlenmiş hizmet seviye ve kalite hedeflerine ulaşılması sanatıdır [9].

Çağrı merkezlerinin dinamik bir yapısı olması nedeniyle yönetim alanında, strateji, öngörü, insan gücü yönetimi, hizmet seviyesi hedefleri, müşteri memnuniyeti gibi alanlar daha da önem kazanmaktadır. Çağrı merkezleri sadece insan gücü yönetimi ya da servis seviyesi hedeflerinden değil; strateji, süreçler, insan kaynakları ve teknoloji bileşenlerinden oluşan bir bütündür. Çağrı merkezi bileşenleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir [9].

Tablo 3.1. Çağrı Merkezi Bileşenleri

STRATEJİ Müşteri segmentasyonu Temas kanalları Kar merkezi Gider merkezi Hedefler Araçlar Lokasyon seçimi Ağ/Web çağrı merkezi	SÜREÇLER İş yükü ve iş gücü planlama Tahmin, kaynak yönetimi Vardiya planları Raporlama ve bilgi akışı Müşteri taleplerini ele alma Eskalasyon Şikayet ve yazılı talepleri karşılama Kayıt düzeni Bilginin güncelliğinin sağlanması E-mail yanıtlama Müşteri grupları ve kanallar
İNSAN KAYNAKLARI Çağrı merkezi kültürü Etkin iletişim Seçme ve yerleştirme Oryantasyon/İşbaşı eğitim Kariyer oluşturma Performans yönetimi Beceri odaklı takımlar Çalışan memnuniyeti Motivasyon ve teşvik sistemleri İşgücü kaybında azaltma	TEKNOLOJİ Çoklu ortam, e-uyumlu Telekom altyapısı Masaüstü uygulamaları Planlama ve çağrı yönetimi yazılımları Donanım seçenekleri Entegrasyon Hız ve kullanım Yatırımın geriye dönüşü Teknik destek Acil durum planı

Çağrı merkezi yönetiminde, çağrı merkezinin performansını takip etmek ve etkin yönetebilmek için bazı performans kriterleri gereklidir. Bu kriterler, hizmet verilen sektöre, şirket hedeflerine, çağrı merkezinde dış kaynak kullanılıp kullanılmadığına ve yapılan anlaşmalara göre değişkenlik göstermektedir. Çağrı merkezi KPI (Key Performance Indicator)'ları olarak da adlandırılan bu kriterler; kalite hedefleri, ulaşılabilirlik hedefleri, stratejik hedefler, verimlilik hedefleri ve gelir/gider hedefleri

olarak sıralanabilir. Her kriteri, hesaplama yöntemini ve elde edilen yeri ayrı ayrı ele alarak aşağıdaki gibi inceleyebiliriz [9].

3.5.1. Kalite Hedefleri

Kalite hedefleri, çağrı merkezinin yönetimindeki temel performans kriterlerinden biridir. Kalite performans kriteri; temasın kalitesi, ilk kerede ele alınan çağrılar, hata ve tekrardan oluşmaktadır. Bu kriterleri ölçümlemek için ihtiyaç duyulan veriler; çağrı denetleme formları ya da ölçümleme formlarından, e-mail denetleme formlarından, çağrı kodlama ve müşteri ilişkileri sisteminden elde edilir. Elde edilen bu veriler, çağrı denetleme sonuçlarının hedeflenen kalite oranına yaklaşımı ve ilk kerede çözölen çağrı sayısının toplam gelen çağrı sayısına oranı ile hesaplanarak değeriendirilir.

Tablo 3.2. Kalite Hedefleri

Kriter	Hesaplama Yöntemi	Elde Edilen Yer
Temasın Kalitesi (Çağrıda veya Çağrı Dışı)	Çağrı Denetleme Sonuçları	Çağrı denetleme Formları , E-mail denetleme formları
İlk kerede ele alınan (çözölen) çağrılar (sorunlar)	İlk kerede çözölen çağrı (sorun) sayısı / Toplam çağrı sayısı Transfer edilen, eskale edilen çağrılar / Toplam çağrılar	Çağrı kodlama MİY sistemi
Hata ve tekrar (Error & Rework)	Hata ve tekrarların gerçekteşme yüzdesi ve sebepleri	Çağrı kodlama MİY sistemi Çağrı denetleme

3.5.2. Çağrı Merkezi Dinamiklerine Yönelik Hedefler

Çağrı merkezinini ulaşılabilirlik hedefleri ise servis seviyesi, cevaplama süresi, ortalama cevaplama süresi, kaçan çağrı yüzdesi ve meşgul oranı kriterlerine göre hesaplanır. Bu verilerin elde edildiğı yer, çağrı merkezinin ACD, CTI gibi teknik altyapısıdır. Bu hedefler, toplam gelen çağrıların belirtilen kritere uygun olan değere bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Birçok çağrı merkezi, servis seviyesi kriterini ana kritik performans göstergesi (KPI) olarak ele alıp, buna göre hedeflerini değeriendirmektedir.

Tablo 3.3. Çağrı Merkezi Dinamiklerine Yönelik Hedefler

Kriter	Hesaplama Yöntemi	Elde Edilen Yer
Servis seviyesi Cevaplama süresi	SL: Çağrıların %X'nin Y sürede cevaplandırılması CS: Gelen işyükünün %100'ünün y sürede ele alınması	ACD Email Cevaplama Yönetim Sistemi (ERMS:Email Response Management System) İşgücü Yönetim Sistemi (WFMS: Workforce Management System)
Ortalama cevaplama süresi (ASA)	Toplam gecikme / Toplam çağrı sayısı	ACD WFMS CTI
Kaçan (abondended) çağrı yüzdesi	Kaçan çağrılar / Toplam çağrılar	ACD
Meşgul oranı	Meşgul sinyali alınan çağrılar / Toplam çağrılar	ACD

3.5.3. Verimlilik Hedefleri

Çağrı merkezlerinin etkin ve verimli kullanılması, çağrı merkezi yönetiminin diğer önemli bir hedefidir. Bu hedefin kritik olmasının en önemli nedeni, verimlilik ile maliyet ilişkisinin ters orantılı olmasıdır. Verimlilik değeri arttıkça çağrı merkezinin cevapladığı çağrı başına gerçekleşen birim maliyeti azalmaktadır. Verimlilik hedefindeki temel kriterler; tahmin edilen /gerçekleşen iş yükü, planlanan /gerçekleşen iş yükü, vardiya planına uyum, ortalama ele alma süresi, doluluk ve ele alınan temas sayısıdır. Bu veriler, çağrı merkezinin teknik altyapısından elde edilmektedir. Her kriteri hesaplama yönetimi Tablo 3.4'te detaylandırılmıştır.

3.5.4. Finansal Hedefler

Çağrı merkezi yönetiminin kritik performans göstergelerinden bir diğeri de gelir / gider hedefidir. Gelir / Gider hedeflerini ölçümleme kriterleri; çağrı / temas başına maliyet, temasın ortalama değeri, toplam gelir, bütçelenmiş - gerçekleşen Harcamalar, ve dış aramalardır. Bu kriterleri hesaplamak için gerekli veriler, çağrı merkezi alt yapısı, finansal tablolar, satış raporları, finans raporları, müşteri ilişkileri sistemidir. Çağrı/temas başına maliyet kriteri, toplam maliyetin toplam temas maliyeti (IVR, müşteri temsilcisi, web..v.s.)'ne bölünmesi ile elde edilir. Temasın ortalama değeri ise toplam gelirin toplam temas adetine bölünmesi ile elde edilir. Bütçelenmiş / gerçekleşen harcamalar kriterinde ise bütçelenen ile gerçekleşen harcamalar arasındaki farkın bütçe kalemleri bazındaki yüzdesi hesaplanır.

Tablo 3.4. Verimlilik Hedefleri

Kriter	Hesaplama Yöntemi	Elde Edilen Yer
Tahmin edilen – Gerçekleşen iş yükü	Gelen çağrı yükü ile tahmin edilen arasındaki farkın %'si	ACD, ERMS, WFMS, EXCEL
Planlanan - Gerçekleşen iş yükü	Planlanan müşteri temsilcisi (agent) ile gerçekte var olan iş gücü arasındaki farkın %'si	ACD, ERMS, WFMS, EXCEL
Vardiya planına uyum	Müşteri temsilcilerinin ne kadar süre ile ve ne zaman vardiya planına uyum gösterdikleri	ACD, WFMS
Ortalama ele alma süresi (Average Handling Time-AHT)	Ortalama konuşma süresi ve Ortalama çağrı sonrası yapılan iş (After Call Work)	ACD, ERMS, WFMS
Doluluk ve ele alınan temas sayısı	Çağrı ile ilgili harcanan süre (toplam konuşma süresi + çağrı sonrası yapılan iş) / Toplam süre X sürede ele alınan / Gerçekleştirilen temas	ACD, ERMS, WFMS

Tablo 3.5. Finansal Hedefler

Kriter	Hesaplama Yöntemi	Elde Edilen Yer
Çağrı / Temas başına maliyet	Toplam maliyet / Toplam temas adeti (IVR, müşteri temsilcisi, web, e-mail olarak ayrıştırılmış)	ACD, ERMS, Finansal tablolar
Temasın ortalama değeri	Toplam gelir / toplam temas adeti	Satış raporları, MİY Sistemi, ACD, ERMS
Toplam gelir	Toplam gelir	Satış gelirleri, MİY
Bütçelenmiş-Gerçekleşen Harcamalar	Bütçelenen ile gerçekleşen harcamalar arasındaki farkın bütçe kalemleri bazında %'si	Finans Sistemi, Excel
Dış aramalar	Agent başına çağrı sayısı Saat başına çağrı sayısı Başarılı arama %'si Çağrı başına maliyet Çağrı başına gelir Agent başına gelir	ACD, Excel

3.5.5. Stratejik Hedefler

Çağrı merkezi yönetiminde kritik performans göstergelerinden biri de stratejik hedeflerdir. Bu hedefler, şirketin vizyon, misyon ve stratejik hedeflerine uygun olarak daha önceden belirlediği çeşitli kriterlerden oluşur. Stratejik hedeflerin temel

kriterleri; müşteri memnuniyeti, çalışan memnuniyeti, çalışan devinimi (staff turnover) ve yatırımın geri dönüş oranı (ROI)'dır. Bu kriterlerin elde edildiği yer ve hesaplama yöntemi Tablo 3.6'da belirtilmiştir.

Tablo 3.6. Stratejik Hedefler

Kriter	Hesaplama Yöntemi	Elde Edilen Yer
Müşteri Memnuniyeti	Sunulan hizmetten memnun olan müşterilerin %'si	Aramalar,E-mail araştırmaları, IVR, Focus grupları
Çalışan Memnuniyeti	İşlerinden memnun olan çalışanların %'si	Araştırma sonuçları, Focus grupları, Koçluk seansları
Çalışan Devinimi (Staff Turnover)	Çağrı merkezinden ayrılan (çağrı merkezinden bir başka bölüme geçen veya şirketten ayrılan toplam) agent sayısının, dönem başındaki toplam agent sayısına bölünmesi	İnsan kaynakları, Excel
Yatırımın Geri Dönüş Oranı (ROI)	Yapılan yatırımın (IVR, CTI, WFMS, ERMS, MİY..) geriye dönüş hızı	Finansal tablolar, Proje planları

Çağrı merkezi yönetimi, gelen çağrı yükü yönetimi (tahmin-forecasting), doğru zamanda (vardiya planları), doğru yerde (gerçek-zaman yönetimi), doğru sayıda işgücü (Erlang C, benzetim), destekleyici kaynak (teknoloji, yazılım, insan kaynakları, vs.), hizmet seviyesi (ulaşım süreti, kaçan çağrı oranı v.s.) ve kalite (hata oranı, tekrar sıklığı, memnuniyet oranı v.s.) oranlarına bakılarak yönetilmektedir.

İster küçük, ister büyük olsun çağrı merkezlerinin en temel karakteristiklerinden birisi çağrılarının gelişi güzel (random call arrival) gelmesidir. Çağrı merkezi yönetiminin bu düzeni anlaması, bununla yaşamayı bilmesi ve bu doğrultuda gerekli önlemleri alması gereklidir. Çağrı merkezlerini üretim şirketlerinden ayıran bu önemli olgunun, çağrı merkezlerinin üzerinde yarattığı birçok güçlük de vardır.

Çağrı merkezlerinde çağrılarının gelişi güzel gelmesi sebebiyle, belirli bir hizmet seviyesinde (service level: çağrılarının yüzde X'nin Y saniyeden önce ele alınmasını gösteren çağrı merkezi ulaşılabilirlik hedefi) hizmet sunmak için gerekli işgücü kaynağının hesap edilmesi standart yöntemlerle yapılamaz. Geleneksel olarak en yoğun olarak kullanılan hesaplama aracı, bu işe hemen hemen tüm hayatını adanmış

olan Danimarkalı A.K Erlang tarafından bulunmuş olan; günümüzde de hemen tüm çağrı merkezleri tarafından kullanılan Erlang C modelidir.

$$P(>0) = \frac{\frac{A^N}{N!} \cdot \frac{N}{N-A}}{\sum_{x=0}^{N-1} \frac{A^x}{x!} + \frac{A^N}{N!} \cdot \frac{N}{N-A}}$$

A= Toplam gelen çağrı sayısı

N= Tam verimli bir gruptaki Server sayısı

P(>0)= Gecikmenin 0'dan büyük olabilme olasılığı

Erlang C modeline göre yarım saatte 20 çağrı alan tipik küçük bir çağrı merkezinde çağrıların %86'sını ilk 20 saniyeden önce yanıtlamak için gerekli olan temel çalışan sayısı 4 olacaktır. Bu çağrı merkezinde çalışanların verimlilik oranı ise sadece %50 olacaktır. Kaynakların konsolidasyonu verimliliği arttırmaktadır.; yarım saatte 1000 çağrı alan bir çağrı merkezi, 100 çağrı alan bir çağrı merkezine göre 10 kat daha fazla çalışana ihtiyaç duymamaktadır. Çağrı merkezleri büyüdükçe verimlilik artacaktır. Yarım saatte 20 çağrı alan 4 kişilik çağrı merkezine oranla, 400 çağrı alan ve 45 kişilik çağrı merkezi çok daha verimlidir. Tablo 3.7'deki örnekte, 45 kişilik merkezde verimlilik %89 olmaktadır. Yani çalışanların sadece %11 kadarlık zamanı boş geçmektedir [13].

Müşteri temsilcisi verimliliğini arttırmak için çeşitli yöntem ve tekniklerin bulunmasına rağmen, küçük bir çağrı merkezine sahip olup, büyük bir çağrı merkezi verimliliği edilemez.

Tablo 3.7. Çağrı Boyutu – Verimlilik İlişkisi (Erlang C Modeli)

Yarım Saatte Gelen Çağrı Adeti	Gerekli Agent Sayısı	%Servis Seviyesi	% Verimlilik
20	4	%86	%50
40	7	%90	%57
80	11	%82	%73
100	13	%80	%77
200	24	%81	%83
400	45	%80	%89
1000	107	%82	%93
2000	208	%81	%96

Çağrı merkezine başlarken çok temel ve basit üç olgu vardır;

- Gelen çağrı sayısı: Belirli bir dönemde kaç çağrı alınacağı
- Ele alma süresi: Bir çağrının ortalama olarak ne kadar sürede ele alınacağı
- Servis seviyesi hedefi: Her işte olduğu gibi burada da hedeflenen bir servis seviyesi var olup önceden belirlenmelidir [13].

Verimlilik ile servis seviyesi arasında ters bir ilişki vardır. Gelen çağrının cevaplanma hızı ne kadar artarsa, müşteri temsilcisinin dolayısıyla operasyonun verimlilik değeri de o kadar düşük olacaktır. Bunun en temel nedeni gelen çağrıyı en hızlı şekilde karşılamak için planlanan müşteri temsilcisinin, gelen çağrıların geliş güzel gelmesi nedeniyle planlanan çağrının gelmediği zamanlarda boş oturmasıdır. Servis seviyesinin ve müşteri temsilcilerinin verimlilik değerlerinin yüksek olabileceği durum; çağrının geleceği zamanın önceden doğru tahmin edilmesi ile gerçekleşebilir. Ancak çağrı merkezi gerçeğinde gelecek çağrının zaman planlanması olanaksız kadar zordur. Gelecek çağrının planlanmasında farklı yöntemler (tahmin, bir önceki haftaya ya da bir önceki yılın o günkü trendine bakma, mevsimsel değişimleri göz önüne alma v.s.) olmasına rağmen gelecek çağrı saatini ve adetini bilmek neredeyse olanaksızdır. Çağrı planlaması, çağrı merkezi yönetiminin en çok

efor sarf ettiği alan olup çağrı merkezinin başarı kriterini etkileyen en temel faktördür.

Çağrı planlaması, performans kriterlerinin gerçekleştirilmesi gibi tüm bileşenlerin yanı sıra çağrı merkezi yönetimi, durum analizi yaparak çağrı merkezinin kendisini daha iyi konumlandırması ve olabilecek fırsat ve tehditleri daha iyi analiz ederek çağrı merkezini daha etkin yönetebilir. Yapılan bu durum analizi sonucunda çağrı merkezi yönetimi, sektördeki durumunu, fırsatları ve tehditleri daha iyi görebilir ve önerileri toplayabilir. Bu analize örnek format Tablo 3.8'deki gibidir [19]:

Tablo 3.8. Örnek Çağrı Merkezi Durum Analizi Örneği

Çağrı Merkezi Güçlü Yönleri	Çağrı Merkezinin Zayıf Alanları
Kültür Güven Esneklik	İletişim Değişime kapalı Kalite kontrol
Tehditler	Fırsatlar
Yüksek işgücü devir hızı Stresli politikalar Bürokrasi	Müşteri temsilcisi eğitimleri Süreç geliştirmeleri Yetki dağılımı
Sahip Olunanlar	Gereksinim Duyulanlar
Mükemmel altyapı Motivasyonu yüksek çalışanlar Detaylı arayan verisi	Kullanıcı eğitimleri Daha iyi organizasyon Faaliyet raporları

3.6. Çağrı Merkezlerinin Organizasyonel Yapısı

Dinamik ve yaşayan bir organizasyon olan çağrı merkezlerinin etkin ve verimli yönetilmesi için organizasyon yapısı çok önemlidir. Bu organizasyon yapısının odağında ise kuşkusuz müşteri temsilcileri vardır. Çağrı merkezlerinin Türkiye'de son 20 yıldır var olduğu göz önüne alınırsa müşteri temsilciliği pozisyonu da yenidir. Çağrı merkezlerinde çalışan müşteri temsilcileri yoğun stres altında çalışmaktadır. Her gün istek, talep ve özellikle de şikayetlerini ileten yüzlerce müşteriyle telefonda iletişim kurmak, hergün yüzlerce farklı müşteriye dinleyerek anlamak, empati kurmak, talep ya da şikayetlerini doğru cevaplandırarak müşteriye memnun etmek ve tüm bunların yanında performans hedeflerini yakalamak için uğraşmak gerçekten zordur. Organizasyon veya yönetim ne kadar iyi yapılandırılmış olursa olsun; şirketi temsil eden kişi olarak çağrıyı cevaplayan müşteri temsilcisinin müşteriye verdiği her

bilgi, yarattığı her izlenim aslında şirket imajı olacaktır. Bu dinamik yapının yönetimi için gerekli organizasyon yapısı, çağrı merkezinin performans yönetiminde de direkt etkilidir. Bu yoğun stresli ortamda çalışan müşteri temsilcilerinin şirkete bağlılıkları, çalışan devir hızı (turnover), bilgi standardizasyonu, müşteri ile telefonda konuşma tekniklerine göre hizmet vermesi en kritik alanlar olup aynı zamanda yönetilmesi de en zor alanlardır. Her müşteri temsilcisinin performans hedeflerinden sorumlu takım liderleri vardır. Bu liderler, müşteri temsilcilerinin sayısal, kalite ve satış hedeflerini yakalamasında müşteri temsilcilerine koçluk yapmaktadırlar. Ayrıca takım liderleri, operasyondaki bilgi standardizasyonunun sağlanmasından, operasyon hedeflerini gerçekleştirmek için gereken anlık aksiyonlardan, takım yaratma ve ekip kurma gibi hedeflerden sorumludur. Müşteri temsilcisi devir hızının fazla olması hem bilgi standardizasyonu, hem kişiye yapılan yatırımın kaybı hem de şirket imajı için çok önemlidir. Türkiye’de yapılan bir araştırmaya göre bir müşteri temsilcisi, oryantasyon eğitimi dediğimiz çağrı almayan başlamadan önce gereken teknik ve yetkinlik eğitim aldıktan sonra 2.1 ay sonra verimli olabilmektedir [10]. Müşteri temsilcilerine her iş öncesi verilen eğitim göz önüne alındığında bağlı müşteri temsilcileri ile çalışmanın hem maliyet hem de kalite boyutunun ne kadar önemli olduğu bir kere daha anlaşılabilir. Takım liderleri mutlu, bağlı ve yüksek performanslı çalışanlar olarak müşteri temsilcilerinin devamlılığını korumak ile görevlidir. Yine Türkiye’de yapılan araştırmaya göre çağrı merkezinde çalışanların yaş ortalamasının 24 [10] olduğu göz önüne alınırsa; genç ve dinamik kadroyla çalışmanın gerektirdiği farklı organizasyon ve motivasyon teknikleri vardır. Örneğin takım liderine bağlı müşteri temsilcilerinin beraber oluşturduğu takımlar kendilerinin özgürce seçtikleri takım isimleri ile takımlar arası yarışmalar, sosyal etkinlikler ve çeşitli turnuvalar düzenleyebilmektedir. Çağrı merkezlerinde müşteri temsilcilerinin ilk üst yöneticisi takım lideri olup ekibindeki müşteri temsilcilerinin performans ve motivasyon takibinden sorumludur. Genel yapıya baktığımızda müşteri temsilcisi ve takım liderinin üzerinde ise takım yöneticileri (süpervizör) vardır. Bu takım yöneticileri takım liderlerinin performans yönetimi, operasyon KPI hedeflerinin gerçekleştirilmesi için gereken aksiyonların alınarak operasyonda uygulanması sağlayan kişidir.

Müşteri temsilcilerinde aranan 3 temel özellik;

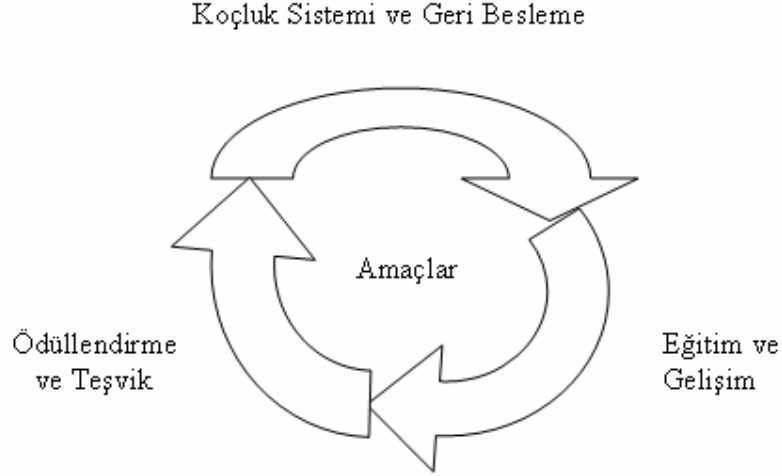
- İletişim yetkinliği: Sözlü ve yazılı iletişim becerisini kapsamaktadır. Telefonla konuşma özelliklerinde ses tonu ve diksiyonun düzgün olması gereklidir..
- Profesyonel bakış açısı: Kendinden emin, pozitif olan hatta ideal olarak beklenen stres altında çalışmaya yatkın ve takım çalışması içinde müşteri deneyimine odaklanan kişiler tercih edilmektedir.
- Öğrenmeye açık ve deneyimli olması: Şirket ürün ve hizmetlerini önceden bilen ve deneyim sahibi olan aynı zamanda bilgisayar sistemleri ve uygulamaları hakkında bilgi sahibi olan kişiler tercih edilmektedir.

Bu özelliklerin yanı sıra arkadaşça, canayakın, empatik ve hızlı düşünebilen, birçok görevi üstlenebilecek, hızlı öğrenmeye açık, problem çözme yetkinliğine sahip, amaç/hedef odaklı, satış odaklı, efektif zaman planlamasına yatkın olması tercih edilen diğer özellikler olmaktadır.

Müşteri temsilcilerinin sürekli gelişimi için uygulanan programlar;

- Koçluk sistemi ve geri besleme
- Davranış modelleme ve rol oynama (örnek üzerinde canlandırma)
- Kalite gözlemlene (çağrı gözlemlene ve anında geri besleme)
- Yeni iş fırsatları yaratma
- Takım arkadaşları ile gövde (buddy) sistemi (Gövde olarak takım arkadaşlarından birinin çağrılarını dinleme ve gözlemlene)
- Müşteri geri beslemelerini iletme
- Ödüllendirme ve teşvik sistemleri: En yüksek performans gösteren kişilere extra bonus ya da prim gibi promosyonel fırsatlar sunmak. Bazı zamanlarda motivasyon unsuru olarak kendi içlerinde yapılan ufak yarışmalar ve ödüller .
- Eğitim ve gelişim: Müşteri servis yetkinliklerini arttırmak ve tazelemek için sunulan fırsatlar ya da rotasyon sonunda sertifika eğitimleri olabilmektedir.

Müşteri temsilcilerine, şirketin amaçları doğrultusunda koçluk ve geri besleme, eğitim ve gelişim, ödüllendirme ve teşvik yöntemleri uygulanarak sürekli gelişim amaçlanır.



Şekil 3.2 : Müşteri Temsilcileri için Sürekli Gelişim Çemberi

Müşteri temsilcileri için en çok kullanılan 3 performans kriteri;

1. Üretim değerleri: Vardiya planına uyum, konuşma süresi, ilk çağrı çağrıyla kapatma (çözümleme) oranı.
2. Yapılan işin kalite değeri: Skorkart, gözlem kalite değeri, müşteri tatmin değeri, eskale edilen (yönlendirilen) çağrı adeti.
3. Yetkinlikler: Genel uyum, takım çalışması, müşteriler ve takım arkadaşlarıyla olan iletişim

Ek olarak değerlendirilen diğer performans kriterleri; teknik eğitim sonuçları, 360 derece değerlendirme ve çağrı merkezinin genel performansıdır [8]

Süpervizörlerden beklenen özellikler ise;

- Mükemmel liderlik: Çalışanlara iyi örnek kişi, görev delegasyonunu iyi yapan, karar veren, çalışanların bağlılığını arttıran, çalışanlarını övgü ve takdir eden, başkalarının başarılı olması için çalışan.

-
- ```

graph TD
 IP[İş Performansı] --> GB[Geri Bildirim]
 IP --> G[Gelişim]
 GB --> G
 subgraph Center
 GFS[Gelişim fırsatlarını saptama]
 end
 subgraph GB_Box []
 direction TB
 GB1[Yönetim ve iş arkadaşlarının fikirleri]
 GB2[Müşteri tepkileri]
 GB3[Müşteri temsilcilerinden gelecek geri beslemeyi arttırmak]
 end
 subgraph G_Box []
 direction TB
 G1[Eğitim ve seminerler]
 G2[Konferans ve iletışim]
 G3[Özel proje paylaşım]
 G4[Uzman kişilerden yararlanma]
 G5[Kıyaslama ve internet araştırması]
 G6[Yayınlar ve makaleler]
 end

```
- İş Performansı
- Gelişim fırsatlarını saptama
- Geri Bildirim
- Gelişim
- Yönetim ve iş arkadaşlarının fikirleri
- Müşteri tepkileri
- Müşteri temsilcilerinden gelecek geri beslemeyi arttırmak
- Eğitim ve seminerler
- Konferans ve iletışim
- Özel proje paylaşım
- Uzman kişilerden yararlanma
- Kıyaslama ve internet araştırması
- Yayınlar ve makaleler

Çağrı merkezi kaynak oranlarının ülke dağılımına baktığımızda, müşteri temsilcisine düşen takım lideri, takım liderine düşen orta düzey yönetici, orta düzey yöneticiye

düşen kıdemli yönetici, müşteri temsilcisine düşen eğitimci, müşteri temsilcisine düşen kalite kontrol uzmanı, müşteri temsilcisine düşen insan kaynakları oranlarında Afrika / Asya Pasifik bölgesinin, genel ortalamanın altında kişi sayısı ortalamasına sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 3.9. Çağrı Merkezi Kaynak Oranları**

|                                                         | Genel  | Avrupa  | Kuzey Amerika | Afrika/Asya Pasifik | Orta Doğu |
|---------------------------------------------------------|--------|---------|---------------|---------------------|-----------|
| <i>Müşteri temsilcisine düşen takım lideri</i>          | 1 : 15 | 1 : 16  | 1 : 20        | 1 : 7               | 1 : 10    |
| <i>Takım liderine düşen orta düzey yönetici</i>         | 1 : 4  | 1 : 3,5 | 1 : 1         | 1 : 3               | 1 : 3     |
| <i>Orta düzey yöneticiye düşen kıdemli yönetici</i>     | 1 : 2  | 1 : 2   | 1 : 2         | 1 : 1,5             | 1 : 1     |
| <i>Müşteri temsilcisine düşen eğitimci</i>              | 1 : 47 | 1 : 54  | 1 : 45        | 1 : 30              | 1 : 45    |
| <i>Müşteri temsilcisine düşen kalite kontrol uzmanı</i> | 1 : 29 | 1 : 54  | 1 : 45        | 1 : 10              | 1 : 22    |
| <i>Müşteri temsilcisine düşen sorumlu koç</i>           | 1 : 46 | 1 : 38  | 1 : 45        | 1 : 81              | 1 : 68    |
| <i>Müşteri temsilcisine düşen insan kaynakları</i>      | 1 : 47 | 1 : 54  | 1 : 45        | 1 : 16              | 1 : 68    |

Ayrıca 2005 göstergeleri takım lideri pozisyonun daha da genişleyerek koçluk yapma gibi diğer destek rolleri de üstlenerek genişleyeceğini göstermektedir. Ayrıca %20'den az çağrı merkezinde kişiye özel adanmış koçluk sistemi uygulamaktadır [8].

### 3.7. Çağrı Merkezi Sektöründeki Eğilimler

Müşteri İlişkileri Yönetimi kavramının ortaya çıkışı ve uygulanması ile beraber çağrı merkezine olan ilgi de artmıştır. Müşteri ilişkileri yönetiminin müşteriye temas eden en önemli noktası olan çağrı merkezleri, müşteri ilişkileri yönetimi kavramının gelişmesine paralel hızlı bir büyüme trendine girmiştir. Dünyadaki çağrı merkezi istatistiklerine baktığımızda 1999 yılında ortalama 29 milyar \$ olan çağrı merkezi cirolarında, 2005 yılında 42,5 milyar \$ olarak gerçekleşerek 6 yılda yaklaşık %47

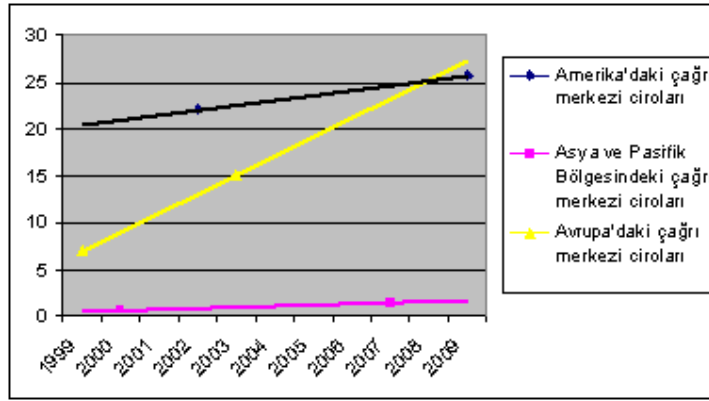
oranında büyüme gerçekleşmiştir. Büyümenin ilerleyen yıllarda da benzer büyüme hızıyla gerçekleşmesi beklenmekte olup, 2009 yılında dünyadaki çağrı merkezi cirosunun yaklaşık 54,5 milyar \$ olması beklenmektedir. Bu süre içinde hızlı ciro artışının Avrupa'daki çağrı merkezlerinde gerçekleşeceği beklenmektedir. (Şekil 3.4.)

Dünyadaki çağrı merkezleri yıllık ciroları ile ilgili istatistikler aşağıdaki gibidir [20]:

Amerika'daki çağrı merkezi hizmet ciroları 2002 yılında 22 milyar dolara ulaşmıştır. Bu rakamın 2009 yılında 25.72 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir.

Asya & Pasifik bölgesindeki çağrı merkezi hizmet ciroları 2000 yılında 655 milyon dolar iken 2007 yılında bu rakamın 1.5 milyar dolara ulaşacağı öngörülmüyor.

Avrupa'daki çağrı merkezi hizmet ciroları 1999 yılında 7 milyar dolar iken bu rakam 2003 yılında 15.1 milyar dolara ulaşmıştır.



**Şekil 3.4 : Dünyada Çağrı Merkezi Sektöründeki Ciro Oranları**

Türkiye'deki çağrı merkezleri istatistiklerini ele aldığımızda da benzer büyüme trendinin gerçekleştiğini görmekteyiz. Yapılan bir araştırmaya göre 2001 yılı itibarıyla Türkiye'deki çağrı merkezi cirosunun yaklaşık 30 milyon \$ olduğu, büyüme hızının ise yılda %30 oranında gerçekleşmektedir [9].

Türkiye’deki çağrı merkezlerinin segment, çağrı merkezi ve koltuk sayısı oranlarına bakıldığında, bankaların çağrı merkezi sayısı oranında %21, koltuk sayısı oranında ise %42’lik oranla Türkiye’deki en çok çağrı merkezi ve koltuk sayısı olan segment olduğunu söyleyebiliriz [9].

**Tablo 3.10.** Türkiyedeki Çağrı Merkezlerinin Genel Durumu

| Segment                           | Çağrı Merkezi Sayısı | Oran | Koltuk Sayısı | Oran |
|-----------------------------------|----------------------|------|---------------|------|
| Bankalar                          | 23-24                | 21%  | 2305-2800     | 42%  |
| GSM Servis Sağlayıcıları          | 4                    | 3%   | 1200-1500     | 22%  |
| ISP’ler                           | 8-11                 | 8%   | 465-540       | 8%   |
| Sigorta, Diğer Finansal Hizmetler | 9-14                 | 9%   | 273-310       | 5%   |
| Outsourcing Firmaları             | 12-13                | 9%   | 255-330       | 5%   |
| Diğer                             | 10-17                | 12%  | 200-320       | 4%   |
| TV Kanalları                      | 3                    | 3%   | 195-225       | 3%   |
| IT                                | 9-14                 | 10%  | 170-200       | 3%   |
| Seyahat ve Havayolları            | 6-9                  | 6%   | 115-135       | 2%   |
| Dağıtım ve Lojistik               | 4-7                  | 5%   | 92-130        | 2%   |
| Destek Hizmeti                    | 3                    | 3%   | 75-90         | 1%   |
| Bilet Rezervasyon                 | 2                    | 2%   | 55-80         | 1%   |
| Otomotiv                          | 4-7                  | 5%   | 45-60         | 1%   |
| Üniversiteler                     | 4-6                  | 4%   | 40-50         | 1%   |
| Toplam                            | 101-134              | 100% | 5485-6770     | 100% |

#### 4. VARDİYA PLANLAMA

Vardiyalı çalışma çok eskilere giden bir çalışma biçimidir. Ancak otomasyona koşturularak yaygınlaştığı söylenebilir. Vardiyalı çalışma, birçok gelişmiş ülkede insan yapısına, insanın özelliklerine uymayan bir çalışma biçimi olarak kabul edilmekte ve toplumsal yarar ya da teknolojik zorunluluk olmadığında, vardiyalı çalışmaya başvurulmaması önerilmektedir. Ancak vardiyalı çalışma günümüz dünyasında varolan bir olgudur. İşletmeleri buna iten nedenler neler olabilir diye düşünecek olursak, aşağıdaki nedenler akla gelebilir:

Vardiyalı çalışmaya kimi zaman teknolojik nedenlerle başvurulur. Kimi işletmeler teknolojik açıdan süreklilik gösterirler. Makineleri gece ve hafta sonu durdurmak olanaklı olmayabilir. (Örneğin demir-çelik işkolunda olduğu gibi). Ya da süreklilik üretimin akıcılığı için gereklidir. İşlevler uzun bir zaman döngüsüne programlanmıştır, döngünün tamamlanabilmesi için sürekli çalışma gereklidir. Bu tür işletmelerde, kullanılan üretim teknolojisi, uygulanan işletim yöntemi, aralıklı çalışmaya olanak tanımaz. Örneğin kimya işkolunda sekiz saati aşan zaman dilimine programlanmış süreçler vardiyalı çalışmayı zorunlu kılmaktadır.

Kimi zaman sunulan kamu hizmeti dolayısıyla 24 saat sürekli çalışmak ya da gecenin ileri saatlerine değin çalışmak gerekebilmektedir. Burada kamu yararına hizmet veren kuruluşlar söz konusudur. Posta, telefon ve telgraf hizmeti; canlı ve cansız yük taşımacılığı; su, elektrik, doğal gaz türü enerji dağıtım hizmetleri; sağlık hizmetleri; polis ve itfaiye hizmetleri bu kapsama girer.

Kimi hizmetler ise kamu konforu, toplumsal gönenc için varolan hizmetlerdir. Bu tür hizmetlerin de doğaları gereği kesintisiz olarak sunulmaları gerekir. Örneğin sinema, lokanta, büyük mağazacılık hizmetleri ve otelcilik bu kapsamda düşünülebilir.

Vardiyalı çalışmayı vazgeçilmez yapan yukarıdaki nedenler yanında işletmeleri çoklu vardiya çalışmasına sürükleyen, daha çok kazanç isteğidir. Vardiyalı çalışma



sayesinde, makinelerden daha çok yararlanmak; üretim miktarını çoğaltarak ürün başına düşen genel giderleri ve birim ürün maliyetini azaltmak ve böylece rekabet şansını yakalamak; verimliliği artırmak; yatırım sermayesini kısa sürede amorti etmek olanaklı olmaktadır. Ancak bu demek değildir ki vardiyalı çalışma her zaman daha kazançlı, her zaman daha ekonomiktir. Vardiyalı çalışmanın ekonomikliğini belirleyen başlıca öğeler şunlar olabilir:

- İşçilik maliyeti
- İşgücü verimliliği
- Pazar koşulları
- Kullanılan teknoloji
- Amortisman yüzdesi
- Bakım ve onarım giderleri

Yukarda sıralanan öğelerin çoklu vardiya düzeninde alacakları değerler, söz konusu çalışma biçiminin ekonomikliğini daha doğru bir tanımla etkenliğini büyük ölçüde belirler.

Gelişmekte olan ülkelerde, işletmeleri vardiyalı çalışmaya iten en önemli etmen sermayenin yüksek maliyetidir. Bu durum kapasiteden olanaklı olduğunca yararlanmayı zorunlu kılmaktadır. Odabaşı ve Eke'nin makine ve tekstil iş kolunda gerçekleştirdikleri kapasite kullanımıyla ilgili bir araştırmanın bulgularına göre ülkemizde bu işkollarında çoklu vardiya düzenine geçmenin nedensel öncelikleri aşağıdaki tabloda aktarılmıştır[25].

Tabloda yer alan nedenler incelendiğinde -teknolojik zorunluluk nedenini ve istihdam olanağı yaratma kaygısı gibi toplumsal bir nedeni bir yana bırakacak olursak - tüm nedenlerin ekonomik içerikli olduğu görülür.

Ülkemizde çoklukla yeterince irdelenen yapılmadan çoklu vardiya düzenine geçildiği söylenebilir. Bu durum ise kimi zaman önemli teknik sorunların ve ciddi engellerin ortaya çıkmasına neden olmakta ve işletmeler bu engelleri aşmada, söz konusu sorunları çözmede zorlanmakta, giderek yetersiz kalmaktadırlar. İşletme bilimcileri,

kârlılığın satılabilirliğe bağlı olduğunu ve vardiyalı çalışmaya geçtikten sonra dönüşün çok zor ve yüksek maliyetli olacağını hatırlatarak, işletmeyi kalıcı yükler altında ezmek için iç ve dış pazar koşullarının, kullanılan teknolojinin ve kâr marjının çok iyi incelenip değerlendirilmesinin önemini sıklıkla vurgulamaktadırlar.

**Tablo 4.1.** Vardiya Düzenine Geçme Nedenleri

| NEDENLER                                                               | Öncelikler |       |
|------------------------------------------------------------------------|------------|-------|
| Pazarın ve talebin yeterli oluşu nedeniyle üretimi artırma gereği      | 1.         | (%30) |
| Kurulu kapasiteyi daha çok kullanma düşüncesi                          | 2.         | (%10) |
| Darboğaz yaratan tezgahların çalışma saatini yükseltme çabası          | 3.         | (%8)  |
| Üretimin artırılarak birim maliyetlerin düşürülmesi                    | 4.         | (%4)  |
| Teknolojik zorunluluk                                                  | 5.         | (%8)  |
| Talebin yeterli oluşu ve kurulu kapasiteden daha çok yararlanma isteği | 6.         | (%14) |
| İstihdam olanağı yaratma kaygısı                                       | 7.         | (%6)  |
| Diğer yanıtlar                                                         | 8.         | (%20) |

Vardiyalı çalışmanın günümüz çalışma dünyasında giderek yaygınlaşan eğilim göstermesi düşündürücüdür. Çokluk vardiyalı çalışma dendiğinde sanayi kesimi akla gelir. Vardiyalı çalışmanın en çok uygulandığı kesim de bu kesimdir. Ancak bugün hizmet kesimi vardiyalı çalışmaya geniş bir alan sunmaya hazırlanmaktadır. Bilgi çağı olarak isimlendirilen günümüz dünyasında, kesimlerin göreceli ağırlıklarına bakıldığında kalkınmış ekonomilerdeki geleneksel sanayi, tarım ve hizmet sıralamasının, hizmet kesimi yararına bozulduğu görülür. Günümüzde gelişmiş ülkelerin ekonomilerini, %5 oranında tarım, %25 oranında sanayi ve %70 oranında ise hizmet kesimi oluşturmakta ve hizmet kesiminin daha da genişleyeceği kestirilmektedir. İletişim teknolojisindeki baş döndürücü değişim ve gelişim, hizmet kesiminde yaygınca kullanılan elektronik iletişim araçlarının hızla amorti edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluk bugüne değin, toplumsal yarar söz konusu olmadığında vardiyalı çalışma dışında kalmış olan hizmet kesimini hızla vardiyalı çalışmaya geçeceğe benzemektedir[25].

Uluslararası boyutta giderek kuvvetlenen ve vardiyalı çalışmanın yaygınlaşmasına yol açacak diğer düşündürücü bir akım, kadınların gece çalışma yasağının kaldırılması yönündeki çalışmalardır. Son yıllarda birçok ülkede kimi kitle örgütleri, kadınların çalışma hakkını kısıtladığı dolayısıyla cinsiyet ayrımcılığına neden olduğu

gerekçesiyle kadınlara gece çalışma yasağının kaldırılmasını istemekte, bu yolda yoğun savaşımlar vermektedirler. Bilindiği gibi uluslararası sözleşmelerle sanayide kadınların gece çalışması yasaklanmıştır. Ülkemiz de bu yasağı uygulayan ülkelerden biridir. Son yıllarda kimi ülke, söz konusu uluslararası normu dikkate almayarak, kendi ulusal yasalarında bu yasağı kaldırmışlardır. Yakın bir gelecekte birçok ülkenin bu yasağı kaldıracağı umulmaktadır. Çok doğaldır ki kadınların gece çalışma yasağının kaldırılması için savaşımlar verenler, gece çalışmasının dokuncalarının ayırdını olmadan, yalnızca olaya cinsiyet ayrımcılığı yönünden bakmaktadırlar. Ergonomlar olaya başka bir açıdan baktıkları için kadınların gece çalışması yasağının kalkmasına karşıdırlar. Ergonomlar, değil mi ki gece çalışması insana dokuncalıdır, O halde gece çalışmasını tümünden kaldırmak bu olanaklı olmadığında ise sınırlamak gereklidir, şeklinde düşünmekte kimi yerlerde gece çalışmasını kaldıramadığımıza, ondan vazgeçemediğimize göre, hiç olmazsa azaltmak yani kadınları olsun gece çalıştırmamak hiç bir şey yapmamaktan daha iyidir, kanısını taşımaktadırlar. Öte yandan bir kesimi gece çalışmasının dokuncalarından kurtarmanın, şekilsel olarak ayrımcılık gibi görünse bile özsel olarak ayrımcılık olmadığı söylenebilir.

Ayrıca çalışanların önemli bir bölümünü kadınların oluşturduğu kimi işletmelerde söz konusu yasak nedeniyle çoklu vardiya düzenine geçilememektedir. Bu yasak kalktığında söz konusu işletmeler gece çalışmasına geçeceklerdir. Dolayısıyla kadınlarla birlikte o işletmede çalışan erkekler de gece çalışmasının dokuncalarıyla karşı karşıya kalacaklardır. Olaya bu yönden baktığımızda ergonomların savlarına katılmamak olanaklı değil.

Yukarıda değinildiği gibi işletmeleri vardiyalı çalışmaya iten, çokluk ekonomik içerikli birçok olumlu neden vardır. Bu nedenleri vardiyalı çalışmanın artıları olarak değerlendirebiliriz. Buna karşılık vardiyalı çalışmanın pek çok olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Çalışanın yaşam alışkanlıklarını bozan vardiyalı çalışma pek çok sorunu da beraberinde taşımaktadır. Bunları da vardiyalı çalışmanın eksileri olarak düşünebiliriz. Eksilerle, artıların çok iyi irdelenip değerlendirilmesi; dengenin hangi yöne olduğunun çok iyi saptanması gerekir. Dengenin hangi yöne olduğunu ise öncelikler belirler. Çok doğaldır ki öncelikler arasında insan sağlığı ve mutluluğu bulunduğu dengenin insandan yana olması gerekir. Ancak öncelikler arasında

maddi yarar olduğuunda çokluk vardiyalı çalışmanın dokuncaları akla gelmez. Bu nedenle hümanist yöneticilere, sendikalara ve devlete önemli görevler düşmektedir.

#### 4.1. Çalışma Sürelerinin Tarihçesi

Geçmiş yüzyıllardan bu yana çalışma süreleri incelendiğinde önemli aşamaların katedildiği ve 19 saate varabilen günlük çalışma süresinin günümüzde, kimi ülkelerde 7 saate kadar düştüğü görülür. Kölelere ilişkin olarak söylenen "Köleler çalışırlar ve uyurlar" şeklindeki anlatımlar orta çağda kölelerin uykuya ayırdıkları zaman dilimi dışında sürekli çalıştıklarını betimlemektedir. Osmanlı İmparatorluğu'nda, Lonca düzeninde, çalışma yerlerine asılan levhalarda yer alan "Tuluğ-u şems'den gurub-u şems'e kadar" söylemi ise Osmanlı İmparatorluğunda, günlük çalışma süresinin, güneşin doğuşundan batışına kadar sürdüğünü göstermektedir [24].

Kapitalizmin başlangıç yıllarında, günde 14-16 saate varan uzun çalışma sürelerine büyük tepkilerin geldiğine tanık oluyoruz. 0 güne kadar 24 saatin büyük bir bölümünü çalışarak geçirmelerine karşın fazla bir tepki vermeyen insanların, bu dönemde uzun çalışma sürelerine yoğun tepki gösterdikleri görülür. Çalışma sürelerinin uzunluğuna karşı böylesine yoğun bir tepkinin oluşmasının, çalışma ortamını çok ağırlaştıran, onu dayanılması zor duruma sokan birtakım olumsuz koşulların" uzun çalışma saatlerine eşlik etmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Bilindiği gibi 18. yüzyılın son çeyreğinde insanlık buhar gücünün bulunmasıyla sanayi devrimini yaşadı. Su, rüzgar, hayvan ve insan gücüyle, diğer bir deyişle organik kuvvetlerle gerçekleştirilen etkinlikler, yerlerini buhar gücüyle çalışan makinelerle bıraktılar. Böylece üretim araçlarına hakim olan, onların ritmini belirleyen insan, makinelerin, mekanik üretim araçlarının hizmetine girdi, makinelerin ve mekanik üretim araçlarının ritmine, hızına tabi oldu.

Teknik yapıdaki bu gelişme, yaşanan bu değişim, insanın çalışma ve çalışma dışı yaşamını, davranışlarını, dünya görüşünü de değiştirdi. 0 tarihe kadar köy, kasaba ve küçük kentlerde basit alet ve araçlarla çalışan insanlar birdenbire kendilerini fabrikalarda makinelerin başında buldular. Eski yaşam felsefesi, eski yaşam biçimi

değiştirdi. İşçi ve işveren ilişkileri değişti. Sosyal politikacıların başına çözülmeye muhtaç çetin sorunlar çıktı. İşsizlik çığ gibi büyüdü.

Kasaba, köy ve küçük kentlerden kopup gelen insanlar, işsizliklerinin nedeni olarak gördükleri fabrikaları yakıp yıktılar. Ancak başlayan teknik gelişme durmadı. Yıkılan fabrikaların yerine daha büyükleri yapıldı. Bu köktenci teknik değişimler, hiç durmaksızın ve giderek çoğalarak sürüp gitti.

Bu sıralarda mühendisler, üretimi daha çok arttırabilmek, insanın makine temposuna ayak uydurmasını sağlayabilmek için, salt ekonomik nedenlerle, insan üzerine eğildiler. İnsani her yönüyle inceleyen araştırmalar yaptılar. İnsanın çalışma sırasındaki hareketleri en ince ayrıntısına kadar incelendi. İnsana daha uygun, kullanımı daha kolay araç, gereç ve makineler geliştirildi. Üretim hızı görülmemiş derecede arttı. Bu gelişmeler iş adamlarının ve mühendislerin gözünü kamaştırdı. Mühendisler daha çok üretebilmek, iş adamları ise daha çok kâr edebilmek için kafa yordular. İnsana bir makine gözüyle bakıldı. Bu makineyi daha çok üretim yapacak duruma getirmek için çaba harcandı. İnsanın makine olmadığı unutuldu. Sürekli makine temposuyla çalışamayacağı, zamanla yorulacağı göz ardı edildi. Bunun sonucunda iş kazaları giderek büyüdü; sanayi tarihi korkunç iş kazalarına sahne oldu.

Sanayi devrimiyle yaşanan bu değişim olgusu; çalışma şeklinin ve yaşam biçiminin değişmesi; değişik işler, değişik araçlar, değişik çalışma yöntemleri; yabancı çevreler ve bunlara ek olarak çok düşük ücretler, sağlıksız konut koşulları ve sağlıksız konut koşullarının neden olduğu bulaşıcı hastalıklar gibi olumsuz öğeler çalışma sürelerinin uzunluğunu çekilmez duruma getirmiş ve işçi eylemlerine neden olmuştur. Ancak uzun çalışma sürelerine çalışanların tepkisinden daha büyük bir tepki bilim adamlarından ve özellikle kapitalizm karşıtı siyasal akım yandaşlarından gelmiştir.

19.yüzyılın başlarına gelindiğinde günlük çalışma süresinin uzunluğu, kapitalist ekonominin geliştiği tüm ülkelerde, özellikle İngiltere, Fransa ve Almanya'da parlamentoların, bilim adamlarının, kimi kitle örgütlerinin ve sendikaların en çok tartıştıkları konu olmuştur.

Çalışma saatlerinin kısaltılması konusunda ilk adım 1833 yılında İngiltere'de Fabrika Yasasının (Factory Act) kabul edilmesiyle atılmıştır. Bu yasa çalışma saatlerinin 5.30

ile 20.30 arasında olması koşulunu getiriyordu. Ayrıca yasa, 13 ile 18 yaş arasındaki çocukların 12 saatten çok çalıştırılmayacakları kuralını da getiriyordu.

İkinci adım yine İngiltere'de 1847 yılında ünlü "On Saatlik İşgünü Kanunu'nun çıkarılmasıyla atılmıştır. Bu yasa tekstil endüstrisinde çalışan kadın ve çocukların günlük çalışma süresini 10 saat olarak belirtiyordu. 1871 tarihinde çıkarılan diğer bir yasayla da tüm sanayi dallarında günlük çalışma süresi 10.5 saat olarak saptamıştır. Bundan üç sene sonra ise İngiltere'de günlük çalışma süresi 9.5 saate düşürülmüştür. İngiltere'nin 1847 yılında ulaştığı 10 saatlik günlük çalışma süresine, Almanya 1891 yılında, Fransa ise 1904 yılında ulaşabilmiştir. Türkiye'de ise 10 saatlik iş süresi, 1927 İş Yasası Tasarısı'nda ilk kez dile getirilmiştir.

Bugün, daha doğru bir deyişle çok yakın geçmişte birçok ülkede genel kabul görmüş olan günlük 8 saatlik çalışma süresi, yıllarca tartışılmış ve birçok ulusal ve uluslararası toplantının gündemini oluşturmuştur. Tüm bu tartışmaların sonucunda Uluslararası Çalışma Örgütü'nün 1919 yılında Washington'da düzenlediği birinci kongresinde günlük çalışma süresinin 8 saat olması için karar alınmış ve kararın üye devletlerce uygulanması istenmiştir.

Çalışma süreleri uzun bir dönem içinde, adım adım ve çetin mücadeleler sonucunda kabul edilebilir düzeye indirilebilmiştir. Geriye doğru bakıldığında, 100 yıllık bir zaman dilimi içerisinde çalışma sürelerinin yılda 3000 saatten yaklaşık 1700 saate düştüğü, yani hemen hemen yaklaşık yan yarıya kısaldığı görülür.

Çalışma süreleri konusu, sanayi devriminden bugüne değin önemini ve gündemde kalma özelliğini yitirmeyerek sosyoekonomik boyutta üzerinde en çok durulan, tartışılan ve kavgası verilen konulardan birini, belki de en önemlisini oluşturmuştur. 18. yüzyılın ortalarında, çalışma sürelerinin azaltılması sosyal politika alanında elde edilen ilk kazanım olmuştur. Çalışma süreleri konusunda günümüzde hedeflenen kazanım ise, Avrupa Sendikalar Konfederasyonunun (ETUC) 1976 yılında düzenlendiği kongrede belirlediği hedef doğrultusunda, haftalık çalışma süresini 35 saate indirmektir. Bu hedef uyarınca Almanya, metal işkolunu da kapsayan kimi işkollarında haftalık çalışma saatini 35 saate düşürmüştür. Diğer Avrupa ülkelerinde ise haftalık çalışma saatleri aşağıdaki gibidir:

**Tablo 4.2.** Avrupa Ülkelerinde Çalışma Süreleri

|           |           |
|-----------|-----------|
| Hollanda  | 36 saat   |
| Danimarka | 37 saat   |
| Belçika   | 37 saat   |
| İngiltere | 37 saat   |
| Norveç    | 37,5 saat |
| Fransa    | 39 saat   |
| Portekiz  | 40 saat   |

Haftalık çalışma saatleri Türkiye'de 45, Amerika ve Japonya'da 40 saattir.

## **4.2. Çalışma Biçimleri**

Çalışma biçimleri, zaman ölçütüne göre sınıflandırılacak olursa dört asal biçimden söz edilebilir:

- Tamgün çalışma
- Yarımgün çalışma
- Yoğunlaştırılmış çalışma
- Vardiyalı çalışma

### **4.2.1. Tamgün Çalışma**

Bu çalışma biçimi en yaygın ve en alışılmış çalışma biçimidir. Tamgün çalışma biçiminde pazar günleri ve diğer resmi tatil günlerinde çalışılmaz. Haftada 45 saati aşmayacak şekilde ve genellikle gündüz saatlerinde çalışılır.

### **4.2.2. Yarımgün Çalışma**

Sabah veya öğleden sonra ya da akşam saatlerinde yapılan süresi genellikle günlük yasal çalışma süresinin yansı kadar olan bir çalışma biçimidir. Bu çalışma biçimi, kimi zaman işlerin yığılması nedeniyle ek bir zaman gereksiniminden kaynaklanırken, kimi zaman işlerin azlığı tamgün çalışmayı gereksiz kıldığından gündeme gelmektedir. Yarımgün çalışma günümüz iş dünyasında giderek

yaygınlaşan bir çalışma biçimidir. Bu çalışma biçimi bir yandan çalışanlara, diledikleri gibi kullanabilecekleri bir zaman dilimi kazandırdığı, öte yandan işsizliğin azalmasına katkıda bulunduğu için demokratik kitle örgütlerince desteklenen bir çalışma biçimidir.

#### **4.2.3. Yoğunlaştırılmış Çalışma**

Bu çalışma biçiminde, 5 veya 6 günlük geleneksel haftalık çalışma süresi 3 yada 4 güne sıkıştırılır. Böylece çalışılan gün sayısı azaltılırken günlük çalışma süreleri çoğaltılır.

İngiltere'de 19. yüzyılın ortalarında, ABD'de 2. Dünya Savaşından sonra uygulanmaya başlayan yoğunlaştırılmış çalışma biçimi işgörenlere daha çok boş gün sağlamakla beraber günlük çalışma sürelerinin uzunluğu işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından sakıncalar yarattığından ergonomlarca eleştirilmektedir.

#### **4.2.4. Vardiyalı Çalışma**

Vardiyalı çalışmada, diğer bir tanımla çok ekipli çalışmada 1'den çok ekip söz konusudur. Her ekip "vardiya" olarak tanımlanan belli bir süre çalışır, bu süre sonunda işletmeye gelen diğer ekip işi devralır ve sürdürür. Böylece 1'den çok ekip aynı yerde, aynı işlevleri, ayrımlı saatlerde yaparak, işletmenin tamgün çalışmadan daha uzun süre veya sürekli çalışmasını sağlarlar. Çok ekipli çalışmada, sabit vardiya çalışmasından veya dönüşümlü vardiya çalışmasından söz edilebilir. Sabit vardiya çalışmasında, hep gündüz, hep akşam veya hep gece çalışan ekipler vardır. Dönüşümlü vardiya çalışmasında ise, ekipler belli bir zamansal program içerisinde dönüşümlü olarak sabah, akşam ve gece çalışırlar. Kimi işletmelerde bu iki çalışma biçimi yani sabit ve dönüşümlü çalışma birlikte uygulanır. Çok ekipli çalışmayı kendi içinde üç gruba ayırmak olanaklıdır:

1. Süreksiz sistem
2. Yan sürekli sistem
3. Sürekli sistem



### ***Süreksiz Sistem***

Süreksiz vardiya çalışmasında, işletme günde 24 saatten az çalışır. Genellikle sabah-akşam veya sabah-gece olmak üzere 16 saat süresince sabit veya dönüşümlü çalışılır. Kimi işletmelerde gece vardiyasının süresi 8 saatten az tutulur. Hafta sonlarında ve bayram tatillerinde çalışılmaz. Süreksiz çok ekipli çalışma, iki ekipli veya çift vardiyalı sistem olarak da bilinir. Bu sistem, uygulamaya konması en kolay, yönetsel sorunların en az olduğu sistemdir. Vardiyalı çalışmanın en yoğun olumsuz etkisinin aile yaşamına ve toplumsal yaşama olduğu yadsınamaz. Vardiyalı çalışanlar, eşlerine, çocuklarına ve dostlarına yeterince zaman ayıramamaktan sürekli yakınırlar. Bu sistemin hafta sonlarında ve bayram tatillerinde çalışmama seçeneğini vermesi söz konusu yakınmaları azaltmaktadır. Öte yandan sistemin süreksiz olması, gece çalışmasının sekiz saatin altında tutulmasına olanak tanıyarak, gece çalışmasının neden olduğu sağlıksal sorunların hafiflemesini de sağlayabilir.

Süreksiz sistemde en önemli konu ekiplerin sabit mi, yoksa dönüşümlü mü çalışacaklarına karar vermektir. Sabit çalışma biçiminde gündüz çalışanlar için vardiyalı çalışmanın getirdiği ek olumsuzluklar doğaldır ki söz konusu değildir. Ancak akşam veya gece çalışanlar için vardiyalı çalışmanın sorunları gündeme gelecektir. Eğer kimi kişiler akşam veya gece vardiyasında gönüllü olarak çalışmak istiyorlar ve akşam veya gece vardiyasında sürekli çalışmanın ailesel ve toplumsal yaşantıları bakımından bir sorun yaratmayacağını düşünüyorlarsa sabit çalışma biçimi uygun bir çözüm yoludur. Bu yol hem yönetsel hem toplumsal sorunların azalmasını sağlayacaktır. Ancak sağlıksal sorunlar özellikle sabit gece çalışmasında-kişilerin biyolojik yapılarına ve uyum yeteneklerine bağlı olarak varlıklarını sürdürecektir.

### ***Yarı Sürekli Sistem***

Bu sistemde işletme günde 24 saat çalışır. Hafta sonlarında ve bayramlarda çalışılmaz. Genellikle 3 vardiya ve 3 ekip söz konusudur. Ekipler sabit ya da dönüşümlü olarak sabah, akşam veya gece vardiyasında çalışırlar. Bu sistemde de hafta sonlarında ve bayram tatillerinde çalışılmaması, vardiyalı çalışmanın aile yaşamına ve toplumsal yaşantıya verdiği dokuncaları hafifletmektedir. Ancak hafta içinde işletmenin aralıksız çalışması, gece çalışmasının azaltılmasına ekip sayısı

artırılmadığında olanak tanımadığından, sağlıksal sorunların ortaya çıkmasına yol açabilir.

### ***Sürekli Sistem***

Sürekli çok ekipli çalışmada, işletme günde 24 saat, haftada yedi gün, bayram tatilleri dahil aralıksız çalışır. En az dört ekip, çoğunlukla da dört veya yedi ekip sabit veya dönüşümlü olarak çalışırlar. Ekiplerin dinlenme günleri, birbirinden farklıdır ve çok doğaldır ki cumartesi ve pazar dışındaki günlere de rastlayabilmektedir. Sürekli sistem, üretim kapasitesinden en üst düzeyde yararlanma şansı tanıyan, üretim etmenlerinin en uygun kullanımına olanak veren, işletmeye geniş açılımlar sağlayan bir sistemdir. Ancak aynı zamanda örgütlemesi ve yönetimi en zor olan ve kapsamında, çalışanlar için en olumsuz öğeler barındıran bir sistemdir.

Bu çalışmada yapılan açıklamalar ve geliştirilen model sürekli sisteme yöneliktir.

## **4.3. Zaman Çizelgeleme Modeli Örnekleri**

### **4.3.1. Değişkenler**

Çoklu vardiya düzeninin zamansal yapısının, vardiyalı çalışmanın olumsuzluklarının çok yoğun ya da daha az yoğun yaşanmasında önemli payı vardır. Ergonomik normlara uygun olarak kurgulanmış zamansal çizelgeler olumsuzlukları azaltırken, ergonomik normlar göz önüne alınmadan tasarlanmış zamansal çizelgeler ise bu olumsuzlukları çoğaltacaktır [25].

Çoklu vardiya çalışmasının zamansal yapısını aşağıdaki değişkenler belirler:

- Vardiya başlangıç ve bitiş saati
- Vardiya süresi
- Vardiya dönüşüm yönü
- Vardiya dönüşüm hızı

Bu değişkenlerin değişik bileşimleri kullanarak birbirinden ayrımlı zaman çizelgeleme modelleri oluşturulabilir. Bu modellerden hangisinin daha iyi olduğu ise ulaşılmağ istenen amaca bağlıdır. Örneğin amaçlar sağlıklı sorunları en aza indirmekse hızlı dönüşümlü modeller doğru modellerdir. Eğer amaçlanan ebeveyn çocuk ilişkilerini güçlendirmek ise doğru modeller, serbest zamanı ve hafta sonu tatillerini ençoklaştıran modeller olacaktır. Kısacası bu değişkenlere verilecek değerleri varılmak istenen amaç belirleyecektir. Bu çalışmada sağlıklı sorunları enazlayacak modeller geliştirmek amaçlandığından değişkenlere verilen değerlerde ergonomik normlar baskın rol oynamıştır.

### ***Vardiya Başlangıç ve Bitiş Saati***

Modelin vardiya başlangıç ve bitiş saatleri, kronobiyolojik araştırmalardan yola çıkarak, insanın diriminin (uyanıklılığının) en düşük düzeyde olduğu saat 03-00 ile 04.00 arasını vardiya değişiminin hareketliliğine rastlatmak ve gece çalışması yapanların dinlendirici gece uykusundan belli düzeyde yararlanmalarını sağlamak amacıyla aşağıdaki gibi saptanmıştır:

Sabah vardiyası : 04.00 - 12.00

Akşam vardiyası : 12.00 -20.00

Gece vardiyası : 20.00 - 04.00

### ***Vardiya Süresi***

Modelde bir vardiya süresi, ergonomik normlar temel alınarak, yasal düzenlemeler ve örgütsel alışkanlıklar göz önünde bulundurularak "8" saat olarak kabul edilmiş ve buna bağlı olarak da ekip sayısı "4" olarak belirlenmiştir

### ***Vardiya Dönüşüm Yönü***

Araştırmanlar uykuda "avans" olgusunun söz konusu olamayacağını ileri sürmektedirler. Yani gece alınacak yetersiz uykuyu gidermek, diğer bir anlatımla gece ortaya çıkacak uyku ağığını kapatmak amacıyla önceden bir süre uyumanın gelecekteki uyku ağığını kapatmada hiç bir yaran olmamaktadır. Uyku ağığı, ancak uyku ağığı oluştuktan sonra alınacak uykuyla kapatılabilmektedir. Ergonominin bu

bulgusundan yola çıkarak modelde ileriye dönüşüm yani saat yönü temel alınmıştır. Öte yandan vardiya değişimlerinde, geriye dönüşümlü saat sistemi, çalışanlara, en az "8" saat dinlenme payı bırakırken; ileriye dönüşümlü saat sistemin, en az "24" saat dinlenme payı sağladığı göz önünde bulundurulmuştur.

#### ***Vardiya Dönüşüm Hızı***

Araştırmalar, uzun ardaşık (birbirini izleyen) gece çalışmalarında ortaya çıkan "uyku açığı" ve bunun yol açtığı aşın yorgunluk nedeniyle yavaş dönüşümlü saat sistemleri yerine hızlı dönüşümlü saat sistemlerinin yeğlenmesini ve gece çalışmasının 2 ya da 3 geceyi geçmemesini önermektedirler. Bu öneriye uyularak modelde blok uzunluğu (aynı tür ardaşık vardiya sayısı) 1,2, ya da 3 gün olarak belirlenmiştir.

#### **4.3.2. Modelin Sayısallaştırılması**

Modelde vardiya başlangıç ve bitiş saati, vardiya süresi ve vardiya dönüşüm yönü değişkenleri tek değerli olarak saptanmıştır. Model.blok uzunluğunun çeşitli değerlerinin belirlediği belli sayıdaki çeşitlemeden oluşmaktadır.

Dinlenme süresinin, sabah, akşam ve gece vardiyası sürelerinin, her ekip için eşit olabilmesi için, ekip sayısı 4 olduğundan, belli bir zaman dilimi içindeki, dinlenmeye, sabah, akşam ve gece vardiyasına ilişkin blok

Minors yaptığı araştırmalara dayanarak, gece alınacak 4 saatlik uykuya gündüz saatlerinde eklenecek 4 saatlik bir uykunun, sağlık sorunlarını ortadan kaldıracağını savlamaktadırÇoklu vardiya düzeninin zamansal yapısının, vardiyalı çalışmanın olumsuzluklarının çok yoğun ya da uzunluklarının veya blok uzunlukları toplamının birbirine eşit olması gerekmektedir. Ayrıca bu belli zaman diliminin, her ekip için, her zaman, haftanın aynı gününde başlayıp aynı gününde bitmesi için, söz konusu zaman diliminin, haftanın gün sayısının, yani 7'nin katlarından oluşması gerekmektedir.

Bu gerekliliklerden kalkarak aşağıdaki matematiksel bağlantı kurgulanmış ve bu bağlantı aracılığıyla vardiya çevrim süreleri bulunarak zaman çizelgeleme modeli örnekleri geliştirilmiştir.

$$C = 7 \times \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (4.1)$$

$C$ = Çevrim Süresi (Bir ekibin aynı vardiya türünde ve haftanın aynı gününde yeniden çalışmaya başlamasına değin geçen süre)

$m= 1,3,4$ , (Blok Uzunluklarının Toplamını Eşitleyen'Bir Blok Türüne ilişkin Blok Sayısı)

- $m= 1$  (Blok uzunlukları eşit alındığında, yani blok uzunlukları örneğin "2-2-2-2" biçiminde olduğunda)
- $m= 4$  (Blok uzunlukları birbirinden farklı alındığında, yani blok uzunlukları örneğin, "2-2-2-3" biçiminde olduğunda)
- $m= 3$  (Blok uzunlukları birbirinden farklı ve blok uzunlukları toplamı sıradan sıraya değiştirildiğinde, yani blok uzunlukları örneğin "2-2-2-3/2-2-3-2/3-3-2-2" biçiminde olduğunda)

$a_{ij}$  = Blok uzunlukları

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \text{ Blok uzunlukları matrisi}$$

- $a_{11} \quad a_{21} \quad a_{31} \quad a_{41}$  : Dönüşüm süresine bağlı olarak ardışık dinlenilen gün sayısını ( Dinlenme blok uzunluğu)
- $a_{12} \quad a_{22} \quad a_{32} \quad a_{42}$  : Dönüşüm süresine bağlı olarak ardışık sabah vardiyası ayısını ( Sabah vardiyası blok uzunluğu)
- $a_{13} \quad a_{23} \quad a_{33} \quad a_{43}$  : Dönüşüm süresine bağlı olarak ardışık akşam vardiyası sayısını (akşam vardiyası blok uzunluğu )
- $a_{14} \quad a_{24} \quad a_{34} \quad a_{44}$  : Dönüşüm süresine bağlı olarak ardışık gece vardiyası sayısını (gece vardiyası blok uzunluğu)

#### 4.3.3. Çizelgeleme Örnekleri

Geliştirilen model örneklerinde temel olarak alınan değerler şöyledir:

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| Sabah vardiyası başlangıç saati  | :04:00   |
| Akşam vardiyası başlangıç saati  | :12:00   |
| Gece vardiyası başlangıç saati   | :20:00   |
| Günlük çalışma süresi            | :8 saat  |
| Ortalama haftalık çalışma süresi | :42 saat |
| Yıllık dinlenmes süresi          | :91 gün  |

#### Örnek 4.1 (Dönüşüm Hızı: 1-1-1-1, Ekip Sayısı:4)

**Tablo 4.3.** Örnek 4.1 Vardiya Sonuçları

| Haftanın Günleri | Dinlenme | Sabah | Akşam | Gece |
|------------------|----------|-------|-------|------|
| 1 Pazartesi      | D        | C     | B     | A    |
| 2 Salı           | A        | D     | C     | B    |
| 3 Çarşamba       | B        | A     | D     | C    |
| 4 Perşembe       | C        | B     | A     | D    |
| 5 Cuma           | D        | C     | B     | A    |
| 6 Cumartesi      | A        | D     | C     | B    |
| 7 Pazar          | B        | A     | D     | C    |
| 8 Pazartesi      | C        | B     | A     | D    |
| 9 Salı           | D        | C     | B     | A    |
| 10 Çarşamba      | A        | D     | C     | B    |
| 11 Perşembe      | B        | A     | D     | C    |
| 12 Cuma          | C        | B     | A     | D    |
| 13 Cumartesi     | D        | C     | B     | A    |
| 14 Pazar         | A        | D     | C     | B    |
| 15 Pazartesi     | B        | A     | D     | C    |
| 16 Salı          | C        | B     | A     | D    |
| 17 Çarşamba      | D        | C     | B     | A    |
| 18 Perşembe      | A        | D     | C     | B    |
| 19 Cuma          | B        | A     | D     | C    |
| 20 Cumartesi     | C        | B     | A     | D    |
| 21 Pazar         | D        | C     | B     | A    |
| 22 Pazartesi     | A        | D     | C     | B    |
| 23 Salı          | B        | A     | D     | C    |
| 24 Çarşamba      | C        | B     | A     | D    |
| 25 Perşembe      | D        | C     | B     | A    |
| 26 Cuma          | A        | D     | C     | B    |
| 27 Cumartesi     | B        | A     | D     | C    |
| 28 Pazar         | C        | B     | A     | D    |

Çevrim süresi : 28 gün

Dinlenme süresi : 7 gün

Cumartesi'ye gelen dinlenme : 1 kez

Pazar'a gelen dinlenme : 1 kez

Cumartesi ve Pazar'ı kapsayan dinlenme : 0 kez

A:1. Ekip, B: 2. Ekip, C: 3. Ekip, D:4. Ekip

**Örnek 4.2 (Dönüşüm Hızı: 1-1-2-3/1-2-3-1/2-3-1-1/3-1-1-2, Ekip Sayısı: 4)**

**Tablo 4.4. Örnek 4.2 Vardiya Sonuçları**

| Haftanın      | Dinlenm | Sabah | Aksam | Gece |
|---------------|---------|-------|-------|------|
| 1. Pazartesi  | D       | C     | B     | A    |
| 2. Salı       | A       | D     | C     | B    |
| 3- Çarşamba   | B       | A     | D     | C    |
| 4. Perşembe   | B       | A     | D     | C    |
| 5. Cuma       | C       | B     | A     | D    |
| 6. Cumartesi  | C       | B     | A     | D    |
| 7. Pazar      | C       | B     | A     | D    |
| 8. Pazartesi  | D       | C     | B     | A    |
| 9. Salı       | A       | D     | C     | B    |
| 10. Çarşamba  | A       | D     | C     | B    |
| 11. Perşembe  | B       | A     | D     | C    |
| 12. Cuma      | B       | A     | D     | C    |
| 13- Cumartesi | B       | A     | D     | C    |
| 14. Pazar     | C       | B     | A     | D    |
| 15. Pazartesi | D       | C     | B     | A    |
| 16. Salı      | D       | C     | B     | A    |
| 17. Çarşamba  | A       | D     | C     | B    |
| 18. Perşembe  | A       | D     | C     | B    |
| 19. Cuma      | A       | D     | C     | B    |
| 20. Cumartesi | B       | A     | D     | C    |
| 21. Pazar     | C       | B     | A     | D    |
| 22. Pazartesi | D       | C     | B     | A    |
| 23. Salı      | D       | C     | B     | A    |
| 24. Çarşamba  | D       | C     | B     | A    |
| 25. Perşembe  | A       | D     | C     | B    |
| 26. Cuma      | B       | A     | D     | C    |
| 27. Cumartesi | C       | B     | A     | D    |
| 28. Pazar     | C       | B     | A     | D    |

|                                              |                        |
|----------------------------------------------|------------------------|
| Çevrim süresi                                | : 28 gün               |
| Dinlenme süresi                              | : 7 gün                |
| Cumartesi'ye gelen dinlenme                  | : Her Ekip için Farklı |
| Pazar'a gelen dinlenme                       | : Her Ekip için Farklı |
| Cumartesi ve Pazar'ı kapsayan dinlenme       | : Her Ekip için Farklı |
| A:1. Ekip, B: 2. Ekip, C: 3. Ekip, D:4. Ekip |                        |

#### 4.3.4. Vardiya Tasarımında Yöneylem Tekniklerinin Kullanılması

##### Örnek 4.3

Nöbet çizelgelerindeki organizasyon güçlükleri ve farklı kesimlerin çelişen hedeflerini uzlaştırmak için matematiksel modeller çok uygundur. Literatürde bu konuda ağırlıklı olarak hastane personelinin nöbet çizelgelerinin düzenlenmesini esas alan matematiksel modellere rastlanır. Özellikle hastane giderlerinde ücretin payı büyüktür. Öte taraftan 24 h ve 7 gün boyunca sürekli hizmet vermek durumu, çalışanların ihtiyaç ve isteklerinin büyük oranda ihmal edilmesine neden olur. İşte bir tarafta verilen hizmetin maliyeti, bir tarafta bu hizmetin gerekli ve yeterli ölçülerde personelce niteliksel ve niceliksel karşılanması ve en nihayetinde çalışanların istek ve ihtiyaçlarının aynı zeminde uzlaştırılması gerekir. Bu konuda geliştirilmiş bir modele kısaca göz atmakta fayda vardır

$X_{ij}$  = i. personel j. gün

$h$  = Mesai süresi

$hX_{jj}$  = j.günde i. kişinin yapacağı mesai süresi

THR = vardiyaya ve kalifikasyona göre ihtiyaç duyulan adam-h

$d_{thr+}$  ,  $d_{thr-}$  = İhtiyaç duyulan adam-h'den sapmalar

$Z$  = Aynı kalifikasyonlu ve aynı vardiyada çalışmaya gönüllü vardiyalı sayısı

$THP_j$  = i. kişinin tercih ettiği haftalık çalışma süresi



$d_{thp+}$  ,  $d_{thp-}$ = i. kişinin tercih ettiği haftalık çalışma süresindeki sapma

$LBN_j$  = j. günde belli bir kalifikasyona ait min. bulunması gereken adam sayısı

$d_{lbn+}$  ,  $d_{lbn-}$  = Gün ve kalifikasyon açısından sapma

$Y$ = j. günde atanabilecek hemşire kapasitesi

$WHP_i$  = i. hemşirenin hafta sonunda tercih ettiği mesai süresi

$d_{whp+}$  ,  $d_{whp-}$  =  $WHP_i$  deki sapmalar

$SDR_{ij}$  = j.gün için i. hemşire tarafından yapılan izin talebi

$d_{sdr+}$  ,  $d_{sdr-}$  = izin talebindeki sapmalar

Kısıt denklemleri sıralanacak olursa;

$$\text{Birinci kısıt: } \sum_{i \in Z} \sum_{j=1}^7 X_{ij} + d_{thr+} - d_{thr-} = THR \quad (4.2)$$

Kelimelerle ifade edilecek olursa; aynı vardiyada çalışan aynı nitelikteki hemşire sayısının ihtiyaç duyulan Adam-h kısıtını karşılaması

$$\text{İkinci kısıt : } \sum_{j=1}^7 hX_{ij} + d_{thp+} - d_{thp-} = THP_i \quad (4.3)$$

Her hemşirenin arzuladığı haftalık çalışma süresini göz önüne alınması

$$\text{Üçüncü kısıt : } \sum_{j \in Z} X_{ij} + d_{lbn-} - d_{lbn+} = LBN_j \quad (4.4)$$

Her gün için ve her ekipte niteliksel, niceliksel minimum sayının tutturulması

$$\text{Dördüncü Kısıt } \sum_{j=6}^7 hX_{ij} + d_{whp-} - d_{whp+} = WHP_i \quad (4.5)$$

Haftasonu çalışması konusunda hemşirelerin tercihlerinin gözönüne alınması

$$\text{Besinci kısıt : } hX_{ij} + d_{sdr-} - d_{sdr+} = SDR_{ij} \quad (4.6)$$

Hafta içi izin taleplerinin değerlendirilmesi

Bu kısıtlar öncelik verilerek ağırlıklandırıldığında ulaşılan amaç denklemi;

$$\text{Min.}Z = P_1 \sum_{i=1}^3 (d_i^- + d_i^+) + P_2 \sum_{i=39}^{52} (d_i^- + d_i^+) + P_3 \sum_{i=4}^7 (d_i^- + d_i^+) + P_4 \sum_{i=18}^{39} d_i^- + P_5 \sum_{i=53}^{54} (d_i^- + d_i^+) \quad (4.7)$$

P<sub>1</sub>: 1. Ağırlıklı öncelik; personel ihtiyacının karşılanması

P<sub>2</sub>: 2. Ağırlıklı öncelik; hafta sonu izin talebinin karşılanması

P<sub>3</sub>: 3. Ağırlıklı öncelik; tercih edilen haftalık çalışma süresinin göz önüne alınması

P<sub>4</sub>: 4. Ağırlıklı öncelik; adam sayısının kritik sayının altına inmemesi

P<sub>5</sub>: 5. Ağırlıklı öncelik; hafta içi izin isteklerinin değerlendirilmesi

Burada öncelik sıralamalarını değiştirerek farklı çözümlere ulaşılabileceği açıktır.

Ancak matematiksel modellerde yukarıda da görüldüğü gibi tamamen sayısallaştırılabilen kısıt ve hedeflerden yola çıkılmaktadır. Yani belli bir zaman dilimi içerisinde "öngörülen işgücü kapasitesi ihtiyacı (talebi)", "Mevcut işgücü kapasitesi (arzu)", "birim işçilik maliyetleri", "belli bir hizmet veya talebin karşılanamaması durumunda birim işçilik başına yok satma maliyeti" verilerinden yola çıkılarak max.hizmet talebinin min. maliyetle karşılanması hedeflenmektedir. Tabi ergonomik çerçevede bu amaç fonksiyonuna "Max. hizmetin min. zorlanma ile karşılanması" kısıt i eklenmek zorundadır. Dolayısıyla bu yukarıdaki modele hem amaç hem de kısıt fonsiyonları açısından yeni değişkenlerin katılmasını şart koşar. Bu tip modellerin eksikliği;

- İnsanın fizyolojik, psikolojik zorlanma sınırlarının kısıtlarda yer vermemiş olması. (Kısmen sayısallaştırılamayan kısıtlar bu konuda önemli rol oynamaktadır.)
- Sisteme "insan" yönünden değil, maliyet ve işgücü dengesinin karşılanması yönünden bakılması, çözümün uygulama şansını azaltmakta, kısmen de olsa imkansızlaştırmakta.

- Bu tip sistemlerin elastikiyeti azdır. Belli bir andaki kısıtlar doğrultusunda hazırlanmış modeller, artan veya değişen ihtiyaç ve istekleri değerlendiremez. Ancak bu konuda geliştirilecek yeni çözüm yöntemleri gibi, bilgisayarların daha aktif kullanımının sağlanması kuşkusuz entegrasyonu hızlandıracaktır.
- Modelin amaç fonksiyonu; "max. hizmetin min. maliyetle karşılanması" formülasyonu,"max. hizmetin min. zorlanma ve min. maliyetle karşılanması" şeklinde değiştirilmelidir.
- Ayrıca kısıtlarda kanuni sınırlamalara da yer verilmesi daha gerçekçi çözümler verecektir.

"Amaç fonksiyonu" açısından konuyu ele alırsak; boyut analizi gereği, ergonomik veri ve kısıtlar, ancak ve ancak "mevcut kapasite"nin hesaplanması esnasında göz önünde bulundurulabilir. Söz konusu mevcut kapasitenin alt ve üst sınırlarını saptamaksa çok değişkenli bir problemidir.

#### **Örnek 4.4**

Örnekten incelenen firmada vardiyalarına göre çalışanlar 3 grupta yer almaktadırlar.

Düzenli tam zamanlı çalışanlar

Düzenli yarı zamanlı çalışanlar

Esnek yarı zamanlı çalışanlar

Düzenli çalışanların her iş günü için belli bir vardiya başlangıç zamanı mevcuttur. Esnek yarı zamanlı çalışanlara ihtiyaç duyulduğunda vardiya yazılmaktadır. Çalışılan her gün için değişik vardiya başlangıç zamanları olabilmektedir.

Full-time çalışanlar 8,5 saat çalışırlar ve yarım saatlik yemek molaları mevcuttur. Part-time çalışanlar herhangi bir uzunluktaki vardiyaya atanabilirler . Beş değişik uzunluk vardiya mevcuttur. ( 4'ten 8,5' saate kadar) Günde 6 saatten veya daha fazla çalışan çalışanın yarım saatlik yemek arası hakkı bulunmaktadır.

Firma 7 gün 24 saat hizmet vermektedir. Düzenli çalışanlar için vardiyalar uzun dönemli belirlenirken esnek çalışan part-time'lar için haftalık belirlenmektedir. İş

gücünün yetersiz kaldığı haftalarda geçici işçiler ya da fazla mesai kullanılmaktadır. Problem uzun dönemli çizelgeleme problemi ele alınması nedeniyle haftalık sapmalar dikkate alınmayacaktır.

Modelde gün 30 dk'lık 48 periyoda bölünmüştür. Hesaplama kolaylığı olması nedeniyle birinci periyot 7:00'da başlar. Bir gün içinde 3 aralık bulunmaktadır. Düzenli çalışanlar bu 3 aralıktan herhangi birinde işe başlarlar ve daha önceden belirlenen uzunluktaki vardiyalarda çalışırlar.

Aşağıdaki tabloda çalışma aralıkları, vardiya başlangıç zamanları ve uzunlukları verilmiştir.

**Tablo 4.5.** Örnek 4.4 Vardiya Başlangıç Zamanları ve Uzunlukları

| Vardiya Türü | Başlangıç Zamanlar                                                                   | Vardiya Uzunluğu                                                                     |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Full-time    | 7:00, 8:00, 9:00<br>15:00, 16:00, 17:00<br>20:30, 21:30, 22:30                       | 8,5 saat (17 periyot)                                                                |
| Part-time    | 7:00, 8:00, 10:00, 11:00<br>13:00, 14:00, 16:00, 17:00<br>19:00, 20:00, 21:30, 22:30 | 4; 5; 6,5; 7,5 ve 8,5 saat bütün başlangıç zamanları için (8,10,13i15 ve 17 periyot) |

Molalar 9. ve 12. periyot arasında herhangi bir periyotta 4 periyot uzunluğunda ( 2 ssat) verilmektedir. Ayrıca her çalışanın haftada 2 gün izin hakkı bulunmaktadır. izin günleri için herhangi bir kısıt bulunmamakla beraber ardışık iki gün ya da izinlerden birinin Cumartesi ya da Pazar olması tercih edilmektedir.

Model için gerekli olan notasyon bilgileri aşağıda yer almaktadır:

İndisler:

$d$  haftanın günleri için indis;  $d = 1, \dots, 7$

$t, s$  gün içerisindeki periyot indisi;  $t = 1, \dots, 48$

$f$  full-time vardiya çeşitleri için indis;  $f = 1, \dots, n^F$

$p$  part-time vardiya çeşitleri için indis;  $p = 1, \dots, n^F$

Parametreler

$c_f$   $f$  full-time vardiyası için haftalık maliyet

$c_p$   $p$  part-time vardiyası için haftalık maliyet

$G_{ft}$   $f$  full-time vardiyası  $t$  periyodunu kapsıyorsa 1, aksi durumda 0

$P_{pt}$   $p$  part-time vardiyası  $t$  periyodunu kapsıyorsa 1, aksi durumda 0

|          |                                                    |
|----------|----------------------------------------------------|
| $D_{dt}$ | $d$ gününde $t$ periyodundaki talep                |
| $k$      | molanın başalayabileceği en erken periyot          |
| $q$      | molanın başalayabileceği en geç periyot            |
| $n^F$    | full-time vardiya sayısı                           |
| $n^P$    | part-time vardiya sayısı                           |
| $p$      | full-time çalışanların part-time çalışanlara oranı |

#### Kümeler

|         |                                                                          |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|
| $B_s^F$ | {j: s ve q periyotları arasında j full-time vardiyası için mola dilimi } |
| $B_s^P$ | {j: s ve q periyotları arasında j part-time vardiyası için mola dilimi } |
| $F_s^F$ | {j: k ve s periyotları arasında j full-time vardiyası için mola dilimi } |
| $F_s^P$ | {j: k ve s periyotları arasında j part-time vardiyası için mola dilimi } |
| $T$     | molaya sahip olan part-time vardiyalarının kümesi                        |
| $M$     | artan sıralamada mola dilimleri için başlangıç periyotları kümesi        |
| $N$     | artan sıralamada mola dilimleri için final periyotlar kümesi             |

#### Karar Değişkenleri

|              |                                                                 |
|--------------|-----------------------------------------------------------------|
| $x_{fd}$     | $d$ gününde $f$ full-time vardiyasına atanana çalışan sayısı    |
| $y_{pd}$     | $d$ gününde $p$ part-time vardiyasına atanana çalışan sayısı    |
| $\beta_{dt}$ | $d$ gününde $t$ periyodunda başlatılan toplam mola sayısı       |
| $w_{sf}$     | $f$ vardiyası için gerekli olan toplam full-time çalışan sayısı |
| $v_p$        | $p$ vardiyası için gerekli olan toplam part-time çalışan sayısı |

#### Amaç Fonksiyonu

$$\text{Min. } z = \sum_{f=1}^{n^F} c_f w_f + \sum_{p=1}^{n^P} c_p v_p \quad (4.8)$$

#### Kısıtlar

$$\sum_{f=1}^{n^F} G_{ft} x_{fd} + \sum_{p=1}^{n^P} P_{pt} y_{pd} - \beta_{dt} \geq D_{dt}, \quad d = 1, \dots, 7, \quad t = 1, \dots, 48, \quad (4.9)$$

$$\sum_{f=1}^{n^F} w_f \geq p \sum_{p=1}^{n^P} v_p, \quad (4.10)$$

$$w_f \geq \frac{1}{5} \sum_{d=1}^7 x_{fd}, f = 1, \dots, n^F, \quad (4.11)$$

$$w_f \geq x_{fd}, f = 1, \dots, n^F, d = 1, \dots, 7, \quad (4.12)$$

$$v_p \geq \frac{1}{5} \sum_{d=1}^7 y_{pd}, p = 1, \dots, n^P, \quad (4.13)$$

$$v_p \geq y_{pd}, p = 1, \dots, n^P, d = 1, \dots, 7, \quad (4.14)$$

$$\sum_{t=k}^s \beta_{dt} - \sum_{f \in F_s^F} x_{fd} - \sum_{p \in F_s^P} y_{pd} \geq 0 \quad \forall s \in N, d = 1, \dots, 7, \quad (4.15)$$

$$\sum_{t=s}^q \beta_{dt} - \sum_{f \in B_s^F} x_{fd} - \sum_{p \in B_s^P} y_{pd} \geq 0 \quad \forall s \in M, d = 1, \dots, 7, \quad (4.16)$$

$$\sum_{f=1}^{n^F} x_{fd} + \sum_{p \in T} y_{pd} - \sum_{t=k}^q \beta_{dt} = 0, d = 1, \dots, 7, \quad (4.17)$$

$$w_f \geq 0, v_p \geq 0, \beta_{dt} \geq 0, x_{fd} \geq 0, y_{pd} \geq 0 \quad \forall t, k, p, d \quad (4.18)$$

Amaç fonksiyonu (4.8) haftalık iş gücü maliyetini minimize etmeyi amaçlar.

1. kısıt fonksiyonu (4.9) her periyottaki talebi karşılaması gereken net işgücü için oluşturulmuştur.

2. kısıt fonksiyonu (4.10) part-time çalışan sayısını sınırlama için oluşturulmuştur.

3., 4., 5. ve 6. kısıt fonksiyonları (4.11), (4.12), (4.13) ve (4.14) izin günleri ile ilgili kısıtlar için oluşturulmuştur.

7., 8. ve 9. kısıt fonksiyonları (4.15), (4.16) ve (4.17) mola periyotları ile ilgili kısıtlar için oluşturulmuştur.

## **5. UYGULAMA**

### **5.1. İncelenen Firma Hakkında Genel Bilgiler**

1999 yılı Ekim ayında çağrı merkezi sektöründe faaliyet göstermeye başlayan şirket, telekomünikasyon, medya, internet, otomotiv gibi alanlarda Türkiye'nin önde gelen markalarına “Müşteri Etkileşim Merkezi” olarak hizmet vermektedir.

Şirket, müşterilerini anlamak, ihtiyaçlarını hissetmek ve hayatlarını kolaylaştırmak üzere yapılandırılmıştır. İş ortaklarını hedeflerine ulaştırmak için, hızlı, etkin ve kaliteli süreçler geliştirerek sürekli değişen dış dünya ve rekabet koşulları karşısında değişimin bir parçası olmak ve süreçlerini bu doğrultuda adapte etmek yaklaşımıyla ilerlemektedir.

Değişimi yönetebilen ve hizmetlerinde fark yaratan yetkin insan kaynağı ve yüksek bilgi birikimi ile şirket, temel müşteri hizmetlerinin yanı sıra telesatış, tele pazarlama, internet tabanlı işlemlerde de müşterilerine alternatif çözümler sunan bir iş ortağı haline gelmiştir.

Müşteri ihtiyaçlarına göre sürekli kendini geliştiren yapısı doğrultusunda son olarak Web, IVR, SMS (kısa mesaj) gibi self-servis kanalları ve e-posta yanıtlama operasyonlarını da bünyesine katan şirket, yüz yüze kanallar hariç tüm müşteri iletişim noktalarının yönetimini tek merkezde toplayarak, Türkiye'nin en kapsamlı “Müşteri Etkileşim Merkezi” olma özelliği ile çalışmalarını sürdürmektedir. Hizmet verdiği kurumsal müşterilerinin nihai müşterilerine, entegre hizmet stratejisi çerçevesinde tasarlanan tüm erişim kanalları şirket hizmetleri altında birleştirilmiş ve böylece çağrı merkezinden, çok kanallı “Müşteri Etkileşim Merkezi”ne dönüşüm sürecinde önemli bir adım atılmıştır.

“Müşteri Etkileşim Merkezi” bu yeni yapısıyla, nihai müşterilerin kanal kullanım alışkanlıklarını takip etme, deneyimlerindeki memnuniyeti ölçme ve ihtiyaçlarını

analiz edebilme yetkinliklerine sahip olmuştur. Bu özellikleri ile iş ortaklarının belirleyeceği stratejilerde önemli rol oynamaktadır.

Şirket, müşterilerine stratejik avantaj kazandıran MİY (Customer Relationship Management – Müşteri İlişkileri Yönetimi) hizmetleri, Kampanya Yönetimi, Veri Analizi gibi katma değerli hizmetlerin yanı sıra Şikayet ve Bilgi Yönetimi, Dış Arama, E-posta Yanıtlama, Veri Girişi ve Güncelleme, Tele Ödeme, Tele Satış, Sesli Yanıt Sistemleri gibi temel ürünleri de iş ortaklarına sunmaktadır.

Şirket, “Müşteri Etkileşim Merkezi” bileşenlerinin tamamını bünyesinde bulundurarak, genç ve dinamik kadrosunun desteği, yüksek performanslı takım anlayışı, güncel ve esnek teknolojik altyapısı ve etkin süreçleri doğrultusunda müşteriye sunduğu çözümlerle rekabette fark yaratmaktadır.

Bugünün ve yarının rekabet koşulları göz önüne alındığında; Kurumsal Entegrasyonu sağlayan, birden fazla sektörde tecrübe kazanmış, marka kültürünü yaratan ve yansıtabilen çağrı merkezlerinin (Call Center) öne çıkacağı kaçınılmazdır. Şirket, bu özelliklerin yanı sıra; yaratıcı, pazar trendlerini izleyen, yöntem ve organizasyon geliştiren yapısı ile, Müşteri Etkileşim Merkezi misyonu ile "Çağrı Merkezi" sektöründe hizmet vermektedir.

Şirketin “Kalite Yönetimi Sistemi”, 2001 yılının Mart ayı itibarıyla ISO 9001 “Kalite Güvence Sertifikası”yla onaylanmıştır. Şirket, sahip olduğu ISO 9001 Kalite Güvence Sertifikası'nın sürekliliğini, iyileştirme çalışmaları ve düzenli incelemeler ile sağlamaktadır. Böylelikle iç ve dış müşterilerini, verdiği hizmete paralel olarak Kalite Yönetimi konusunda memnun etmekte ve güvence altına almaktadır.

Sektöründe lider bir kuruluş olan şirketin müşterilerinde "kaliteli firma" izlenimi bırakmasındaki en büyük pay, ISO 9001 ile sağlanan güçlü bir kalite altyapısının üzerine kurulmaya çalışılan "Toplam Kalite Yönetimi" anlayışıdır.

Şirket, ISO'nun Yöntem Kontrol, Muayene, Deney ve Müşteri Şikayetleri maddelerine ayrıca özen göstererek etkili çözümler geliştirmiştir. Şirketin ürettiği hizmetin kalitesine yönelik 8 adet “Kalite Kontrol” kriteri bulunmaktadır. Bu kriterler;

Teknik alt yapıya yapılan yatırımlarla;



1. Gelen/giden tüm çağrıların kayıt altına alınarak geriye dönük kontrollerin sağlanması,
2. Tüm çağrılarda real time kontrollerle hizmetin oluşum anında kontrolü,
3. Aylık Sınavlarla Müşteri Temsilcileri Bilgi yeterliliği ölçümü,
4. (Gizli) Müşteri aramaları ile verilen hizmetin kendi içinde kontrolü,
5. Kalite Birimi tarafından belli periyotlarla dinlenen konuşma kayıtları,
6. Operasyon Takım Liderleri tarafından her Müşteri Temsilcisi'nin günde en az bir görüşmesinin dinlenilmesi,
7. Ses kalitesini sağlamaya yönelik Gürültü Ölçümleri,
8. Yılda bir kez yapılan Müşteri Temsilcisi Genel Yeterlilik Sınavları.

MGP (Memnuniyet Gelişim Platformu) adı altında;

Müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik araştırmaların yanı sıra, operasyonlara iletilen müşteri şikayetlerini ortak bir veri tabanında (database) toplanarak tüm şikayetlerin takibi elektronik ortamda yapılmaktadır. Böylece alınan çözümlerin "etkinlik" kontrolünün tüm çalışanlarca yapılması sağlanmaktadır.

ISO 9001-2000 versiyonu çalışmaları kapsamında; süreçlerle yönetim sistemini hayata geçirmiştir. ISO 9001 ile başlayan ve gelişimini sürekli devam ettiren bir diğer süreç olan “Öneri Sistemi” ile yalnızca şirket süreçlerinde değil hizmet verdiği müşterilerin süreçlerinde de iyileştirmeler sağlamaktadır. Öneri Sistemi’ne teşvik amacıyla hazırlanan afiş, broşür, öneri kutuları ve ayın önerisi yarışmaları ile sistem çalışanlara cazip hale getirilmiş ve bir yıl içinde çalışan başına en az bir öneri hedeflenmiştir.

Şirketin vizyon, misyon ve değerlerini incelersek;

- Vizyon : Çalışanlarımız, teknolojimiz ve iş anlayışımız ile pazara yön veren lider şirket olmak.
- Misyon : Müşterilerimizin iş kollarına odaklanmalarını sağlamak.

- Değerler :
- Güvenilir Olmak - Yapabileceğimizi söyler, söylediğimizi yaparız.
- Müşteri Odaklılık - Müşterilerimize sürekli olarak ihtiyaç ve beklentilerinin ötesinde hizmet sunarız.
- Değişim Odaklılık - Geleceğe dönük yüzümüzle gelişmeleri ön görür, değişimleri hızla yönetiriz.
- Hedef Odaklılık - Yüksek performanslı bir takım olarak koyduğumuz hedeflere hızla ulaşırız.
- Fark Yaratmak - Düşüncelerimizde sınır tanımadan geleceği biz şekillendirir, fark yaratırız.

#### ***Çağrı Merkezi Tarafından Sunulan Hizmet ve Çözümler***

Satış Öncesi Çözümler: Pazarlama ve satış süreçlerinin temel aşamasını oluşturan hedef kitle belirlenmesini destekleyecek çözümler sunulmaktadır.

Şirketlerin pazarlama stratejileri doğrultusunda yeni potansiyel müşterilerin belirlenerek sıcak satışa hazır hale gelmesi ve firmaların varolan müşterilerinin değerinin açığa çıkartılmasına yönelik çözümleri içermektedir.

Alternatif Satış Kanalı Çözümleri: Şirketlerin yüz yüze ve e-ticaret satış kanallarına alternatif olarak, maliyet ve/veya rekabet avantajı sağlamaya yönelik çözümler sunulmaktadır.

Şirketlerin varolan ya da potansiyel müşterilerine telefon, SMS (kısa mesaj), e-posta gibi alternatif kanallardan ulaşarak yüz yüze satış etkinliği ve verimlilik odağıyla destekleyen alternatif satış çözümlerinin bütünüdür.

Müşteri Sadakat Çözümleri: Şirketlerin varolan müşterilerini elde tutmalarına ve değerini artırmalarına yönelik satış sonrası süreçlerini destekleyen çözümler sunulmaktadır.

Varolan müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerinin anlaşarak ürün/hizmet çeşitlilikleri ve müşteri hizmetleri uygulamaları ile ilgili bilgilendirmeye yönelik çözümler, müşteri sadakatini sağlama sürecinin ilk adımını oluşturmaktadır.

Satış sonrası süreçte müşterilerin tüm sorularının yanıtlanması ve sorunlarına çözüm getirilmesi, ürün ve hizmetler ile ilgili memnuniyet düzeylerinin düzenli olarak izlenmesi ve sonuçlarının pazarlama sürecine geri dönüş sağlamasına yönelik çözümlerin bütünüdür.

**Risk Yönetimi** : Şirketlerin belirli müşterilerinden kaynaklanabilecek ve uzun vadeli karlılıklarını olumsuz etkileyebilecek faaliyetleri önlemeye / gidermeye yönelik olarak konumlandırılan çözümlerdir. Müşterilerin ödemelerinin takibine, bu takip doğrultusunda bilgi verilmesine ve abonelik / üyelik iptallerinin en aza indirilmesine yönelik çözümlerin bütünüdür.

### ***Organizasyon Yapısı***

- İnsan Kaynakları Departmanı
  - Organizasyonel Yönetim Bölümü
  - Eğitim ve Gelişim Bölümü
  - Personel İlişkileri ve Bordro Bölümü
- Finans Departmanı
  - Muhasebe ve Hazine Bölümü
  - Planlama ve Raporlama Bölümü
  - İdari İşler Bölümü
- Teknik Operasyonlar Departmanı
  - Bilgi sistemleri Bölümü
  - Teknoloji Hizmetleri
- Müşteri İlişkileri Yönetimi ve İş Geliştirme Departmanı

- Tüketim Bilişim MİY Bölümü
  - Kurumsal MİY Bölümü
  - Bireysel MİY Bölümü
  - İş Geliştirme Bölümü
  - Müşteri Deneyimi Bölümü
- Kurumsal Yönetimi ve Stratejik Planlama Departmanı
  - Bilgi ve Süreç Takip Bölümü
  - Bilgi Güvneliği Bölümü
  - 6 Sigma Projler Bölümü
  - Organizasyonel Süreçler ve Kalite Bölümü
  - Stratejik Planlama ve Performans İzleme Bölümü
- Operasyon Yönetimi Departmanı
  - Planlama ve Raporlama Bölümü
  - Halkalı Operasyon Yönetimi
  - İzmir Operasyon Yönetimi

Organizasyon yapısında genel olarak 3 kademeli bir hiyerarşik yapı mevcuttur. Departmanlar altında yer alan Bölümler Genel Müdür Yardımcılarına bağlı bulunmaktadır ve Bölüm Yöneticileri tarafından yönetilmektedir. Bölümler altında takımlar yer almakta ve takım yöneticileri bölüm yöneticilerine bağlı olarak çalışmaktadır. Takımlarda bulunan Takım Üyeleri Takım Yöneticisine bağlı olarak görev ve sorumluluklarını yerine getirmektedir.

Halkalı Operasyon Yönetimi Bölümünün çok geniş olması ve bu nedenle yaşanan yönetsel güçlükler dolayısıyla 5 kademeli hiyerarşik yapı mevcuttur. Hiyerarşik yapı aşağıdaki gibidir:

Operasyon Yönetimi Genel Müdür Yardımcısı

Operasyon Yönetimi Bölüm Yöneticisi

Fonksiyonel Takım Yöneticileri

Takım Yöneticileri

Takım Liderleri

Müşteri Temsilcileri

Benzetim çalışmasında uygulama yapılan Çağrı Merkezi, Halkalı Operasyon Yönetimi Bölümü altında, Tüketim ve Bilişim Fonksiyon Takım Yöneticiliğine bağlı olarak faaliyetlerini sürdürmektedir.

## **5.2. Uygulama Yapılan Çağrı Merkezi Operasyonu Hakkında Genel Bilgiler**

### **5.2.1. Kurumsal Müşteri**

Uygulama yapılan firmanın çağrı merkezi hizmetlerini karşıladığı Kurumsal Müşterisi 1995 yılında kurulmuştur. Kurumsal Müşteri Network (Ağ) Servis Sağlayıcı olarak internet temelli hizmetler, hosting (barındırma), güvenlik, danışmanlık ve IP (internet protokol) temelli ağ yönetim hizmetlerinin yanı sıra uydu, mobitex ve mobil platform uygulamalarını da sunmaktadır. Türkiye'nin en büyük özel IP ağına sahiptir. Danışmanlık hizmeti ile Servis Düzeyli Anlaşmalar da imzalamaktadır.

Kurumsal Müşteri yalnızca yerel bir internet servis sağlayıcı olarak kalmayıp Türkçe konuşulan ülkelerde de marka olmak yolunda girişimlerde bulunmaktadır. Bu projenin ilk ayakları Almanya, Azerbaycan ve Kıbrıs'da hayata geçirilmiştir.

1 Ocak 2004 tarihinde gerçekleşen serbestleşme adımı paralelinde alternatif telekom operatörü olarak hizmet sunma yönünde hazırlıklarını tamamlayan Kurumsal Müşteri, almış olduğu A tipi lisans ile bireysel ve kurumsal bazda telekom çözümlerini kullanıcılarla buluşturuyor. IP alanında sahip olduğu altyapı ve bilgi

birikimiyle telekom pazarında iddialı olan firma öncelikle kurumsal kullanıcılara internet üzerinden milletlerarası ve şehirlerarası ses hizmeti verecek.

Kurumsal Müşteri , telekom servisleri ile, bireysel ve kurumsal kullanıcıların iletişim ihtiyaçlarına yönelik, iletişim teknolojilerine dayalı entegre çözümler üretmeyi hedeflemektedir.

Kurumsal Müşteri Hizmet Hattı, internet erişimi sırasında karşılaşılan sorunların çözümünde, abonelerinin en büyük yardımcısı olarak haftanın 7 günü 24 saat kesintisiz hizmet vermek üzere uygulama yapılan firma işbirliği ile kurulmuştur.

- Abonelik öncesi de dahil olmak üzere, abonelik süreci ve abonelik iptalinden sonraki dönemlerde oluşabilecek sorunlara “Hizmet Hattı” ile destek sağlamaktadır.
- Kurumsal Müşteri’in ayrıca vermiş olduğu kiralık hat ve web sayfası yayınlama konularında çağrı merkezi üzerinden müşterilere destek sağlayarak, gerekli yerlere yönlendirme yapmaktadır.

### **5.2.2. Kurumsal Müşteriye Sunulan Hizmetler**

Uygulama yapılan firma Kurumsal Müşterisi için aşağıdaki çağrı merkezi hizmetlerini sunmaktadır:

- İnternet ürünlerinin satışı ve yenilenmesi ile ilgili gelen çağrılarının karşılanması
- Teknik problemler ile ilgili gelen çağrılarının karşılanması
- Bayilerden alınan paketlerin aktivasyonu ile ilgili gelen çağrılarının karşılanması
- Satış işlemleri ile ilgili dış aramaların yapılması
- Borç tahsilatı ile ilgili dış aramaların yapılması
- ADSL kurulumları ile ilgili dış aramaların yapılması

- Sözleşmelerin takip edilmesi
- Telekom hizmetleri ile ilgili gelen çağrılarının karşılanması
- Sesli Yanıt Sistemi (IVR)
- Kısa Mesaj (SMS) Servisi

### **5.2.3. Çağrı Tarafiginin Kontrolü**

Uygulama yapılan firma sözkonusu kurumsal müşterisine ilgili hizmetlerin sunulması için Yalova'da ve İstanbul'da olmak üzere iki şubede faaliyet göstermektedir.

Merkez şube İstanbul Halkalı'da bulunmaktadır. Halkalı merkez şubesinde çalışan Müşteri Temsilcileri dış arama yapanlar ve gelen çağrılarını karşılayanlar olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Gelen çağrılarını karşılayan Müşteri Temsilcileri yeni ürün satışı, ürünlerin sürelerinin uzatılması (yenilenmesi), bayilerden satın alınan ürünlerin aktif hale getirilmesi, teknik problem çağrılarının karşılanması ve Telekom hizmetleri ile ilgili gelen çağrılarının karşılanması işlemlerini gerçekleştirmektedir. Dış arama yapan Müşteri Temsilcileri satış işlemleri, borç tahsilatı, ADSL modem kurulumu, gelen çağrılarda giderilemeyen teknik problemlerin çözümü, sözleşmelerin takip edilmesi ve kısa mesaj hizmetlerini gerçekleştirmektedir. Halkalıda gelen çağrılarını karşılayan Müşteri Temsilcileri aynı zamanda hem satış-aktivasyon hem de teknik çağrılarını karşılayabilmektedir.

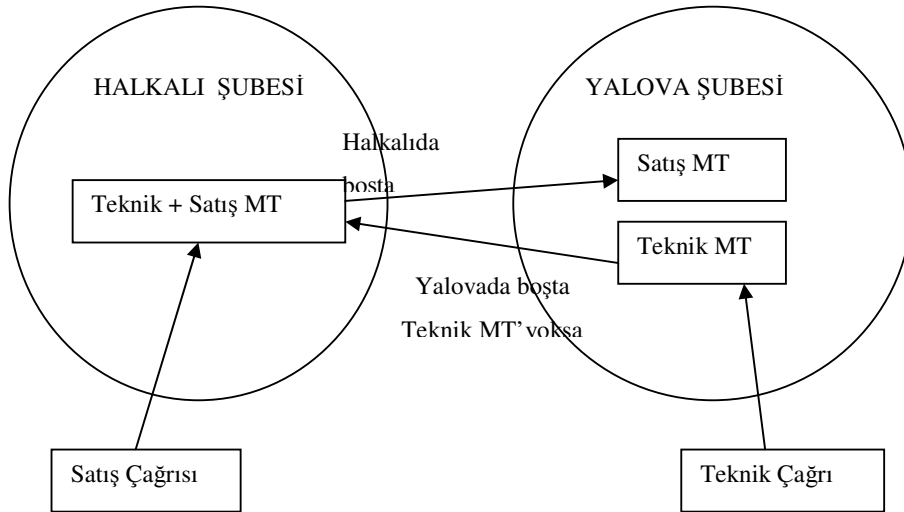
2005 senesinin ilk yarısında Halkalı'ya akan çağrı yoğunluğunun giderek artış göstermesi nedeniyle gelen satış ve teknik çağrılarının dış kaynak tarafından karşılanması kararı alınmıştır. Haziran 2005'te Yalova'da faaliyet gösteren bir firma bünyesinde ikinci bir şube açılarak satış ve teknik çağrılarının dış kaynakla karşılanması sağlanmıştır. Halkalı şubesinden farklı olarak Yalova şubesinde hem teknik çağrılarını hem de satış çağrılarını aynı alan Müşteri Temsilcisi bulunmamaktadır. Yalova şubesinde satış çağrılarını ve teknik çağrılar farklı Müşteri Temsilcileri tarafından karşılanmaktadır.

İki şubeye çağrılarının yönlendirilmesi Halkalı merkez şubesinde bulunan santral tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Santral satış çağrılarını öncelikli

olarak Halkalı'ya yönlendirmektedir. Halkalı şubesinde boşta Müşteri Temsilcisi bulunmuyorsa santral Halkalı şubesinde karşılanamayan satış çağrılarını Yalova şubesindeki boş satış Müşteri Temsilcilerine yönlendirmektedir.

Santral Teknik çağrıları öncelikli olarak Yalova'daki teknik çağrı karşılayan Müşteri Temsilcilerine yönlendirmektedir. Eğer Yalova şubesinde boşta Müşteri Temsilcisi bulunmuyor ise Yalova şubesinden taşan çağrılar Halkalı şubesindeki Müşteri Temsilcilerine yönlendirilmektedir.

İki Şubede de boşta Müşteri Temsilcisi bulunmaması durumunda müşteri tuşladığı işleme göre ( teknik ya da satış) kuyrukta beklemektedir. Yalova ya da Halkalı şubesinde boşta bir Müşteri Temsilcisi olduğu anda Müşteri Temsilcisine bağlanmaktadır.



**Şekil 5.1 : Çağrı Tarfiğinin Kontrolü**

Müşterilerin bazı işlemleri telefonla tuşlayarak gerçekleştirmesini sağlayan Sesli Yanıt Sisteminin kontrolü Halkalı merkez şubesinde gerçekleştirilmektedir. Halkalı merkez şubesinde bir santrale bağlı olarak çalışan sistem üzerindeki değişiklikler Teknik Operasyonlar bünyesindeki Teknoloji Hizmetleri çalışanları tarafından gerçekleştirilmektedir. Kurumsal Müşteri çağrı merkezi yönetimi tarafından Sesli Yanıt Sisteminde müşterilere aktarılması düşünülen kampanya, arıza bilgisi anonsları Teknoloji Hizmetleri bölümüne iletilerek 30 dakika içerisinde devreye alınabilir.



Müşterilerin tuşlayarak yapabileceği işlemler için gerekli sesli yanıt sistemi değişiklikleri işlemin karmaşıklığı ve gerektirdiği güvenlik seviyesine göre en fazla iki gün içerisinde gerçekleştirilebilmektedir.

altında, Tüketim ve Bilişim Fonksiyon Takım Yöneticiliğine bağlı olarak faaliyetlerini sürdürmektedir.

### **5.3. Problem Tanımı**

Teknik çağrıların Yalova'da dış kaynak tarafından karşılanması Haziran 2005'te uygulamaya alınmış fakat Ocak 2006'ya kadar geçen 6 aylık dönemde kalite sorunları ve yönetsel sorunlara çözüm getirilememesi nedeniyle teknik çağrıların merkez şube üzerinden karşılanması ve borç tahsilâtı dış arama, Telekom, Aktivasyon çağrı karşılama hizmetlerinin Yalova şubesine kaydırılması kararı gündeme gelmiştir.

Gerçekleştirilmesi düşünülen bu değişiklik ile birlikte çağrı merkezi üzerinden gerçekleştirilen satış miktarlarının yükseltilmesi hedeflenmiş ve bu doğrultuda Halkalı şubesinde satış ve teknik çağrı karşılayan MT gruplarının ayrılması ve eğitimler ile iki ayrı grubun satış ve teknik yetkinliklerinin artırılarak daha kaliteli hizmet verilmesi planlanmıştır. Bu plan doğrultusunda oluşturulacak yeni organizasyonda satış MT'ler sadece satış çağrısı, teknik MT'ler sadece teknik çağrı karşılayacaktır.

Yalova şubesine akan satış ve teknik çağrıların Halkalı şubesine yönlendirilmesi nedeniyle ve düşünülen yeni organizasyonel yapı ile değiştirilecek çağrı trafiğinin yeniden düzenlenmesi nedeniyle Halkalı şubesinde artacak çağrı yoğunluğunun karşılanması için ne kadar iş gücü kaynağı gerektiğinin araştırılmasına ihtiyaç duyulmuştur.

Buna ek olarak part-time çalışanlara atanan vardiyaların düzensiz olması nedeniyle iç müşteri memnuniyetliliğinin doğması kişiye vardiya atamalarının düzenlenmesini gerektirmiştir.

Belirlenen vardiyalarda ihtiyaç duyulan MT sayılarının bulunabilmesi için aşağıdaki nedenlerden dolayı Benzetim Tekniği uygun bulunmuştur.

- Birim zamanda gelen çağrı sayılarının rastsallık göstermesi
- İşlem sürelerinin rastsallık göstermesi
- Üst yönetim talebi doğrultusunda şu an uygulanmakta olan vardiyalar haricinde vardiyaların modele kolayca eklenebilmesi ve sonuçlarının gözlenmesi

Çalışma koşullarındaki kısıtların 0-1 Tam Sayılı Programlamaya uygun olması nedeniyle kişiye vardiya atama problemi bu teknik ile çözümlenecektir.

#### **5.4. Benzetim Modeli**

##### **5.4.1. Çalışmanın Amacı**

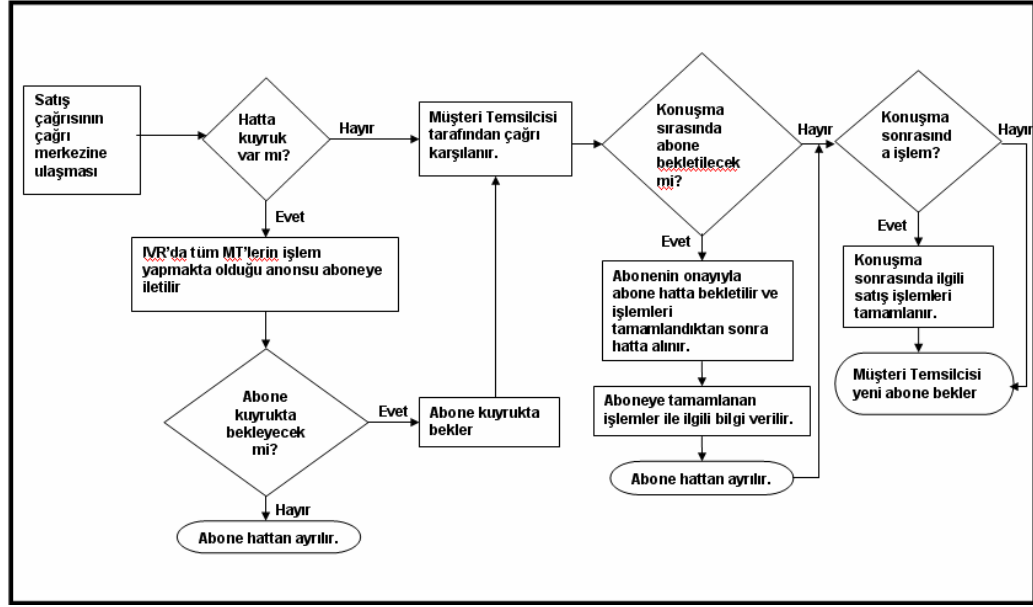
1. Yaşanan organizasyonel değişikliklerin neden olacağı çağrı yoğunluklarının vardiya kapasiteleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi
2. Çalışma koşulları kaynaklı kısıtlar nedeniyle kişilerin vardiya atamalarını düzenlenmesi

##### **5.4.2. Sistem Tanımı**

###### ***Süreçler***

- Çağrı merkezine gelen aramalar ilk olarak Sesli Yanıt Sistemi (IVR) tarafından karşılanır. Müşteri IVR üzerinde telefonda tuşlamalar yaparak kendisi şifre değişikliği, fatura bilgileri gibi işlemleri gerçekleştirir ya da satış ve teknik problemler konusunda destek almak üzere kendisini Müşteri Temsilcisine (MT) aktarır.
- Müşteri kendisini Satış veya Teknik MT'ye aktardıktan sonra IVR sistemi boşta MT olup olmadığını kontrol eder. Eğer boşta MT varsa MT giriş anonsu ile Müşteriyi karşılar.
- Eğer tüm MT'ler başka Müşterilerin işlemine devam ediyorsa IVR sistemi tarafından tüm MT'lerin işlem yapmakta olduğu anonsu yapılır. Müşteri bu aşamada hattan ayrılabilir ya da satış veya teknik çağrı kuyruğunda bekler.

- Müşteri belli bir süre kuyrukta bekledikten sonra da MT'ye ulaşmadan hattan ayrılabilir.
- Çağrı MT'ye ulaştıktan sonra Müşterinin satış işlemi gerçekleştirilir ya da teknik problemi çözülür. Müşteri ile konuşulması sırasında bazen gerekli testlerin yapılması veya satışla ilgili provizyon alınması için Müşterinin izni alınarak Müşteri hatta bekletilir. İlgili işlemler tamamlandıktan sonra Müşteri tekrar görüşmeye alınarak işlemi tamamlanır.
- Konuşma sonrasında ilgili kayıtların düzenlenmesi için işlemler yapılmaktadır. Bu işlemler yapılırken sistemde ACW (After Call Work) olarak görünmektedir ve bu durumda çağrı almamaktadır.
- MT konuşma sonrası işlemleri tamamladıktan sonra kendisini aktif hale getirerek yeni çağrı almaya hazır duruma gelir ve kuyrukta bir Müşteri bekliyorsa telefon görüşmesi başlatılır.
- Çağrı merkezinde 7 gün 24 saat hizmet verilmektedir. Vardiya saatleri aşağıdaki gibidir.
- 08:00 - 17:00
- 10:00 - 19:00
- 15:00 - 22:00
- 17:00 - 24:00
- 19:00 - 02:00
- 00:00 - 08:00



Şekil 5.2 : Çağrı Karşılama Süreci Akış Diyagramı

**Elemanlar:**

- Sesli Yanıt Sistemi (IVR)
- Müşteri Temsilcisi (MT)
- Müşteri
- Santral Cihazları
- Telefonlar
- Bilgisayarlar
- Vardiyalar
- Post cihazları

**Sabitler:**

- Hizmet verilen numaralar
- Vardiyalar

- Yemek başlangıç saatleri

### ***Değişkenler***

- Çağrı merkezini arayan abone sayısı (girdi bağımsız değişken)
- Abonelerin çağrı merkezini arama zamanı (sisteme dahil olma zamanı) (girdi, bağımsız değişken)
- Abonelerin müşteri temsilcisi ile görüşme süresi (işlem zamanı). (girdi, bağımsız değişken)
- Abonelerin müşteri temsilcisi tarafından hatta tutulma süreleri (işlem zamanı). (girdi, bağımsız değişken)
- MT'lerin konuşma sonrasında gerçekleştirdiği işlem süreleri (işlem zamanı). (girdi, bağımsız değişken)
- MT'lerin mola ve yemek kullanım süreleri (işlem zamanı). (girdi, bağımsız değişken)
- Abonelerin beklemesi sonucu oluşan kuyruk uzunluğu (çıktı, bağımlı değişken)
- Abonenin sistemde toplam kalma süresi (çıktı, bağımlı değişken)
- Belirli bir anda sistemde bulunan toplam abone sayısı (çıktı, bağımlı değişken)

### ***Kısıtlar:***

- Vardiyalar
- Yemek Saatleri
- AR (Answer Rate) : Gün boyunca gelen çağrıların MT tarafından karşılanma oranıdır. Hedef değeri %90'dır. Aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$\frac{\text{Gün Boyunca MT Tarafından Cevaplanan Çağrı Sayısı}}{\text{Gün Boyunca Gelen Toplam Çağrı Sayısı}}$$

- SL ( Service Level) : Çağrılarının ilk 30 sn'lik bekleme süresi içerisinde karşılanma oranıdır. Hedef değeri %70'tir. Aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$\frac{\text{Gün Boyunca 30 sn. İçerisinde Karşılanan Çağrı Sayısı}}{\text{Gün Boyunca Gelen Toplam Çağrı Sayısı}}$$

#### ***Parametreler***

- Aynı anda molaya kaç MT'nin çıkacağı
- Mola kullanım dilimleri
- MT sayısı

#### ***Performans Ölçütleri***

- Vardiyalarda ihtiyaç duyulan MT sayıları

#### **5.4.3. Varsayımların Belirlenmesi**

Model kurulurken aşağıdaki varsayımlar kabul edilmiştir.

- Molaya her MT iki kere çıkmaktadır.
- MT'le molalarını arda arda kullanabilmektedir.
- Molaya en erken vardiya başlangıcından 30 dk sonra en geç vardiya bitimine 30 dk kala çıkılabilir.
- Kuyrukta bekleyen müşteri sayısı 7'den fazla ise kimse molaya çıkamaz.
- Molaya çıkış zamanı düzgün dağılıma uymaktadır.
- Yemeğe çıkışlar öğlen 12den sonra gerçekleşmektedir.
- Molada veya yemekte en fazla iki kişi bulunabilir.
- Her MT en fazla 1 kere yemeğe çıkabilmektedir.

- Müşteriler MT ile görüşmeleri esnasında hatta bekletildiklerinde hattan ayrılmamaktadır.
- Teknik arızalar yaşanmamaktadır.
- Satış kampanyası yapılmamaktadır.
- Gün içerisinde müşterilere çağrı yoğunluğunu etkileyecek SMS vb. bilgilendirmeler yapılmamaktadır.

#### **5.4.4. Verilerin Toplanması ve Düzenlenmesi**

Benzetim çalışmasında kullanılmak üzere aşağıdaki veriler toplanmış ve dağılımları incelenmiştir. Veriler Ocak 2006 –Mart 2006 dönemine aittir ve Yalova ve Halkalı şubeleri ayrımında mevcuttur.

- Gelen satış çağrısı sayıları ( günlük bazda 15 dk’lık periyotlar şeklinde)
- Gelen teknik çağrı sayıları ( günlük bazda 15 dk’lık periyotlar şeklinde)
- Hattan ayrılan kişi sayıları(günlük bazda 15 dk’lık periyotlar şeklinde)
- Müşteri Temsilcilerinin cevapladığı çağrı sayıları (günlük bazda 15 dk’lık periyotlar şeklinde)
- Hattan ayrılan müşterilerin ortalama bekleme süreleri (günlük bazda 15 dk’lık periyotlar şeklinde)
- Müşteri Temsilcilerinin müşteri ile ortalama telefonda konuşma süresi- Talk Time- (saniye) (günlük bazda 15 dk’lık periyotlar şeklinde)
- Müşteri Temsilcilerinin ortalama müşterileri hatta bekletme süreleri - Hold Time- ( saniye) (günlük bazda 15 dk’lık periyotlar şeklinde)
- Müşteri Temsilcilerinin müşteri hattan ayrıldıktan sonra gerçekleştirdikleri işlemlerin ortalama süresi- After Call Work Time- (saniye) (günlük bazda 15 dk’lık periyotlar şeklinde)

Yalova ve Halkalı şubelerine gelen çağrılar Halkalı şubesi tarafından karşılanacağı için toplam çağrı sayıları incelenmiştir. Toplam çağrı sayıları yeni organizasyon yapısında Satış MT'ler ve Teknik MT'ler ayrı ayrı çağrı alacaklarından veri analizler satış ve teknik çağrı ayrımında gerçekleştirilmiştir. Verilerden kampanya günleri ve hat problemi yaşanan günler çıkarılmıştır.

Haftanın günleri için 96 periyotta ( 15 dk.lık periyotların gün içerisindeki toplamı) gelen ortalama çağrı sayıları için grafikler oluşturulmuştur. İlgili grafikler Ekler bölümünde (EK A ve C) yer almaktadır.

#### 5.4.4.1. Satış Çağrıları için Dağılım Analizleri

Günler bazında ortalama çağrı sayıları dağılımları incelendiğinde hafta içi günlerin kendi aralarında dağılımlarının yakın olduğu ve aynı saat dilimlerinde çağrı yoğunluklarının azalış ve artış gösterdiği gözlenmiştir (Grafikler EK A'da sunulmuştur). Cumartesi ve Pazar Günlerinin diğer günlerle örtüşmeyen dağılımları olduğu gözlenmiştir.

Tablo 5.1'de günler bazında çağrı yoğunluklarının benzerlik gösterdiği saat dilimleri özetlenmiştir. Benzetim modellemesi Hafta içi, Cumartesi ve Pazar olmak üzere üç ayrı şekilde gerçekleştirilmiştir. Benzetimin oluşturacağı çağrı sayıları için aşağıdaki saat aralıkları dikkate alınarak dağılımlar test edilmiştir. Hafta içi sabah saatleri, yoğun saatler, seyrek saatler ve akşam saatlerinde yer alan veriler incelenerek çağrı sayılarının dağılımı bulunmuştur. Ki-Kare Testleri yapılarak dağılımların uyumunun % 95 güven aralığı sınırları içinde olup olmadığı kontrol edilmiştir.

**Tablo 5.1. Satış Çağrı Sayısı Yoğunlukları**

| Hafta İçi Çağrı Yoğunluğu |                 |
|---------------------------|-----------------|
| 08:00 - 10:00             | Sabah Saatleri  |
| 10:00 - 17:00             | Yoğun Saatler   |
| 17:00 - 22:00             | Akşam Saatleri  |
| 22:00 - 08:00             | Seyrek Saatler  |
| Cumartesi Çağrı Yoğunluğu |                 |
| 08:00 - 11:00             | Sabah Saatleri  |
| 11:00 - 19:00             | Yoğun Saatler   |
| 19:00 - 01:00             | Normal Saatleri |
| 01:00 - 08:00             | Seyrek Saatler  |
| Pazar Çağrı Yoğunluğu     |                 |
| 11:00 -13:00              | Normal Saatler  |
| 13:00 - 00:30             | Yoğun Saatler   |
| 00:30 - 11:00             | Seyrek Saatler  |



Tablo 5.1’de özetlenen günün değişik dilimlerinde gelen satış çağrısı sayıları incelenmiş ve hangi dağılıma uygun olarak gerçekleştikleri araştırılmıştır. Satış çağrısı sayılarının poisson dağılımına uygunluğunun tespit edilmesi için Ki-Kare uyumluluk testleri yapılmıştır.

Ki-Kare uyumluluk testi sonuçlarını gösteren tablolar Ekler bölümünde (EK B) sunulmuştur. Tablolar öncesinde  $H_0$  ve  $H_1$  hipotezleri verilmiştir. İlgili tabloların altında verilerin Ki-Kare uyumluluk testi sonucunda poisson dağılımına uyup uymadığı belirtilmiştir.

#### **5.4.4.2. Teknik Çağrılar için Dağılım Analizleri**

Teknik çağrılar için de günler bazında ortalama çağrı sayıları dağılımları incelendiğinde hafta içi günlerin kendi aralarında dağılımlarının yakın olduğu ve aynı saat dilimlerinde çağrı yoğunluklarının azalış ve artış gösterdiği gözlenmiştir. (Grafikler EK C’de sunulmuştur.) Cumartesi ve Pazar günlerinin diğer günlerle örtüşmeyen dağılımları olduğu gözlenmiştir.

Tablo 5.2’de günler bazında çağrı yoğunluklarının benzerlik gösterdiği saat dilimleri özetlenmiştir. Benzetim modellemesi satış çağrılarında olduğu gibi Hafta içi, Cumartesi ve Pazar olmak üzere üç ayrı şekilde gerçekleştirilmiştir. Benzetimin oluşturacağı çağrı sayıları için aşağıdaki saat aralıkları dikkate alınarak dağılımlar test edilmiştir. Hafta içi sabah saatleri, yoğun saatler, seyrek saatler ve akşam saatlerinde yer alan veriler incelenerek çağrı sayılarının dağılımı bulunmuştur. Ki-Kare Testleri yapılarak dağılımların uyumunun % 95 güven aralığı sınırları içinde olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Tablo 5.2’de özetlenen günün değişik dilimlerinde gelen teknik çağrı sayıları incelenmiş ve hangi dağılıma uygun olarak gerçekleştikleri araştırılmıştır. Teknik satış çağrı sayılarının poisson dağılımına uygunluğunun tespit edilmesi için Ki-Kare uyumluluk testleri yapılmıştır.

Ki-Kare uyumluluk testi sonuçlarını gösteren tablolar Ekler bölümünde (EK D) sunulmuştur. Test sonuçlarını gösteren tablolar öncesinde  $H_0$  ve  $H_1$  hipotezleri verilmiştir. İlgili tabloların altında verilerin Ki-Kare uyumluluk testi sonucunda poisson dağılımına uyup uymadığı belirtilmiştir.

**Tablo 5.2.** Teknik Çağrı Yoğunlukları

| Hafta İçi Çağrı Yoğunluğu |                 |
|---------------------------|-----------------|
| 08:00 - 10:00             | Sabah Saatleri  |
| 10:00 - 17:00             | Yoğun Saatler   |
| 17:00 - 22:00             | Akşam Saatleri  |
| 22:00 - 08:00             | Seyrek Saatler  |
| Cumartesi Çağrı Yoğunluğu |                 |
| 08:00 - 11:00             | Sabah Saatleri  |
| 11:00 - 19:00             | Yoğun Saatler   |
| 19:00 - 01:00             | Normal Saatleri |
| 01:00 - 08:00             | Seyrek Saatler  |
| Pazar Çağrı Yoğunluğu     |                 |
| 11:00 - 13:00             | Normal Saatler  |
| 13:00 - 00:30             | Yoğun Saatler   |
| 00:30 - 11:00             | Seyrek Saatler  |

**5.4.4.3. Teknik ve Satış Çağrıları için Dağılım Analizi Sonuçları**

Ki-Kare Testleri Satış ve Teknik çağrı dağılımlarının Poisson dağılımına uygun olduğunu göstermiştir. Dağılımların (15'er dakikalık periyotlarda gelen müşteri sayıları ) Poisson parametreleri bulunduktan sonra gelişler arası sürelerin betetim yaratılması için aşağıdaki tablolarda (5.3 – 5.4) özetlenen şeklide Üstel Dağılıma dönüşüm yapılmıştır.

**Tablo 5.3.** Satış Çağrıları Poisson ve Üstel Dağılım Parametreleri

| Hafta İçi Satış Çağrı Yoğunluğu |                 | $\lambda$ (Poisson ) | Ort.Gelişler Arası Süre (dk) |
|---------------------------------|-----------------|----------------------|------------------------------|
| 08:00 - 10:00                   | Sabah Saatleri  | 11,53                | 1,300954033                  |
| 10:00 - 17:00                   | Yoğun Saatler   | 40,3                 | 0,372208437                  |
| 17:00 - 22:00                   | Akşam Saatleri  | 17,9                 | 0,837988827                  |
| 22:00 - 08:00                   | Seyrek Saatler  | 2,25                 | 6,666666667                  |
| Cumartesi Satış Çağrı Yoğunluğu |                 | $\lambda$ (Poisson ) | Ort.Gelişler Arası Süre (dk) |
| 09:00 - 11:00                   | Sabah Saatleri  | 11,83                | 1,267962806                  |
| 11:00 - 14:00                   | Yoğun Saatler   | 19,34                | 0,775594623                  |
| 14:00 - 00:00                   | Normal Saatleri | 10,63                | 1,411100659                  |
| 00:00 - 09:00                   | Seyrek Saatler  | 0,82                 | 18,29268293                  |
| Pazar Satış Çağrı Yoğunluğu     |                 | $\lambda$ (Poisson ) | Ort.Gelişler Arası Süre (dk) |
| 11:00 - 13:00                   | Normal Saatler  | 8,08                 | 1,856435644                  |
| 13:00 - 00:00                   | Yoğun Saatler   | 8,61                 | 1,742160279                  |
| 00:00 - 11:00                   | Seyrek Saatler  | 1,06                 | 14,1509434                   |

**Tablo 5.4.** Teknik Çağrılar Poisson ve Üstel Dağılım Parametreleri

| Hafta İçi Teknik Çağrı Yoğunluğu |                | $\lambda$ (Poisson ) | Ort.Gelişler Arası Süre (dk) |
|----------------------------------|----------------|----------------------|------------------------------|
| 08:00 - 10:00                    | Sabah Saatleri | 8,93                 | 1,679731243                  |
| 10:00 - 17:00                    | Yoğun Saatler  | 22,8                 | 0,657894737                  |
| 17:00 - 22:00                    | Akşam Saatleri | 22,08                | 0,679347826                  |
| 22:00 - 08:00                    | Seyrek Saatler | 3,33                 | 4,504504505                  |

| Cumartesi Teknik Çağrı Yoğunluğu |                 | $\lambda$ (Poisson ) | Ort.Gelişler Arası Süre (dk) |
|----------------------------------|-----------------|----------------------|------------------------------|
| 08:00 - 11:00                    | Sabah Saatleri  | 7,81                 | 1,920614597                  |
| 11:00 - 19:00                    | Yoğun Saatler   | 18,8                 | 0,79787234                   |
| 19:00 - 01:00                    | Normal Saatleri | 12,32                | 1,217532468                  |
| 01:00 - 08:00                    | Seyrek Saatler  | 2,5                  | 6                            |

| Pazar Teknik Çağrı Yoğunluğu |                | $\lambda$ (Poisson ) | Ort.Gelişler Arası Süre (dk) |
|------------------------------|----------------|----------------------|------------------------------|
| 11:00 -13:00                 | Normal Saatler | 10,41                | 1,44092219                   |
| 13:00 - 00:30                | Yoğun Saatler  | 11,48                | 1,306620209                  |
| 00:30 - 11:00                | Seyrek Saatler | 2,69                 | 5,576208178                  |

**5.4.4.4. Teknik ve Satış Çağrıları İşlem Süresi Dağılım Analizleri Sonuçları**

Teknik ve satış çağrılarının işlem sürelerinin dağılım parametreleri ile ilgili bilgiler Tablo 5.5'te özetlenmiştir.

**Tablo 5.5.** Satış ve Teknik Çağrı İşlem Süreleri için Üstel Dağılım Parametreleri

| SATIŞ                        | $\lambda$ | $\mu$     | Oran  | Açıklama                                                      |
|------------------------------|-----------|-----------|-------|---------------------------------------------------------------|
| KONUŞMA SÜRESİ               | 0,00309   | 323,75873 | -     | -                                                             |
| KONUŞMA SONRASI İŞLEM SÜRESİ | 0,0419    | 23,84726  | 0,067 | 5014 çağrıdan 337'sinde KSİS sıfır olarak gözlenmiştir.       |
| HATTA BEKLETME SÜRESİ        | 0,04351   | 22,98451  | 0,046 | 5300 çağrıdan 242'sinde HBS süresi sıfır olarak gözlenmiştir. |

| TEKNİK                       | $\lambda$ | $\mu$     | Oran  | Açıklama                                               |
|------------------------------|-----------|-----------|-------|--------------------------------------------------------|
| KONUŞMA SÜRESİ               | 0,00363   | 275,70335 | -     | -                                                      |
| KONUŞMA SONRASI İŞLEM SÜRESİ | 0,03323   | 30,09455  | 0,074 | 5564 çağrıdan 421'inde KSİS sıfır olarak gözlenmiştir. |
| HATTA BEKLETME SÜRESİ        | 0,05044   | 19,82639  | 0,072 | 5998 çağrıdan 433'ünde HBS sıfır olarak gözlenmiştir.  |

#### **5.4.5. Bilgisayar Modelinin Arena Benzetim Diliyle Oluşturulması**

##### **5.4.5.1. Değişkenler, Parametreler, Bileşenler**

###### ***Değişkenler:***

- nSatisMT: Her bir vardiyada kaç çalışan olması gerektiğini belirtir.
- nMaxAraKap: Bir anda araya çıkabilecek MT sayısı
- nk30: 30 saniyeden daha az kuyrukta bekleyerek hizmet gören müşteri sayısı
- nMusteri: sisteme giren toplam müşteri sayısı
- nSikilan: Sıkılarak hattın ayrılan toplam müşteri sayısı
- nkc30: 30 saniyede daha az hatta bekleyerek sistemden hizmet almadan ayrılan müşteri sayısı
- SL: Service Level
- AR: Answer Rate

###### ***Kaynaklar:***

- SatisMT: Belli bir anda çizelgelenmiş olan Sayış Müşteri Temsilcisi

###### ***Elemanlar ( Entity)***

- Çağrı: Arayan müşteri
- Mola: yemek harici verilen kısa aralar
- YemekArasi: ortalama 30 dk civarında yemek için verilen ara
- Çizelgeler (Schedule)

- Musteri Gelis Cizelgesi: Günün farklı zamanlarında müşterilerin arama sıklığını belirten çizelge. Müşterilerin geliş zamanları ile ilgili dağılımlar bu çizelgeye işlenir.

### ***Durumlar ( State)***

MTState: MT'ler 5 durumda bulunabilirler.

- Müşteri ile konuşma durumu
- Müşteriyi hatta bekletme durumu
- Müşteriyle konuşması tamamlandıktan sonra işlem yapma durumu
- Sıradaki çağrıyı almak üzere serbest olma durumu
- Mola ya da yemek için arada olma durumu

### ***Kısıtlar***

- AR (Answer Rate): Müşterilerin cevaplanma oranıdır. :Müşteri bekledikten sonra MT ile buluşamazsa ve işlemi yapılmazsa cevaplanmamış çağrı istatistiğine dahil olur. AR cevaplanan çağrılarının tüm çağrılara oranıdır. Hedef değeri %90'dır.
- SL (Service Level): İlk 30 saniyelik bekleme süresi içerisinde cevaplanan çağrılarının toplam çağrı sayısına oranıdır. Sıkılarak bekleme sürelerinin ilk 30 saniyesi içerisinde hattan ayrılan müşteriler bu istatistiği etkilemez.

### ***Performans Ölçütü***

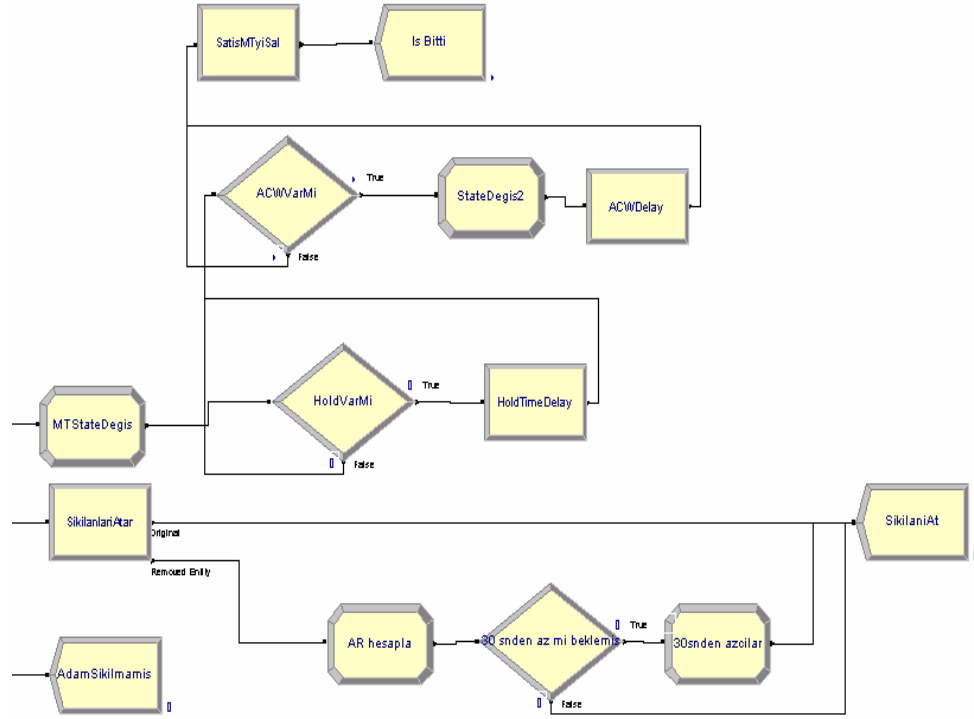
- Vardiyalardaki çalışan sayıları

#### **5.4.5.2. Arena Modelinin Bölümleri**

Arena Modeli üç bölümden oluşmaktadır.

- Çağrı Merkezi İşlem Süreçleri: Çağrı Merkezini arayan müşterilerin yarattığı olayların modellendiği bölüm





Şekil 5.5 : Çağrı Merkezi Süreçleri – Tüm Modüller 2. Bölüm

### Modüllerin Açıklanması

1. MusteriYaratir: Çağrı merkezine çağrı ( Müşteri) gelmesini sağlayan modüldür. Müşteri gelişinin sağlanması için “Cagri” elemanı (entity) oluşturulmuştur. Çağrı merkezine müşteriler günün değişik saat aralıklarına göre değişik dağılımlardan geldikleri için “Time Between Arrivals” alanında Type bölümünde “Schedule” seçilmiştir. “Cagri “ ların gelişlerinin dağılımı belirleyen “Musteri Gelis Cizelgesi” oluşturulmuş “Time Between Arrivals” alanında “Schedule Name“ bölümünde “Musteri Gelis Cizelgesi” seçilmiştir. Çağrı merkezine çağrılar teker teker geleceğinden “Entities per Arrival” alanına 1 girilmiş, sonsuz çağrılar akışı olması nedeniyle “Max Arrivals “ alanı kısıtlanmamış “Infinite“ olarak seçilmiştir.

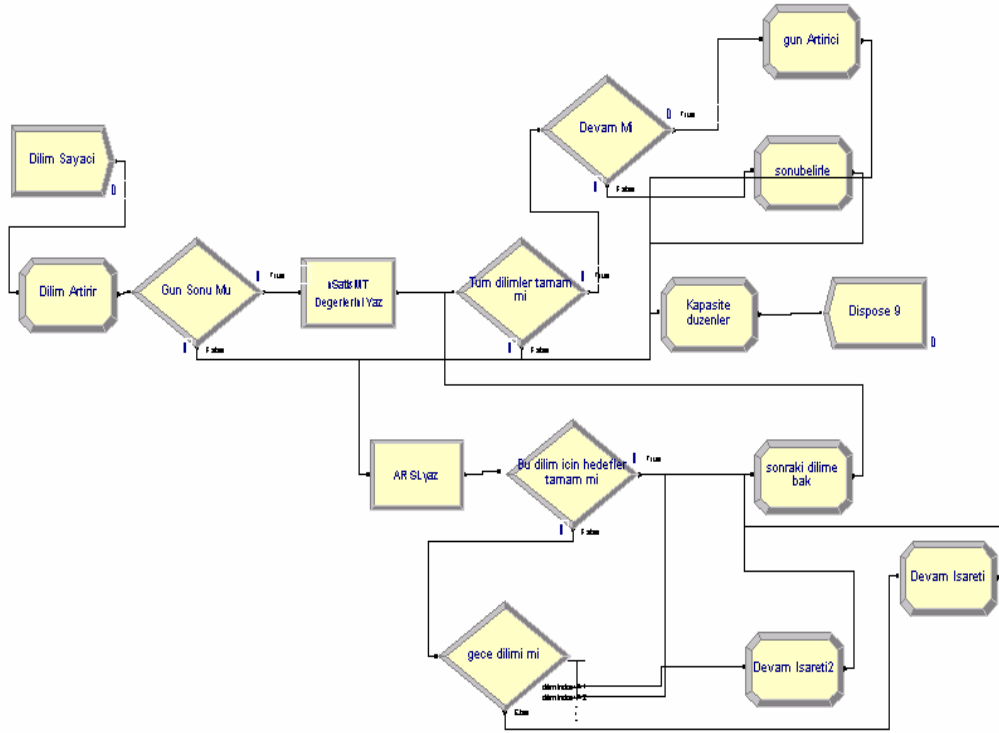
2. BaslangicAtamaları: “Cagri” elamanına ait bütün özelliklerin-attributes- ( konuşma süresi, konuşma süresinde bekleyip beklemeyeceği, bekleme süresi, konuşma sonrası işlem yapılıp yapılmayacağı, konuşma süresi işlem süresi, vb. ) atanmasını sağlar. Assignments alanında bu modül için “Cagri” elamanın alabileceği bütün özellikler eklenmiştir.
3. SikilanIcinKukla: Kuyruğa giren bir müşterinin sıkılıp çağrı merkezini terk etmesi (kuyruktan ayrılması ) için gereken kopya çağrının yaratıldığı modüldür. Bir müşterinin ( “Cagri” elamanı) başlangıçta atanan bir sıkılma süresi mevcuttur. Müşteri SikilanIcinKukla modülüne geldiğinde kopyalanır. Müşteri işlem için kuyrukta bekliyorken, kopya müşteri de başlangıçta atanan sıkılma süresinin dolmasını bekler. Kopya müşterinin sıkılma süresi dolduğunda eğer müşteri daha halen işlem görmek için kuyrukta bekliyor ise çağrı merkezini terk eder. Aynı anda müşteri de çağrı merkezini terk etmiş olur. Aşağıdaki “Separete” penceresinde “Type” bölümünde kopya müşteri gerçek müşteri ile aynı özellikleri taşıdığından “Duplicate Original” seçilmiştir. Kopyaların sayısı 1 olacağından “# of Duplicates” bölümüne 1 girilmiştir. Kopyanın sisteme maliyeti bulunmadığından “Percent Cost to Duplicates(0-100)” 0 seçilmiştir.
4. SatisMTyiTut: Satış Müşteri Temsilcisinin sıradaki ilk müşteri tarafından işlemi yapılırken tutulmasını sağlamaktadır. Satış MT’ye eğer aynı anda mola ve müşteri gelirse mola “High(1)” müşteri “Medium(2)” önceliğe sahip olduklarında öncelikle mola işleme alınacaktır.
5. Bekleme Suresini Ata : Müşterinin geliş zamanı ile işlem görmeye başladığı zaman arasındaki farkı hesaplar ve raporlamalar için müşteriye hesaplanan değeri atar.
6. Kucuk 30 sn: 30 sn’den küçük ve eşit bekleme süresi olan müşterileri nk30 modülüne aktarır. Aksi durumda SL güncelleme modülüne yönlendirir.
7. k30 u arttir: Kuyrukta 30 saniyeden az bekleyen ve müşteri temsilcisi ile buluşan her müşteri sayısının tayinini sağlar. Ayrıca yeni Service Level ‘ı(SL) hesaplar.



8. SL Guncelle : 30 saniyeden daha çok bekleyen müşteriler için SL hesaplanmasını sağlar.
9. TalkTimeDelay: Satış MT'nin müşteri tarafından başta atanan konuşma süresi kadar beklemesini sağlar. MT bu durumda başka bir işlem yapamaz..
10. MaxBekleme : Müşteri için oluşturulan kopya müşteriyi başlangıçta atanan “Sabir” değeri kadar bekletir.
11. Sikilan Musteriyi Kuyrukta Bul : MaxBekleme modülünde sabır süresi dolan kopya müşteri için gerçek müşterinin SatisMTyiTut modülünde kuyrukta bekleyip beklemediğini seri numarasından araştırır. Eğer kuyrukta gerçek müşteriyi bulursa gerçek müşterinin kopyasını “SikilanlariAtar” modülüne yönlendirir Bulmazsa “MusteriSikilmamis” modülüne yönlendirir.
12. SikilanlariAtar: Bu modüle ulaşan kopya müşterilerin gerçek müşterilerinin işlem kuyruğundan ayrılmasını sağlar. Gerçek müşteriyi “ARhesapla” modülüne aktarırken, kopya müşterinin sistemden çıkması için “SikilaniAt” modülüne iletir.
13. MusteriSikilmamis: Kopya Müşteri kuyrukta gerçek müşteriyi bulamazsa (müşteri kuyrukta beklerken sıkılmadan önce işlemi yapılmak üzere hatta alındıysa) kopya müşterinin SL ve AR performans kriterlerini etkilemeden sistem çıkmasını sağlar.
14. MTStateDegis: Satış MT müşteri ile konuşuyorsa “Konumsa Durumu” state'dedir. Konuşma esnasında hatta bekletme durumunun ( Hold ) sorgulanması için MT'yi “Hatta Bekletme” State'ine alır.
15. SatisMTyiSal : Satış MT'nin müşterinin bütün işlemlerini tamamladıktan sonra bir sonraki müşteri için serbest kalmasını sağlar.
16. Is Bitti: Satış MT ile buluşan ve işlemi tamamlanan müşterinin sistemden ayrılmasını sağlar.
17. ACWVarMi: Konuşma sonrası işlem ( Aftre Call Work – ACW) yapılıp yapılmayacağını belirler.

18. StateDegis2 : Eğer Satış MT’nin konuşma sonrasında işlem yapması için state değiştirerek Konuşma Sonrası İşlem Durumu’na geçmesini sağlar.
19. ACWDelay: Satış MT konuşma sonrası işlem yapacak ise Satış MT’nin işlem suresi kadar bekletilmesini sağlar. MT bu sure içerisinde boşta kalamaz ve başka bir müşteriyi hatta alamaz.
20. HoldVarMi : Konuşma sırsında müşterinin hatta bekletilip bekletilmeyeceğini belirler.
21. HoldTimeDelay : Satış MT hatta müşteriyi bekletecek ise Satış MT’nin hatta bekletme suresi kadar beklemesini sağlar. MT bu sure içerisinde boşta kalamaz ve başka bir müşteriyi hatta alamaz.
22. AR hesapla: Sıkılarak hattan ayrılan müşteriler için AR’nin (Answer Rate) hesaplar. Toplam müşteri sayısını ve sıkılan müşteri sayısını bir arttırarak AR’nin olumsuz etkilenmesini sağlar.
23. 30 snden az mi beklemis :Sıkılan müşterilerin 30sn’den az bekleyip beklemdiğini sorgular. Mştrei 30 sn.’den az beklediyse SL’i olumsuz etkilemez. Aksi durumda SL’in tekrar hesaplanması için “Hattan Ayrılanlardan 30snden Az Bekleyenler” modülüne yneldirme yapar.
24. Hattan Ayrılanlardan 30snden Az Bekleyenler: Sıkılarak kuyruktan ayrılan ve 30 sn’den fazla bekleyen müşterilerin neden olduğu SL kaybını hesaplar. Kopsayı sistemi terk eden gerçek müşterinin sistemden çıkması için “SikilaniAt” modülüne yönlendirir.
25. SikilaniAt: Kuyrukta bekleyip sıkılan müşterilerin hattan ayrılmasını sağlar.

### Vardiya Hesaplama Süreci



Şekil 5.6 : Vardiya Hesaplama Süreci Modülleri

Dilim MT sayısının sabit kaldığı vardiya değişimleri arasındaki zaman aralıklarıdır.

Dilimler aşağıdaki gibidir:

- Dilim: 00:00 -02:00
- Dilim: 02:00-08:00
- Dilim: 08:00-10:00
- Dilim: 10:00-15:00
- Dilim: 15:00-17:00
- Dilim: 17:00-19:00
- Dilim: 19:00-22:00
- Dilim: 22:00-24:00

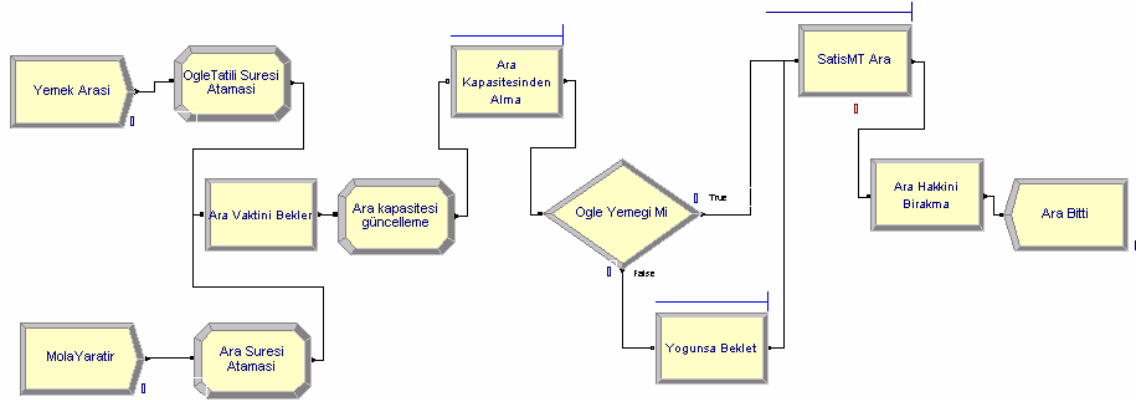
Her bir dilim için kaç tane satış MT'si bulunduğu yukarıdaki algoritma kullanılarak hesaplanır.

Gün sonunda her bir dilim için SL ve AR hedeflerine erişilip erişilmediği kontrol edilir. Erişilmediyse ilgili dilimde aktif olan ve en geç başlamış olan vardiyanın kapasitesi ( çalışan sayısı) bir arttırılır ve yeni güne başlanır. Bu süreç hedeflere erişilene kadar devam eder.

Vardiya hesaplamasında kullanılan modüller aşağıdadır:

1. Dilim Sayacı
2. Dilim Arttırır
3. Gün Sonu Mu
4. nSatisMT Degerlerini Yaz
5. Tüm dilimler tamam mı
6. AR SL Yaz
7. Bu dilim için hedefler tamam mı
8. Gece dilimi mi
9. Devam Mi
10. Devam Isareti2
11. Sonraki dilime bak
12. Devam Isareti
13. Kapasite düzenler
14. Sonubelirle
15. Gün Arttırıcı
16. Dilim Arttırıcıyı Yok et

### *Mola ve Yemek Süreçleri*



**Şekil 5.7 :** Mola ve Yemek Süreçleri Modülleri

Her vardiyanın başında o vardiyada çalışan MT sayısı kadar yemek arası ve MT sayısının 2 katı kadar mola yaratılır. Yemek aralarının başlangıç zamanları her bir dilim için bellidir. Mola süreleri ise o vardiyanın başlangıç ve bitiş saatlerinden yarım saat sonrası ve öncesi zaman dilimi içinde düzgün dağılıma uygun olarak dağılır.

Öncelikle herhangi bir anda kaç kişinin yemek ya da mola arasına çıkabileceği belirlenir. Bu sayının maksimum değeri benzetimin girdileri arasında yer alır. Bunun yanı sıra herhangi bir anda tüm MT'ler yemeğe ya da molaya çıkmış olamaz. En az bir MT hatta kalmalıdır. Bir MT araya çıkacaksa öncelikle o anda konuştuğu müşterinin işlemini tamamlayacaktır. Eğer Müşterinin işlemini tamamladıktan sonra molaya çıkış hakkı geldiyse sırada müşteri bekliyor dahi olsa molanın önceliği olduğu için molaya çıkacaktır.

Bir diğer kısıt ise eğer kuyrukta belli bir sayının üzerinde müşteri bekliyorsa MT'lerin mola veya yemek hakkı geciktirilebilir. Bu sayı da benzetimin girdileri arasındadır.

Kullanılan Modüller aşağıda yer almaktadır.

1. Yemek Arasi
2. MolaYaratir
3. OgleTatili Suresi Atamasi
4. Ara Vaktini Bekler
5. Ara Suresi Atamasi
6. Ara kapasitesi güncelleme
7. Ara Kapasitesinden Alma
8. Ogle Yemegi Mi
9. Yogunsa Beklet
10. SatisMT Ara
11. Ara Hakkini Birakma
12. Ara Bitti

#### **5.5. 0-1 Tamsayılı Programlama Yöntemiyle Kişilere Vardiya Atama Modeli**

Uygulama yapılan çağrı merkezinde 7 gün 24 saat hizmet verilmektedir. Firma çalışanlarının %66'sı yarı zamanlı olarak çalışmaktadır. Firmada aşağıdaki vardiyalar uygulanmaktadır..

1. vardiya : 08:00 - 17:00
2. vardiya :10:00 - 19:00
3. vardiya :15:00 - 22:00
4. vardiya :17:00 - 24:00
5. vardiya :19:00 - 02:00
6. vardiya : 00:00 - 08:00

Yarı zamanlı personelin gelir seviyelerinin korunması ve vardiya yükü açısından adil bir dağıtım yapılması açısından çağrı merkezinin yoğun çalışma temposu da göz önüne alınarak çalışma koşulları ile ilgili aşağıdaki düzenlemeler uygulanmaktadır:

Bir çalışana haftada maksimum 6 günlük vardiya atanabilmektedir.

Her bir çalışanın gelir seviyesinin korunması için haftada en az 20 saatlik vardiya atanması gerekmektedir.

Her bir çalışan için 00:00 - 08:00 gece vardiyası haftada sadece 1 kez atanabilmektedir.

Yukarıdaki düzenlemelerin yanı sıra çalışanların tercih ettiği bazı uygulamalar mevcuttur:

Çalışanlara gündüz vardiyaları atandığında (1., 2. 3. vardiyalar) hafta boyunca gece vardiyaları atanmaması çalışanlar tarafından tercih edilmektedir.

Çalışanlara gece vardiyaları atandığında (4.,5.,6. vardiyalar ) hafta boyunca gündüz vardiyalarının atanmaması çalışanlar tarafından tercih edilmektedir.

Çalışanlara vardiya ataması yapılırken en çok zorluk çekilen ve iç müşteri memnuniyetsizliği yaratan durumların başında çalışanlara karma ( gece vardiyası ve gündüz vardiya karışık ) vardiya atamalarının yapılmasıdır.

Yukarıdaki kısıtlar doğrultusunda kişiye vardiya atama probleminin çözümü için aşağıdaki 0-1 Tamsayılı programlama modeli oluşturulmuştur:

i : personel indisi ( i = 1,...,40)

j: gün indisi (j= 1,...,7)

k: vardiya indisi ( k= 1,...,6)

atama(i,j,k): i. “müşteri temsilcisinin”, j. “günde”, k. “vardiyaya atanmasını belirtir.

Eğer i. müşteri temsilcisi j. günde k vardiyasına atanırsa 1 eğer atanmazsa 0)

personel (i): müşteri temsilcisinin çalıştırılıp çalıştırılmadığını belirtir.

ogle(i): müşteri temsilcisinin sabah vardiyalarına atanması

akşam(i) : müşteri temsilcisinin akşam vardiyalarına atanması

ihtiyaç(j,k): j. gündeki k. vardiyaya kaç müşteri temsilcisine ihtiyaç duyulduğunu

belirtir. Simülasyonda sonucunda elde edilen veriler burada kullanılır.

saat(j): j. vardiyanın süresini gösterir.

Haftalık çalışma günü kısıtı

$$\sum_k \sum_j atama(i, j, k) \leq 6 * personel(i) \quad \forall i \text{ için} \quad (5.1)$$

Haftalık 20 saatlik çalışma kısıtı

$$\sum_k \sum_j [atama(i, j, k) * saat(j)] \geq 20 * personel(i) \quad \forall i \text{ için} \quad (5.2)$$

Her bir çalışana günde bir vardiya atanma kısıtı

$$\sum_k atama(i, j, k) \leq 1 \quad \forall i, j \text{ için} \quad (5.3)$$

Haftalık ihtiyaç duyulan çalışan sayısının sağlanması kısıtı

$$\sum_i atama(i, j, k) \geq ihtiya\c{c}(j, k) \quad (5.4)$$

Haftada sadece 1 gece vardiyası gelme kısıtı

$$\sum_j atama(i, j, 6) \leq 1 \quad \forall i \text{ için} \quad (5.5)$$

Çalışanlara sadece gündüz vardiyaları atanma kısıtı

$$\sum_j \sum_{k=1,2,3} atama(i, j, k) \leq ogle(i) * 6 \quad \forall i \text{ için} \quad (5.6)$$

Çalışanlara sadece gece vardiyaları atanma kısıtı

$$\sum_j \sum_{k=4,5,6} atama(i, j, k) \leq ogle(i) * 6 \quad \forall i \text{ için} \quad (5.7)$$

Çalışanlara ya gündüz ya gece vardiyaları atanma kısıtı

$$ogle(i) + aksam(i) \leq 1 \quad \forall i \text{ için} \quad (5.8)$$

Yukarıda yer alan model için GAMS'ta oluşturulan algoritma EK F'de yer almaktadır.



## 6. SONUÇLAR

Matematik modellemede kaydedilen tüm ilerlemelere rağmen gerçek durumların çoğunda sistemin matematiksel gösterimi hala beklenenin çok uzağındadır. matematiksel gösterimin katılığı çoğu kere karar problemini yeterince tanımlamayı olanaksız hale getirmektedir. Bunun terinse bir model uygun formüle edilse bile çok karmaşık çözüm algoritmalarıyla uğraşmak zorunda kalınması söz konusu olabilecektir.

Böyle karmaşık sistemlerin modellenmesinde kullanılabilecek uygun yaklaşımlardan biri de benzetimdir. Benzetim gerçek bir sistemi gözlemlemede kullanılan en iyi yöntemdir. Sistemi küçük birimler halinde ineler ve bu birimleri hareket ettirecek mantıksal ilişkileri kullanarak sistemin mevcut davranışını taklit eder.

Çalışma boyunca ele aldığımız yeni yapılanma sonucunda ihtiyaç duyulacak personel sayısı problemi sistem bileşenleri arasındaki karmaşık ilişkilere sahip olmakla beraber, değişik alternatifler karşısında yeterli bilgi olmadan karar alma güçlüğünü de içermektedir. Benzetim bu karmaşık yapıyı çözümlemekte kullanabileceğimiz alternatif yöntemle arasında yer alırken bu aşamada değişik karar alternatiflerinin gerçek sisteme zarar verilmeden denenmesi imkanını sağlaması nedeniyle de. uygun bir yöntem olarak seçilmiştir.

Problemin çözüm aşamalarında öncelikle geçmişe yönelik çağrı istatistikleri incelenmiş ve bu verilerden hareketle oldukça yüksek rastsallık içeren süreçlere ışık tutacak dağılım bilgileri elde edilmiştir. Elde edilen bilgiler çağrı merkezi süreçlerini yaşıtan Arena bilgisayar modelinde girdi olarak kullanılmış ve karmaşık ilişkiler içeren problem benzetim yöntemi ile çözülmüştür.

Arena’da hazırlanan çağrı merkezi benzetim modeli haftaıçi, Cumartesi ve Pazar günleri için Satış ve Teknik çağrı ayırımında 10’ar koşulmuş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

**Tablo 6.1. Arena Benzetim Koşumları (Satış Çağrıları)**

| <b>Haftaiçi Benzetim Koşumları (Satış Çağrıları)</b>  |             |             |             |             |             |             |
|-------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Koşum No                                              | 00:00-08:00 | 08:00-17:00 | 10:00-19:00 | 15:00-22:00 | 17:00-24:00 | 19:00-02:00 |
| 1                                                     | 1           | 8           | 10          | 6           | 4           | 2           |
| 2                                                     | 1           | 7           | 11          | 6           | 4           | 3           |
| 3                                                     | 1           | 8           | 10          | 6           | 4           | 3           |
| 4                                                     | 1           | 8           | 10          | 6           | 4           | 2           |
| 5                                                     | 1           | 8           | 10          | 5           | 5           | 2           |
| 6                                                     | 1           | 7           | 11          | 6           | 4           | 2           |
| 7                                                     | 1           | 9           | 10          | 6           | 5           | 2           |
| 8                                                     | 1           | 8           | 11          | 6           | 4           | 3           |
| 9                                                     | 1           | 8           | 10          | 6           | 4           | 3           |
| 10                                                    | 1           | 7           | 11          | 6           | 5           | 2           |
| <b>σ</b>                                              | 0           | 0,63        | 0,52        | 0,32        | 0,48        | 0,52        |
| <b>M</b>                                              | 1           | 7,8         | 10,4        | 5,9         | 4,3         | 2,4         |
| <b>Cumartesi Benzetim Koşumları (Satış Çağrıları)</b> |             |             |             |             |             |             |
| Koşum No                                              | 00:00-08:00 | 08:00-17:00 | 10:00-19:00 | 15:00-22:00 | 17:00-24:00 | 19:00-02:00 |
| 1                                                     | 1           | 7           | 5           | 2           | 3           | 4           |
| 2                                                     | 1           | 6           | 6           | 3           | 3           | 4           |
| 3                                                     | 1           | 7           | 6           | 2           | 3           | 4           |
| 4                                                     | 1           | 7           | 5           | 2           | 2           | 3           |
| 5                                                     | 1           | 7           | 5           | 2           | 3           | 4           |
| 6                                                     | 1           | 6           | 5           | 3           | 3           | 3           |
| 7                                                     | 1           | 7           | 5           | 2           | 2           | 4           |
| 8                                                     | 1           | 7           | 5           | 2           | 3           | 4           |
| 9                                                     | 1           | 6           | 6           | 3           | 3           | 4           |
| 10                                                    | 1           | 7           | 5           | 2           | 2           | 3           |
| <b>σ</b>                                              | 0           | 0,48        | 0,48        | 0,48        | 0,48        | 0,48        |
| <b>M</b>                                              | 1           | 6,7         | 5,3         | 2,3         | 2,7         | 3,7         |
| <b>Pazar Benzetim Koşumları (Satış Çağrıları)</b>     |             |             |             |             |             |             |
| Koşum No                                              | 00:00-08:00 | 08:00-17:00 | 10:00-19:00 | 15:00-22:00 | 17:00-24:00 | 19:00-02:00 |
| 1                                                     | 1           | 3           | 4           | 2           | 2           | 4           |
| 2                                                     | 1           | 4           | 5           | 2           | 2           | 4           |
| 3                                                     | 1           | 3           | 5           | 2           | 2           | 4           |
| 4                                                     | 1           | 4           | 4           | 3           | 2           | 3           |
| 5                                                     | 1           | 4           | 4           | 2           | 2           | 4           |
| 6                                                     | 1           | 3           | 4           | 2           | 3           | 4           |
| 7                                                     | 1           | 3           | 4           | 3           | 2           | 4           |
| 8                                                     | 1           | 3           | 5           | 2           | 2           | 3           |
| 9                                                     | 1           | 3           | 4           | 2           | 2           | 4           |
| 10                                                    | 1           | 3           | 4           | 2           | 2           | 4           |
| <b>σ</b>                                              | 0           | 0,48        | 0,48        | 0,42        | 0,32        | 0,42        |
| <b>M</b>                                              | 1           | 3,3         | 4,3         | 2,2         | 2,1         | 3,8         |

**Tablo 6.2.** Arena Benzetim Koşumları (Teknik Çağrılar)

| <b>Haftaiçi Benzetim Koşumları (Teknik Çağrılar)</b>  |             |             |             |             |             |             |
|-------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Koşum No                                              | 00:00-08:00 | 08:00-17:00 | 10:00-19:00 | 15:00-22:00 | 17:00-24:00 | 19:00-02:00 |
| 1                                                     | 1           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           |
| 2                                                     | 1           | 6           | 5           | 4           | 2           | 2           |
| 3                                                     | 1           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           |
| 4                                                     | 1           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           |
| 5                                                     | 1           | 5           | 6           | 3           | 3           | 2           |
| 6                                                     | 1           | 6           | 5           | 3           | 3           | 2           |
| 7                                                     | 1           | 7           | 4           | 4           | 3           | 3           |
| 8                                                     | 1           | 6           | 4           | 3           | 3           | 2           |
| 9                                                     | 1           | 5           | 6           | 4           | 2           | 2           |
| 10                                                    | 1           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           |
| <b><math>\sigma</math></b>                            | 0           | 0,57        | 0,67        | 0,48        | 0,42        | 0,32        |
| <b>M</b>                                              | 1           | 5,9         | 5           | 3,7         | 2,8         | 2,1         |
| <b>Cumartesi Benzetim Koşumları (Teknik Çağrılar)</b> |             |             |             |             |             |             |
| Koşum No                                              | 00:00-08:00 | 08:00-17:00 | 10:00-19:00 | 15:00-22:00 | 17:00-24:00 | 19:00-02:00 |
| 1                                                     | 1           | 6           | 4           | 3           | 3           | 4           |
| 2                                                     | 1           | 5           | 5           | 4           | 2           | 4           |
| 3                                                     | 1           | 6           | 4           | 3           | 3           | 3           |
| 4                                                     | 1           | 7           | 3           | 3           | 3           | 4           |
| 5                                                     | 1           | 6           | 4           | 3           | 2           | 4           |
| 6                                                     | 1           | 6           | 4           | 3           | 3           | 4           |
| 7                                                     | 1           | 6           | 4           | 3           | 3           | 4           |
| 8                                                     | 1           | 6           | 4           | 3           | 3           | 4           |
| 9                                                     | 1           | 7           | 4           | 2           | 3           | 2           |
| 10                                                    | 1           | 6           | 5           | 3           | 3           | 3           |
| <b><math>\sigma</math></b>                            | 0           | 0,57        | 0,57        | 0,47        | 0,42        | 0,70        |
| <b>M</b>                                              | 1           | 6,1         | 4,1         | 3           | 2,8         | 3,6         |
| <b>Pazar Benzetim Koşumları (Teknik Çağrılar)</b>     |             |             |             |             |             |             |
| Koşum No                                              | 00:00-08:00 | 08:00-17:00 | 10:00-19:00 | 15:00-22:00 | 17:00-24:00 | 19:00-02:00 |
| 1                                                     | 1           | 5           | 3           | 2           | 3           | 4           |
| 2                                                     | 1           | 6           | 3           | 2           | 3           | 4           |
| 3                                                     | 1           | 5           | 2           | 3           | 3           | 4           |
| 4                                                     | 1           | 5           | 3           | 3           | 2           | 4           |
| 5                                                     | 1           | 5           | 3           | 2           | 3           | 4           |
| 6                                                     | 1           | 5           | 3           | 2           | 3           | 4           |
| 7                                                     | 1           | 5           | 3           | 2           | 3           | 3           |
| 8                                                     | 1           | 6           | 2           | 2           | 3           | 4           |
| 9                                                     | 1           | 5           | 3           | 3           | 3           | 4           |
| 10                                                    | 1           | 5           | 3           | 2           | 3           | 3           |
| <b><math>\sigma</math></b>                            | 0           | 0,42        | 0,42        | 0,48        | 0,32        | 0,42        |
| <b>M</b>                                              | 1           | 5,2         | 2,8         | 2,3         | 2,9         | 3,8         |

Koşumlar sonucunda ortalama verilerden yola çıkarak aşağıdaki varyaların uygulanması çözüm olarak önerilmektedir.

**Tablo 6.3.** Satış Müşteri Temsilcileri için Önerilen Haftalık Vardiya Planı

|           | Vardiyalar  |             |             |             |             |             |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           | 00:00-08:00 | 08:00-17:00 | 10:00-19:00 | 15:00-22:00 | 17:00-24:00 | 19:00-02:00 |
| Pazartesi | 1           | 8           | 10          | 6           | 4           | 2           |
| Salı      | 1           | 8           | 10          | 6           | 4           | 2           |
| Çarşamba  | 1           | 8           | 10          | 6           | 4           | 2           |
| Perşembe  | 1           | 8           | 10          | 6           | 4           | 2           |
| Cuma      | 1           | 8           | 10          | 6           | 4           | 2           |
| Cumartesi | 1           | 7           | 5           | 2           | 3           | 4           |
| Pazar     | 1           | 3           | 4           | 2           | 2           | 4           |

**Tablo 6.4.** Teknik Müşteri Temsilcileri için Önerilen Haftalık Vardiya Planı

|           | Vardiyalar  |             |             |             |             |             |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           | 00:00-08:00 | 08:00-17:00 | 10:00-19:00 | 15:00-22:00 | 17:00-24:00 | 19:00-02:00 |
| Pazartesi | 1           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           |
| Salı      | 1           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           |
| Çarşamba  | 1           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           |
| Perşembe  | 1           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           |
| Cuma      | 1           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           |
| Cumartesi | 1           | 6           | 4           | 3           | 3           | 4           |
| Pazar     | 1           | 5           | 3           | 2           | 3           | 4           |

Gams derleyicisi ve CPLEX çözücüsü kullanılarak çözülen 0-1 tamsayılı programlama sonuçları aşağıda yer almaktadır. CPLEX çözümü gerçekleştirirken operasyonel vardiya kısıtlarını göz önüne alarak ihtiyaç duyulan Teknik MT sayısını 26'ya, Satış MT sayısını 33'e yükseltmiştir.

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. vardiya : 08:00 - 17:00 | 2. vardiya : 10:00 - 19:00 |
| 3. vardiya : 15:00 - 22:00 | 4. vardiya : 17:00 - 24:00 |
| 5. vardiya : 19:00 - 02:00 | 6. vardiya : 00:00 - 08:00 |

**Tablo 6.5.** Teknik Müşteri Temsilcileri için Vardiya Atamaları

| Personel No | pzt | sal | crs | prs | cum | cmt | paz | Toplam Pers. # |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| 1           | 6   | 4   | 5   |     | 4   | 4   | 5   | 28             |
| 2           | 5   | 6   | 5   |     | 4   | 5   | 4   | 29             |
| 3           | 4   |     | 4   | 5   | 6   | 5   | 5   | 29             |
| 4           | 3   | 2   | 2   | 1   | 2   |     |     | 10             |
| 5           | 3   | 1   | 1   | 2   | 3   |     | 1   | 11             |
| 6           | 3   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   |     | 11             |
| 7           |     | 4   | 6   | 4   | 5   | 5   | 5   | 29             |
| 8           | 1   | 1   | 1   | 2   |     |     | 1   | 6              |
| 9           |     | 4   | 4   | 5   | 4   | 4   | 5   | 26             |
| 10          | 1   |     | 1   | 2   | 2   | 1   |     | 7              |
| 11          | 4   | 5   | 4   | 4   |     | 6   | 4   | 27             |
| 12          | 1   | 1   | 2   |     | 3   | 2   | 2   | 11             |
| 13          | 1   | 3   | 2   | 3   | 1   |     | 1   | 11             |
| 14          | 2   | 1   | 3   | 1   |     | 3   |     | 10             |
| 15          | 2   | 2   |     | 1   | 2   | 1   |     | 8              |
| 16          | 2   | 3   |     | 3   | 3   | 2   | 3   | 16             |
| 17          | 2   | 3   |     | 1   | 3   | 3   | 3   | 15             |
| 18          | 1   |     | 3   | 3   | 2   | 3   | 2   | 14             |
| 19          | 2   |     | 3   | 3   | 1   | 3   | 1   | 13             |
| 20          |     | 3   | 3   | 1   | 1   | 1   |     | 9              |
| 21          |     | 2   | 2   |     | 1   | 2   |     | 7              |
| 22          | 1   | 2   | 1   |     | 2   | 2   |     | 8              |
| 23          |     | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 2   | 8              |
| 24          | 5   |     |     | 6   | 5   | 4   | 4   | 24             |
| 25          | 4   | 5   |     | 4   | 5   | 5   | 6   | 29             |
| 26          | 3   | 1   | 1   | 1   |     | 1   | 1   | 8              |

**Tablo 6.6.** Satış Müşteri Temsilcileri için Vardiya Atamaları

| Personel No | pzt | sal | crs | prs | cum | cmt | paz | Toplam Pers. # |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| 1           | 5   | 5   | 5   | 4   | 4   |     | 5   | 28             |
| 2           |     | 5   | 4   | 5   | 5   | 6   | 4   | 29             |
| 3           | 4   |     | 4   | 6   | 4   | 5   | 5   | 28             |
| 4           | 3   | 2   | 3   | 2   | 3   |     | 3   | 16             |
| 5           | 2   | 1   | 1   | 2   | 1   |     | 3   | 10             |
| 6           | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   |     | 1   | 8              |
| 7           | 1   | 3   | 1   | 3   | 2   |     | 2   | 12             |
| 8           | 4   | 4   | 6   |     | 4   | 5   | 5   | 28             |
| 9           | 2   | 2   | 2   | 1   | 2   | 2   |     | 11             |
| 10          | 3   | 3   | 3   | 1   | 1   | 3   |     | 14             |
| 11          | 2   | 3   | 3   | 1   | 2   |     | 2   | 13             |
| 12          | 1   | 2   | 2   | 3   | 3   |     | 1   | 12             |
| 13          | 1   | 1   | 3   | 2   | 1   | 2   |     | 10             |
| 14          | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 3   |     | 10             |
| 15          | 4   | 6   |     |     |     | 4   |     | 14             |
| 16          | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   |     |     | 11             |
| 17          | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   |     | 2   | 14             |
| 18          | 2   | 1   | 1   | 3   | 1   | 1   |     | 9              |
| 19          | 1   | 3   | 1   | 3   | 2   | 1   |     | 11             |
| 20          | 3   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   |     | 11             |
| 21          | 1   | 1   | 3   | 1   | 2   | 2   |     | 10             |
| 22          | 2   | 1   | 2   | 2   | 2   |     | 2   | 11             |
| 23          | 4   | 4   |     | 4   | 5   | 5   | 6   | 28             |
| 24          | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 1   |     | 9              |
| 25          | 2   | 2   | 2   | 3   | 3   | 1   |     | 13             |
| 26          | 2   | 3   | 1   | 3   | 3   | 1   |     | 13             |
| 27          | 3   | 2   | 3   | 2   | 1   | 2   |     | 13             |
| 28          | 4   | 4   | 4   | 4   |     | 5   | 4   | 25             |
| 29          | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   |     | 7              |
| 30          | 6   | 4   | 5   | 5   | 4   | 4   |     | 28             |
| 31          | 2   | 2   | 2   | 2   | 3   | 1   |     | 12             |
| 32          | 5   |     | 4   | 4   | 6   | 4   | 5   | 28             |
| 33          | 2   | 2   | 1   | 1   | 3   |     | 1   | 10             |

## KAYNAKÇA

- [1] **Cusack Michael**, 1998, Online Customer Care Strategies for Call Center Excellence, First Edition Milwaukee:ASQ Quality Press,
- [2] **Szymankiewicz, J., McDonald J., Turnur K.** , 1988, Solving Business Problems by Simulation, Second Edition, McGRAW-HILL, London
- [3] **Erkut, H.**, 1983, Benzetim Ders Notları, Askeri Bilimler Yöneylem Araştırma/ Yönetim Grup Başkanlığı Yayını
- [4] **Madeline, B.**, 1998, Maximizing Call Center Performance, First Edition, New York: Telecom Books Press
- [5] **Halaç, O.**, 1998, İşletmelerde Simülasyon Teknikleri, 3. Baskı, Alfa Basım Yayın Dağıtım,, İstanbul
- [6] **Kotler, P.**, 2000, Kotler Ve Pazarlama: Pazar Yaratmak, Pazar Kazanmak ve Pazara Egemen Olmak, Çev. Ayşe Özyağcılar, Birinci Basım, Sistem Yayıncılık, Ankara
- [7] **Weindruch, J. P.**, 2002, Veri Akışı Yönetimi: Çağrı Merkezlerinden Temas Merkezlerine, İkinci Baskı, Sistema Bilgi Çözümleri, İstanbul
- [8] **Medcroft, S.**, 2001, Call Centers Made Easy: How To Build, Operate And Profit From Your Small Business Call Center, First Edition, U.S.A: Aegis Publishing Group, Newport/Rhode Island
- [9] **Kohen, A.**, 2001 Etkin Çağrı Merkezi Yönetimi, 2. Baskı, Sistema Yönetim ve Bilgi Çözümleri, İstanbul
- [10] **Sistema**, Gfk Türkiye 2002 Çağrı Merkezi Benchmarking Araştırması
- [11] **Incoming Calls Management Institute**, <http://www.incoming.com>
- [12] **Kohen, A.**, 2002, “Çağrı Merkezleri: Yararları ve Bileşenleri”, Sistema Yönetim ve Bilgi Çözümleri, İstanbul

- [13] **Kohen, A.**, “Küçük Olmanın Büyük Zorlukları”, CRMpro, Sayı 6, (Eylül 2004).
- [14] Gartner Group Research Reports, (<http://www.gartner.com>).
- [15] The Economist Technology Quarterly, Aralık 2001
- [16] Call Centers Best Practices Report, Benchmarking Report from the Call Center Learning Center, Special Operations Edition. Datamonitor, Call Center Practice, Haziran 2000.
- [17] Call Center Magazine, Mayıs 2001
- [18] **Bocklund, L., Bengtson D.**, 2003, Call Center Technology Demystified, Second Edition, USA: Call Center Press, New York
- [19] **Anton, J. Phelps, D.**, 2004, How To Conduct a Call Center Performance Audit: A to Z, Fourth Edition, Anton Press, Santa Maria
- [20] Datamonitor Reports,  
[www.probil.com.tr/probilium/Detail.asp?id=101&y=042005&ct=](http://www.probil.com.tr/probilium/Detail.asp?id=101&y=042005&ct=),  
(Erişim: 03.05.2006), s.1.
- [21] <http://www.onlinefizik.com/content/view/29/110/> (Erişim Tarihi: 02.05.2006)
- [22] **Ören, T.I., Elçi, A., ve Köksal, A.**, 1995, Benzetimin Temel Kavramları için Türkçe Terimler Önerisi. Bilişim (Türkiye Bilişim Derneği Dergisi), sayı 21-22 Eylül-Aralık 1995
- [23] <http://www.elyadal.org/>
- [24] **Tuna, O.**, 1985, Geçmişte ve Günümüzde Sanayi Hayatında Çalışma Süreleri, İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi, İstanbul
- [25] **İncir, G.**, 1998, Çoklu Vardiya Çalışmasının Ergonomik Tasarımı, MPM Yayınları, Ankara
- [26] **Taha, H.A.**, Yöneyler Araştırması, 6. Basımdan Çeviri (Çeviren Ş. Alp Baray, Şakir Esnaf), Literatür Yayıncılık, İstanbul



## **EKLER**

**EK A – SATIŞ ÇAĞRI DAĞILIMI ANALİZİ GRAFİKLERİ**

**EK B – SATIŞ ÇAĞRI DAĞILIMI Kİ-KARE TEST SONUÇLARI**

**EK C – TEKNİK ÇAĞRI DAĞILIMI ANALİZİ GRAFİKLERİ**

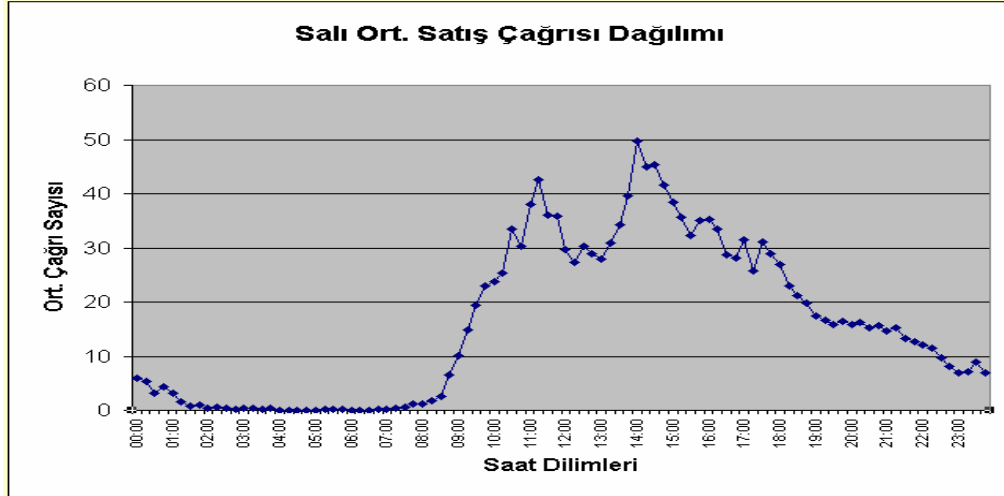
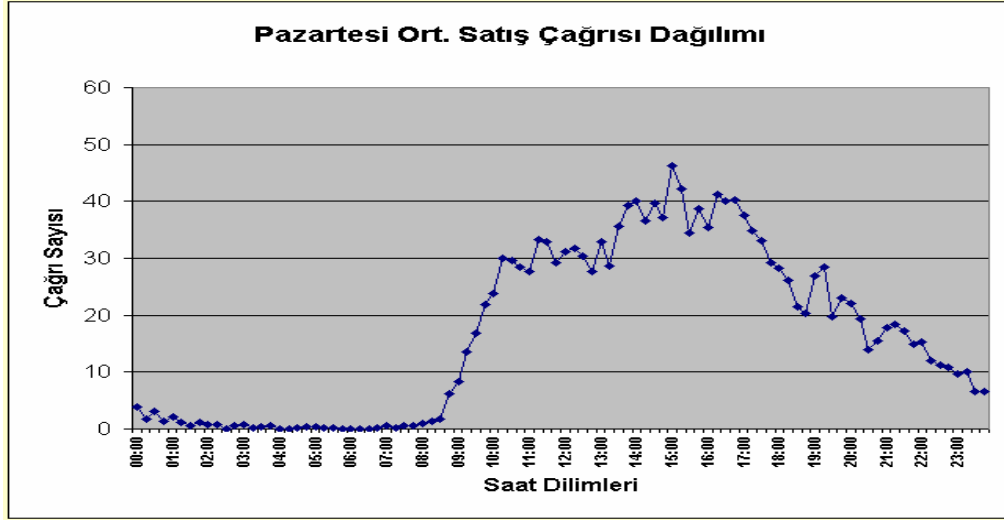
**EK D – TEKNİK ÇAĞRI DAĞILIMI Kİ-KARE TEST SONUÇLARI**

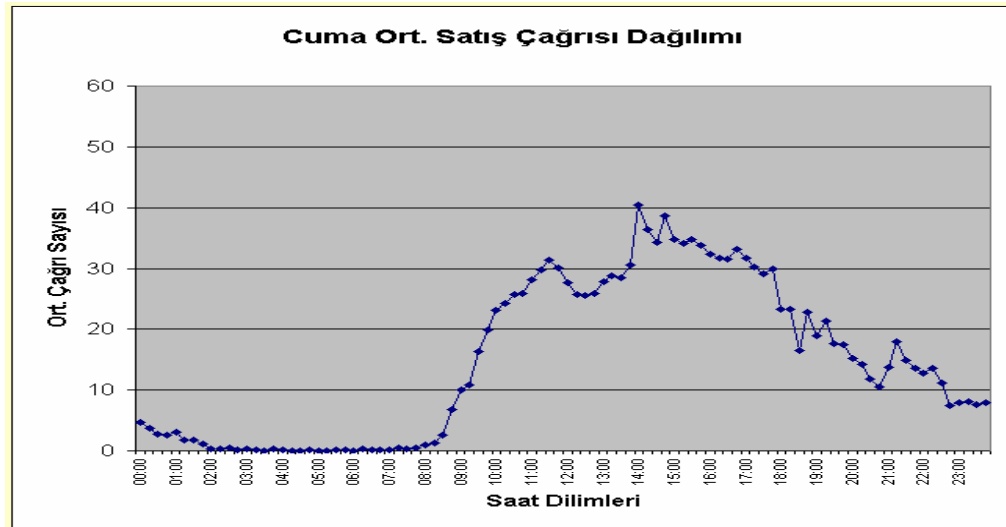
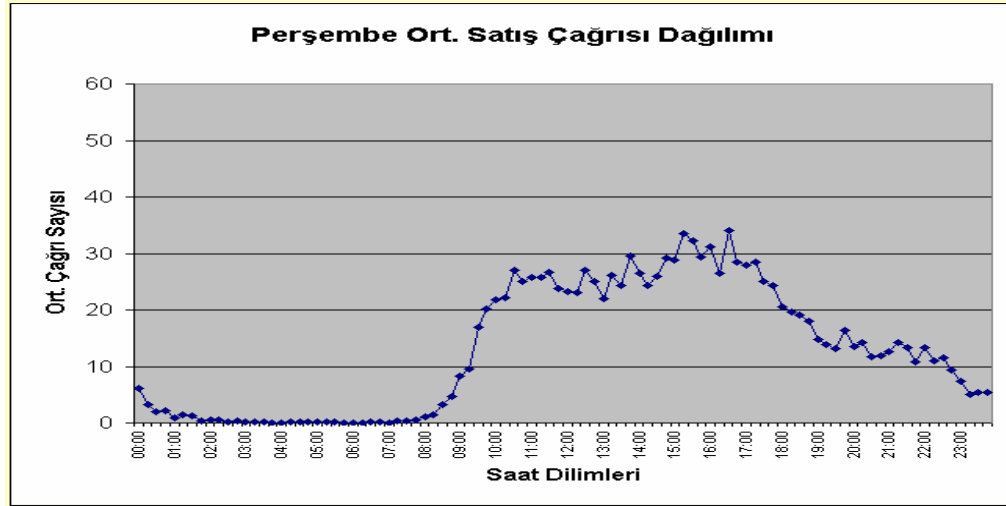
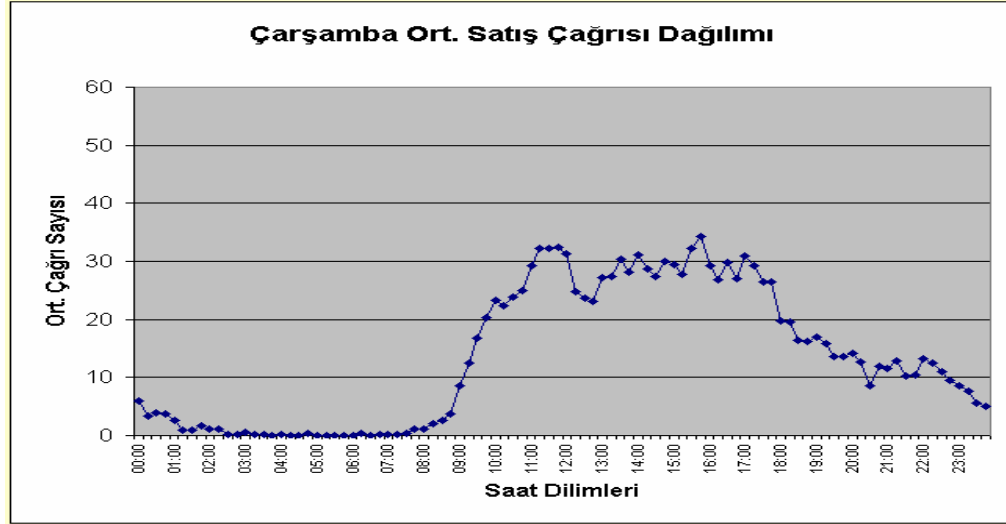
**EK E – TEKNİK VE SATIŞ İŞLEM SÜRELERİ DAĞILIM ANALİZLERİ**

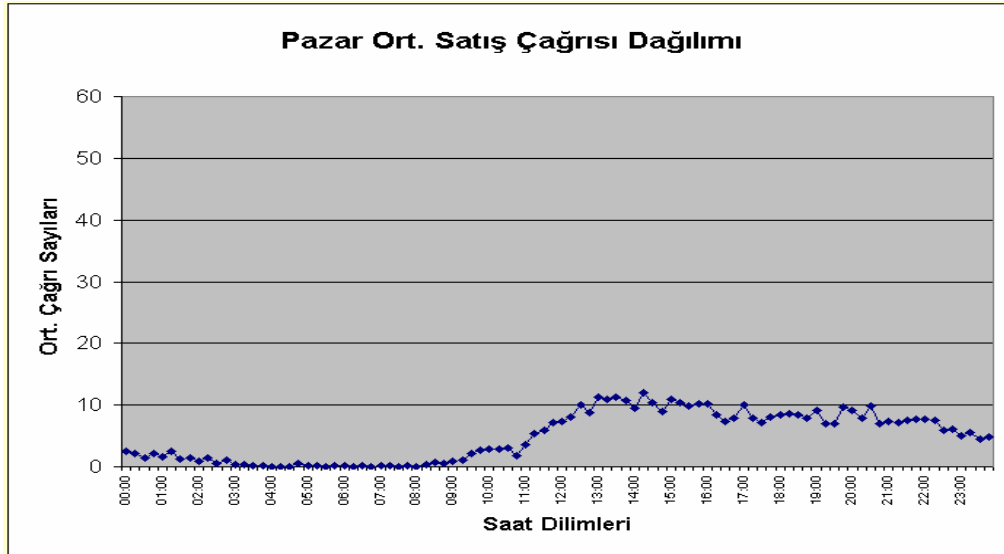
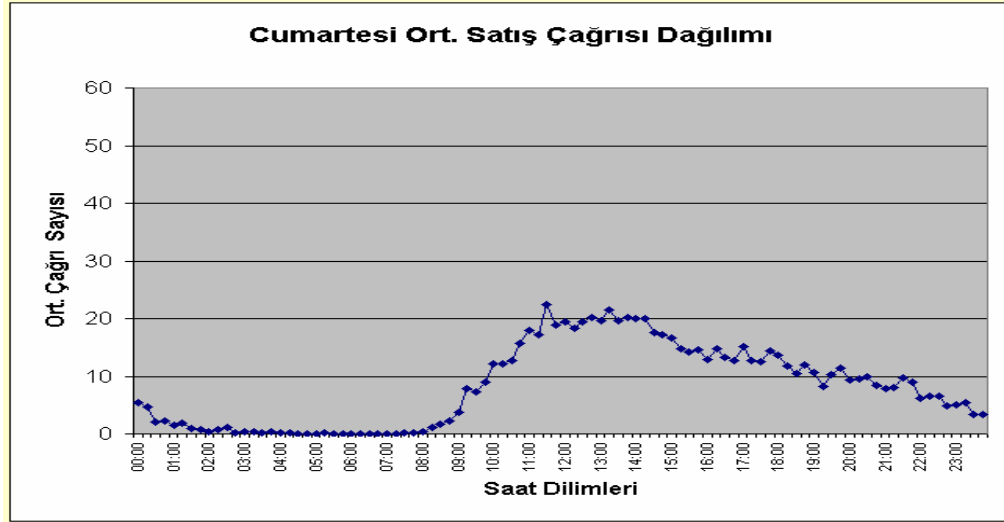
**EK F – GAMS ALGORİTMASI**

**EK G – ARENA BENZETİM ALGORİTMASI**

## EK A – SATIŞ ÇAĞRI DAĞILIMI ANALİZİ GRAFİKLERİ







## EK B – SATIŞ ÇAĞRI DAĞILIMI Kİ-KARE TEST SONUÇLARI

### **Hafta içi Yoğun Saatler Satış Çağrı Sayısı Dağ. Ki-Kare Test Sonucu**

$H_0$  : Hafta içi yoğun saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Hafta içi yoğun saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| <b>Çağrı Sayısı (x)</b> | <b>(frekans=f)</b> | <b>x*f</b> | <b>Teorik Frekans</b> | <b>Ki-Kare Hata Payı</b> |
|-------------------------|--------------------|------------|-----------------------|--------------------------|
| 23                      | 7                  | 161        | 1,89469               | 13,75643                 |
| 25                      | 9                  | 225        | 5,29126               | 2,59953                  |
| 26                      | 11                 | 286        | 5,06196               | 6,96574                  |
| 28                      | 11                 | 308        | 18,43167              | 2,99645                  |
| 29                      | 15                 | 435        | 15,11448              | 0,00087                  |
| 30                      | 19                 | 570        | 20,30501              | 0,08387                  |
| 31                      | 24                 | 744        | 26,39811              | 0,21785                  |
| 32                      | 34                 | 1088       | 33,24714              | 0,01705                  |
| 33                      | 40                 | 1320       | 40,60427              | 0,00899                  |
| 34                      | 41                 | 1394       | 48,13092              | 1,05649                  |
| 35                      | 53                 | 1855       | 55,42268              | 0,10590                  |
| 36                      | 65                 | 2340       | 62,04637              | 0,14060                  |
| 37                      | 69                 | 2553       | 67,58433              | 0,02965                  |
| 38                      | 66                 | 2508       | 71,67931              | 0,44998                  |
| 39                      | 72                 | 2808       | 74,07311              | 0,05802                  |
| 40                      | 69                 | 2760       | 74,63318              | 0,42518                  |
| 41                      | 82                 | 3362       | 73,36340              | 1,01673                  |
| 42                      | 78                 | 3276       | 70,39820              | 0,82086                  |
| 43                      | 71                 | 3053       | 65,98185              | 0,38165                  |
| 44                      | 59                 | 2596       | 60,43704              | 0,03417                  |
| 45                      | 54                 | 2430       | 54,12801              | 0,00030                  |
| 46                      | 45                 | 2070       | 47,42371              | 0,12387                  |
| 47                      | 36                 | 1692       | 40,66578              | 0,53533                  |
| 48                      | 35                 | 1680       | 34,14438              | 0,02144                  |
| 49                      | 24                 | 1176       | 28,08371              | 0,59382                  |
| 50                      | 31                 | 1550       | 22,63684              | 3,08976                  |
| 51                      | 17                 | 867        | 17,88863              | 0,04414                  |
| 52                      | 12                 | 624        | 13,86453              | 0,25075                  |
| 53                      | 11                 | 583        | 10,54291              | 0,01982                  |
| 54                      | 10                 | 540        | 7,86861               | 0,57733                  |
| 55                      | 7                  | 385        | 9,91554               | 0,85728                  |
| 57                      | 6                  | 342        | 6,36550               | 0,02099                  |
|                         |                    |            | Ki-Kare Hata Toplamı: | 37,3009                  |
|                         |                    |            | Serbestlik Derecesi:  | 30                       |
|                         |                    |            | Ki-Kare Tablo Değeri: | 43,80                    |

### **Hafta içi Akşam Saatleri Satış Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu**

$H_0$  : Hafta içi akşam saatlerinde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Hafta içi akşam saatlerinde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x) | (frekans=f) | Teorik Frekans        | Ki-Kare Hata Payı |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| 3                | 0           | 0,018473              | 0,018473          |
| 4                | 0           | 0,082645              | 0,082645          |
| 5                | 0           | 0,295798              | 0,295798          |
| 8                | 10          | 8,183181              | 0,403368          |
| 10               | 18          | 27,986025             | 3,563232          |
| 11               | 35          | 29,208387             | 1,148396          |
| 12               | 40          | 43,558632             | 0,290731          |
| 13               | 53          | 59,962369             | 0,808417          |
| 14               | 83          | 76,647616             | 0,526471          |
| 15               | 92          | 91,444017             | 0,003380          |
| 16               | 114         | 102,278233            | 1,343393          |
| 17               | 116         | 107,666897            | 0,644958          |
| 18               | 125         | 107,042833            | 3,012437          |
| 19               | 93          | 100,821208            | 0,606730          |
| 20               | 77          | 90,213141             | 1,935273          |
| 21               | 68          | 76,877352             | 1,025105          |
| 22               | 50          | 62,535069             | 2,512638          |
| 23               | 42          | 48,656818             | 0,910730          |
| 24               | 35          | 36,281093             | 0,045236          |
| 25               | 27          | 25,970975             | 0,040772          |
| 26               | 21          | 17,875690             | 0,546066          |
| 27               | 15          | 19,420509             | 1,006199          |
| 29               | 8           | 7,460393              | 0,039030          |
| 31               | 7           | 2,997081              | 5,346321          |
|                  |             | Ki-Kare Hata Toplamı: | 25,759            |
|                  |             | Serbestlik Derecesi:  | 19                |
|                  |             | Ki-Kare Tablo Değeri: | 30,1              |

**Hafta içi Sabah Saatleri Satış Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu**

$H_0$  : Hafta içi sabah saatlerinde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Hafta içi sabah saatlerinde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 4                     | 5           | 4,4570         | 0,0661            |
| 5                     | 13          | 7,6304         | 3,7787            |
| 6                     | 11          | 14,6627        | 0,9149            |
| 7                     | 18          | 24,1508        | 1,5665            |
| 8                     | 41          | 34,8064        | 1,1021            |
| 9                     | 49          | 44,5895        | 0,4362            |
| 10                    | 45          | 51,4103        | 0,7993            |
| 11                    | 62          | 53,8858        | 1,2219            |
| 12                    | 57          | 51,7738        | 0,5276            |
| 13                    | 39          | 45,9180        | 1,0423            |
| 14                    | 31          | 37,8157        | 1,2284            |
| 15                    | 26          | 29,0668        | 0,3236            |
| 16                    | 23          | 20,9457        | 0,2015            |
| 17                    | 13          | 14,2057        | 0,1023            |
| 18                    | 15          | 14,6209        | 0,0098            |
| 20                    | 5           | 5,8467         | 0,1226            |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 13,44             |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 14                |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 23,70             |

#### **Hafta içi Seyrek Saatler Satış Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu**

$H_0$  : Hafta içi seyrek saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Hafta içi seyrek saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 0                     | 250         | 229,794        | 1,776650767       |
| 1                     | 483         | 517,540        | 2,305133966       |
| 2                     | 602         | 582,798        | 0,632670704       |
| 3                     | 407         | 437,523        | 2,129395717       |
| 4                     | 268         | 246,346        | 1,903431834       |
| 5                     | 98          | 110,963        | 1,514445068       |
| 6                     | 44          | 41,652         | 0,13239888        |
| 7                     | 17          | 13,401         | 0,966527511       |
| 8                     | 5           | 4,673          | 1,358261454       |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 12,69988068       |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 7                 |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 14,1              |

### Cumartesi Yoğun Saatler Satış Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Cumartesi yoğun saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Cumartesi yoğun saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x) | (frekans=f) | Teorik Frekans        | Ki-Kare Hata Payı |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| 11               | 6           | 3,8379                | 1,2181            |
| 13               | 7           | 7,4837                | 0,0313            |
| 14               | 7           | 6,1829                | 0,1080            |
| 15               | 11          | 7,9722                | 1,1500            |
| 16               | 7           | 9,6368                | 0,7215            |
| 17               | 9           | 10,9638               | 0,3518            |
| 18               | 10          | 11,7806               | 0,2691            |
| 19               | 14          | 11,9920               | 0,3362            |
| 20               | 11          | 11,5968               | 0,0307            |
| 21               | 8           | 10,6806               | 0,6728            |
| 22               | 13          | 9,3896                | 1,3882            |
| 23               | 5           | 7,8958                | 1,0621            |
| 24               | 7           | 11,2857               | 1,6275            |
| 26               | 5           | 3,6619                | 0,4890            |
| 27               | 6           | 4,4350                | 0,5522            |
| 29               | 6           | 2,4735                | 5,0277            |
|                  |             | Ki-Kare Hata Toplamı: | 15,03599697       |
|                  |             | Serbestlik Derecesi:  | 14                |
|                  |             | Ki-Kare Tablo Değeri: | 23,7              |

### Cumartesi Normal Saatler Satış Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu



$H_0$  : Cumartesi normal saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Cumartesi normal saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 7                     | 37          | 32,32941       | 0,67476           |
| 8                     | 47          | 42,97423       | 0,37713           |
| 9                     | 39          | 50,77687       | 2,73146           |
| 10                    | 61          | 53,99659       | 0,90835           |
| 11                    | 57          | 52,20042       | 0,44130           |
| 12                    | 35          | 46,25867       | 2,74019           |
| 13                    | 29          | 37,83991       | 2,06512           |
| 14                    | 34          | 28,74236       | 0,96174           |
| 15                    | 17          | 20,37659       | 0,55953           |
| 16                    | 11          | 13,54291       | 0,47747           |
| 17                    | 7           | 8,47156        | 0,25562           |
| 18                    | 9           | 5,00485        | 3,18915           |
| 19                    | 6           | 5,04476        | 0,18088           |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 15,56269584       |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 11                |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 27,6              |

#### **Cumartesi Sabah Saatleri Satış Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu**

$H_0$  : Cumartesi sabah saatlerinde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Cumartesi sabah saatlerinde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 7                     | 5           | 4,12403        | 0,18606           |
| 8                     | 6           | 6,09818        | 0,00158           |
| 10                    | 10          | 17,49728       | 3,21245           |
| 11                    | 6           | 10,19693       | 1,72740           |
| 12                    | 5           | 10,05208       | 2,53913           |
| 14                    | 9           | 16,87600       | 3,67572           |
| 15                    | 7           | 6,09534        | 0,13427           |
| 17                    | 7           | 6,47998        | 0,04173           |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 11,51834          |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 6                 |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 12,6              |

#### **Cumartesi Seyrek Saatler Satış Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu**

$H_0$  : Cumartesi seyrek saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Cumartesi seyrek saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 0                     | 177         | 173,4096       | 0,0743            |
| 1                     | 152         | 143,1943       | 0,5415            |
| 2                     | 49          | 59,1219        | 1,7329            |
| 3                     | 15          | 20,1878        | 1,3331            |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 3,681             |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 2                 |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 5,99              |

### Pazar Yoğun Saatler Satış Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Pazar yoğun saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Pazar yoğun saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 2                     | 6           | 4,26291        | 0,70784           |
| 3                     | 15          | 9,93162        | 2,58654           |
| 4                     | 22          | 21,38377       | 0,01776           |
| 5                     | 48          | 36,83314       | 3,38551           |
| 6                     | 39          | 52,87031       | 3,63882           |
| 7                     | 59          | 65,04863       | 0,56244           |
| 8                     | 64          | 70,02812       | 0,51891           |
| 9                     | 78          | 67,01227       | 1,80161           |
| 10                    | 55          | 57,71367       | 0,12760           |
| 11                    | 42          | 45,18667       | 0,22473           |
| 12                    | 41          | 32,43048       | 2,26443           |
| 13                    | 17          | 21,48495       | 0,93623           |
| 14                    | 14          | 13,21693       | 0,04639           |
| 15                    | 6           | 7,58864        | 0,33257           |
| 16                    | 7           | 7,14431        | 0,00291           |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 16,81880          |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 13                |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 22,4              |

### Pazar Normal Saatler Satış Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Pazar normal saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Pazar normal saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 3                     | 7           | 3,775978       | 2,752747          |
| 4                     | 7           | 5,215876       | 0,610271          |
| 5                     | 10          | 8,432333       | 0,291447          |
| 6                     | 9           | 11,360226      | 0,490366          |
| 7                     | 8           | 13,118356      | 1,997016          |
| 8                     | 16          | 13,255006      | 0,568464          |
| 9                     | 9           | 11,904959      | 0,708846          |
| 10                    | 7           | 9,623175       | 0,715050          |
| 11                    | 9           | 7,071576       | 0,525883          |
| 12                    | 6           | 4,763492       | 0,320973          |
| 13                    | 7           | 5,593651       | 0,353583          |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 9,334647          |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 9                 |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 15,5              |

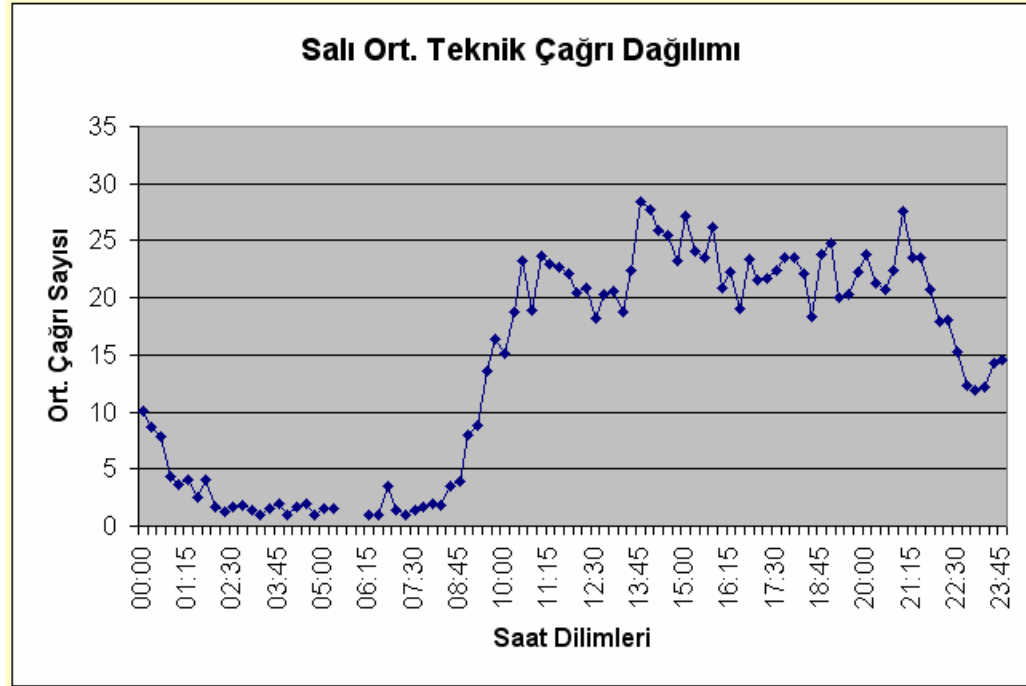
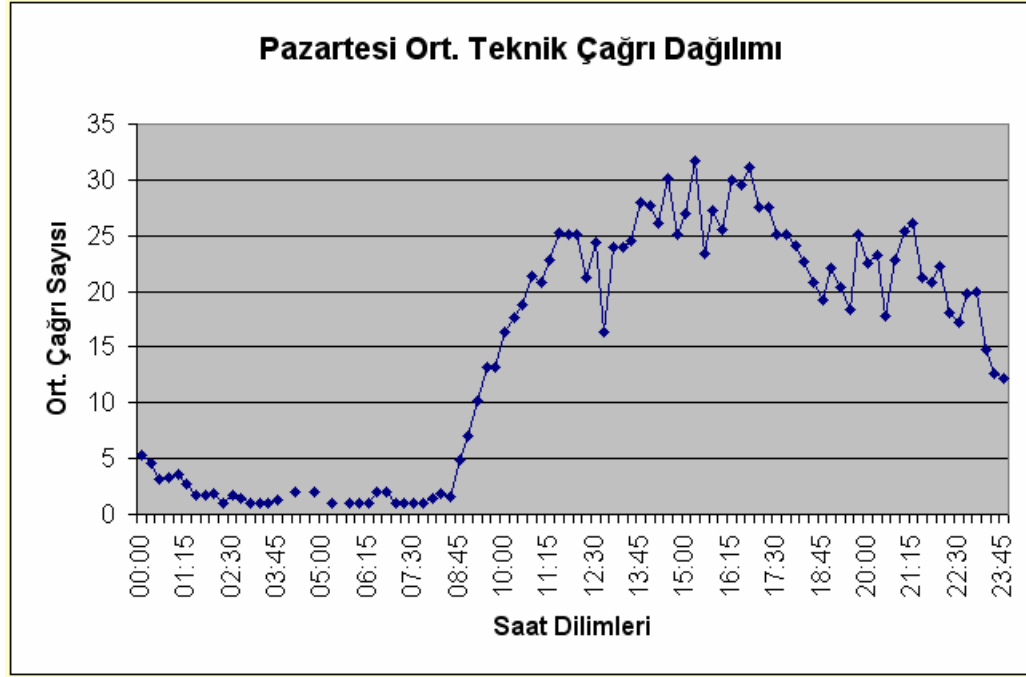
#### Pazar Seyrek Saatler Satış Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Pazar seyrek saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

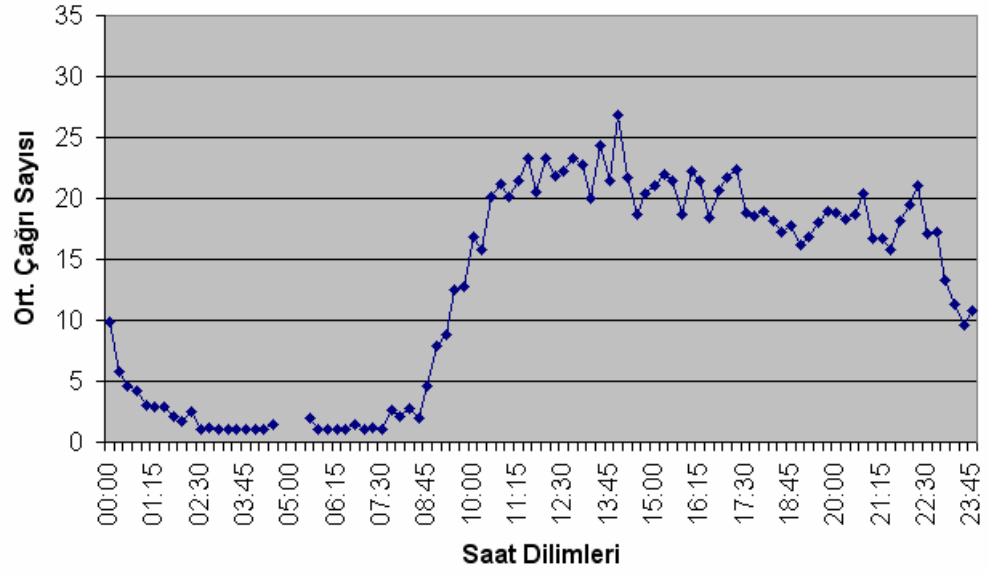
$H_1$  : Pazar seyrek saatlerde gözlenen satış çağrısı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 0                     | 161         | 171,39172      | 0,63006           |
| 1                     | 206         | 181,77910      | 3,22728           |
| 2                     | 89          | 96,39801       | 0,56776           |
| 3                     | 29          | 34,08010       | 0,75726           |
| 4                     | 8           | 10,95320       | 0,79624           |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 5,97860           |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 3                 |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 7,81              |

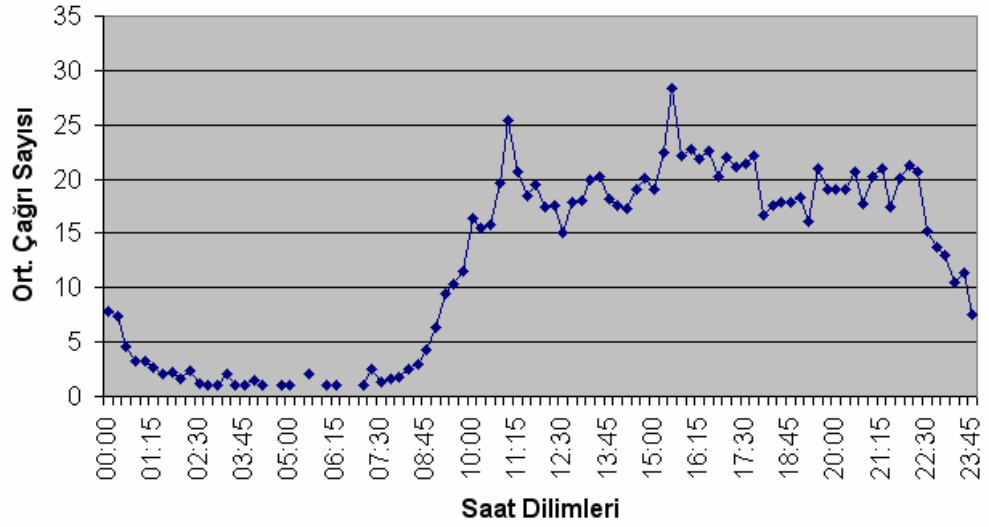
#### EK C – TEKNİK ÇAĞRI DAĞILIMI ANALİZİ GRAFİKLERİ

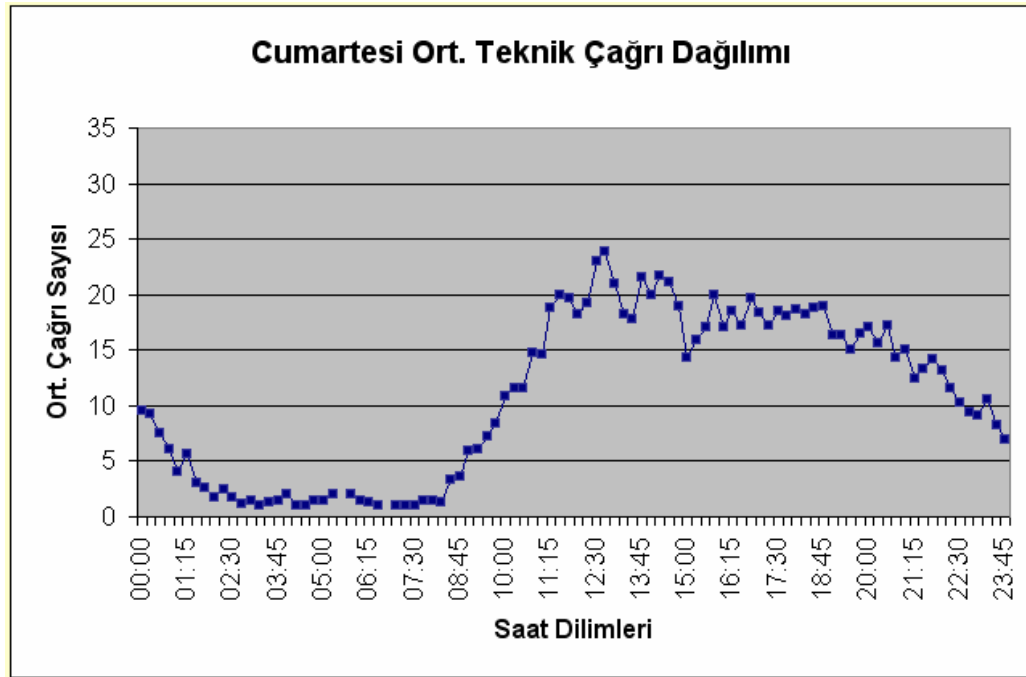
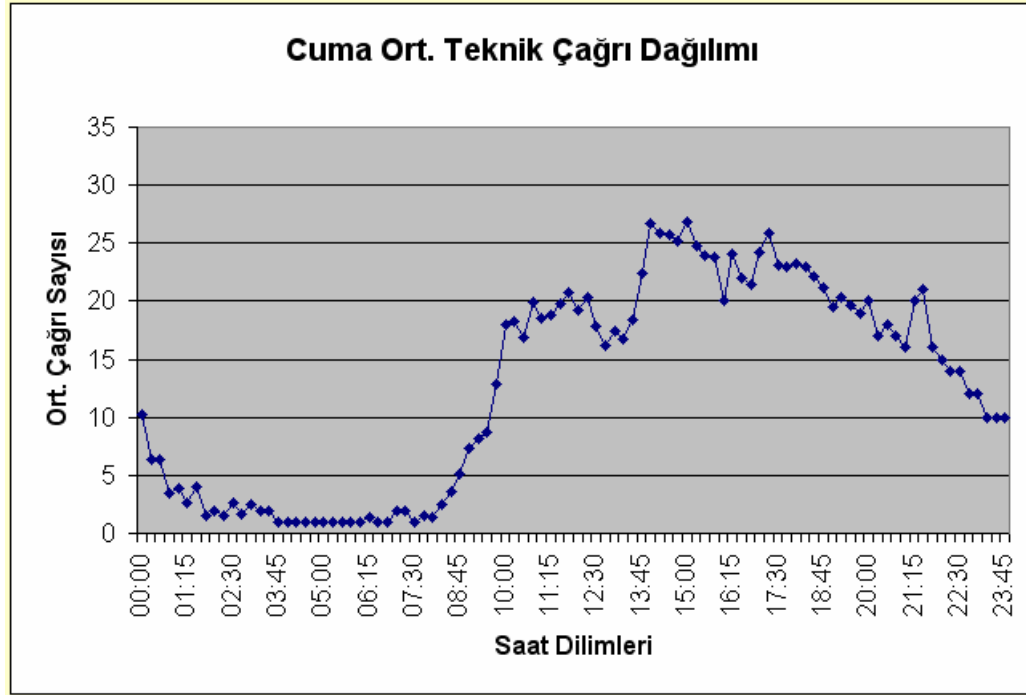


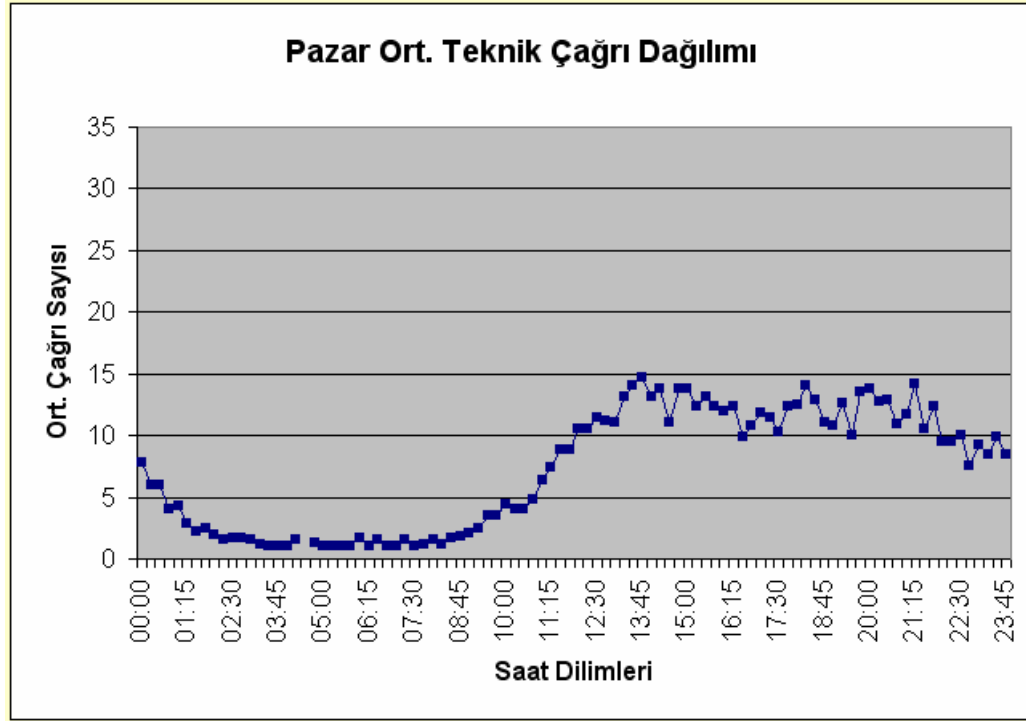
**Çarşamba Ort. Teknik Çağrı Dağılımı**



**Perşembe Ort. Teknik Çağrı Dağılımı**







## EK D – TEKNİK ÇAĞRI DAĞILIMI Kİ-KARE TEST SONUÇLARI

### Hafta İçi Yoğun Saatler Teknik Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Hafta içi yoğun saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Hafta içi yoğun saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x) | (frekans=f) | Teorik Frekans        | Ki-Kare Hata Payı |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| 11               | 9           | 6,9349932             | 0,6148893         |
| 12               | 9           | 7,7765916             | 0,1924658         |
| 13               | 12          | 13,6372747            | 0,1965692         |
| 14               | 27          | 22,2065557            | 1,0346993         |
| 15               | 29          | 33,7498305            | 0,6684742         |
| 16               | 52          | 48,0876179            | 0,3183092         |
| 17               | 59          | 64,4860824            | 0,4667224         |
| 18               | 78          | 81,6723666            | 0,1651266         |
| 19               | 100         | 97,9948360            | 0,0410295         |
| 20               | 135         | 111,7004303           | 4,8600524         |
| 21               | 125         | 121,2598991           | 0,1153585         |
| 22               | 141         | 125,6539579           | 1,8742029         |
| 23               | 131         | 124,5460585           | 0,3344414         |
| 24               | 120         | 118,3042638           | 0,0243061         |
| 25               | 84          | 107,8802738           | 5,2861145         |
| 26               | 74          | 94,5911146            | 4,4823872         |
| 27               | 81          | 79,8671579            | 0,0160683         |
| 28               | 65          | 65,0267202            | 0,0000110         |
| 29               | 41          | 51,1181942            | 2,0027674         |
| 30               | 33          | 38,8450692            | 0,8795153         |
| 31               | 32          | 28,5664226            | 0,4127032         |
| 32               | 21          | 20,3510832            | 0,0206914         |
| 33               | 13          | 14,0590262            | 0,0797734         |
| 34               | 11          | 9,4266629             | 0,2625945         |
| 35               | 6           | 6,1400454             | 0,0031942         |
| 36               | 8           | 8,5612760             | 0,0367972         |
|                  |             | Ki-Kare Hata Toplamı: | 24,3892646        |
|                  |             | Serbestlik Derecesi:  | 24                |
|                  |             | Ki-Kare Tablo Değeri: | 36,4              |



### Hafta İçi Akşam Saatleri Tek. Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Hafta içi akşam saatlerinde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Hafta içi akşam saatlerinde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x) | (frekans=f) | Teorik Frekans        | Ki-Kare Hata Payı |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| 10               | 8           | 6,094565624           | 0,595724188       |
| 12               | 5           | 7,48338193            | 0,824117474       |
| 13               | 9           | 12,70812291           | 1,081998939       |
| 14               | 25          | 20,03919257           | 1,22807395        |
| 15               | 35          | 29,49278654           | 1,028366719       |
| 16               | 36          | 40,69327775           | 0,541289797       |
| 17               | 49          | 52,84459809           | 0,279705684       |
| 18               | 59          | 64,81192817           | 0,521177351       |
| 19               | 94          | 75,30575879           | 4,640742752       |
| 20               | 79          | 83,12373346           | 0,204576683       |
| 21               | 85          | 87,38413554           | 0,065047302       |
| 22               | 95          | 87,68731282           | 0,609841859       |
| 23               | 93          | 84,16582275           | 0,927249151       |
| 24               | 95          | 77,41968132           | 3,992106394       |
| 25               | 59          | 68,3656927            | 1,283044115       |
| 26               | 42          | 58,04859578           | 4,436927768       |
| 27               | 46          | 47,46295813           | 0,045092986       |
| 28               | 29          | 37,42170912           | 1,895295169       |
| 29               | 22          | 28,48737737           | 1,47735836        |
| 30               | 21          | 20,96322336           | 6,45187E-05       |
| 31               | 18          | 14,92874211           | 0,631843255       |
| 32               | 11          | 10,29911922           | 0,047696687       |
| 33               | 5           | 6,889901187           | 0,51840025        |
| 34               | 5           | 7,295396639           | 0,722215116       |
| 36               | 6           | 3,362648987           | 2,068494331       |
|                  |             | Ki-Kare Hata Toplamı: | 29,6664508        |
|                  |             | Serbestlik Derecesi:  | 23                |
|                  |             | Ki-Kare Tablo Değeri: | 35,2              |

### Hafta İçi Sabah Saatleri Tek. Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Hafta içi sabah saatlerinde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Hafta içi sabah saatlerinde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 2                     | 5           | 2,831921       | 1,659850          |
| 3                     | 11          | 6,888717       | 2,453672          |
| 4                     | 13          | 15,381924      | 0,368846          |
| 5                     | 24          | 27,477232      | 0,440042          |
| 6                     | 45          | 40,902896      | 0,410393          |
| 7                     | 49          | 52,190125      | 0,194997          |
| 8                     | 74          | 58,268076      | 4,247497          |
| 9                     | 55          | 57,825645      | 0,138075          |
| 10                    | 45          | 51,647917      | 0,855694          |
| 11                    | 28          | 41,936526      | 4,631446          |
| 12                    | 31          | 31,213576      | 0,001461          |
| 13                    | 23          | 21,445318      | 0,112707          |
| 14                    | 17          | 13,681597      | 0,804862          |
| 15                    | 9           | 8,146627       | 0,089392          |
| 16                    | 7           | 8,122586       | 0,155148          |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 16,564081         |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 13                |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 22,4              |

### Hafta İçi Seyrek Saatler Tek. Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Hafta içi seyrek saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Hafta içi seyrek saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 0                     | 51          | 39,36035       | 3,44208           |
| 1                     | 157         | 131,26054      | 5,04737           |
| 2                     | 199         | 218,86655      | 1,80329           |
| 3                     | 239         | 243,29509      | 0,07582           |
| 4                     | 201         | 202,83765      | 0,01665           |
| 5                     | 133         | 135,28629      | 0,03864           |
| 6                     | 68          | 75,19306       | 0,68810           |
| 7                     | 29          | 35,82242       | 1,29934           |
| 8                     | 12          | 14,93276       | 0,57599           |
| 9                     | 9           | 7,93779        | 0,14214           |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 13,129            |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 8                 |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 15,5              |

### Cumartesi Yoğun Saatler Tek. Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Cumartesi yoğun saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Cumartesi yoğun saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x) | (frekans=f) | Teorik Frekans        | Ki-Kare Hata Payı |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| 9                | 6           | 3,37576               | 2,04002           |
| 10               | 5           | 3,77268               | 0,39927           |
| 11               | 5           | 6,44842               | 0,32534           |
| 12               | 13          | 10,10341              | 0,83044           |
| 13               | 18          | 14,61237              | 0,78537           |
| 14               | 17          | 19,62405              | 0,35088           |
| 15               | 19          | 24,59764              | 1,27384           |
| 16               | 34          | 28,90476              | 0,89817           |
| 17               | 37          | 31,96808              | 0,79205           |
| 18               | 38          | 33,39182              | 0,63594           |
| 19               | 22          | 33,04323              | 3,69071           |
| 20               | 24          | 31,06337              | 1,60611           |
| 21               | 28          | 27,81155              | 0,00128           |
| 22               | 19          | 23,76833              | 0,95661           |
| 23               | 24          | 19,42973              | 1,07502           |
| 24               | 22          | 15,22129              | 3,01885           |
| 25               | 12          | 19,72551              | 3,02570           |
| 27               | 6           | 5,76451               | 0,00962           |
| 28               | 6           | 6,38036               | 0,02268           |
| 30               | 5           | 3,08718               | 1,18518           |
|                  |             | Ki-Kare Hata Toplamı: | 22,92306          |
|                  |             | Serbestlik Derecesi:  | 18                |
|                  |             | Ki-Kare Tablo Değeri: | 28,9              |

### Cumartesi Normal Saatler Tek. Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Cumartesi normal saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Cumartesi normal saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x) | (frekans=f) | Teorik Frekans        | Ki-Kare Hata Payı |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| 5                | 6           | 2,66959               | 4,15482           |
| 6                | 9           | 5,48162               | 2,25827           |
| 7                | 10          | 9,64778               | 0,01286           |
| 8                | 13          | 14,85777              | 0,23229           |
| 9                | 21          | 20,33889              | 0,02149           |
| 10               | 26          | 25,05784              | 0,03542           |
| 11               | 33          | 28,06514              | 0,86773           |
| 12               | 19          | 28,81391              | 3,34258           |
| 13               | 17          | 27,30707              | 3,89041           |
| 14               | 27          | 24,03053              | 0,36694           |
| 15               | 25          | 19,73733              | 1,40321           |
| 16               | 14          | 15,19794              | 0,09442           |
| 17               | 10          | 11,01418              | 0,09338           |
| 18               | 8           | 7,53869               | 0,02823           |
| 19               | 6           | 4,88831               | 0,25282           |
| 20               | 8           | 5,76717               | 0,86447           |
|                  |             | Ki-Kare Hata Toplamı: | 17,91935          |
|                  |             | Serbestlik Derecesi:  | 14                |
|                  |             | Ki-Kare Tablo Değeri: | 23,7              |

### Cumartesi Sabah Saatleri Tek. Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Cumartesi sabah saatlerinde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Cumartesi sabah saatlerinde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x) | (frekans=f) | Teorik Frekans        | Ki-Kare Hata Payı |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| 3                | 10          | 5,819514              | 3,003080          |
| 4                | 5           | 7,666554              | 0,927472          |
| 5                | 10          | 11,977420             | 0,326463          |
| 6                | 21          | 15,593553             | 1,874471          |
| 7                | 15          | 17,401237             | 0,331352          |
| 8                | 21          | 16,991167             | 0,945829          |
| 9                | 11          | 14,747342             | 0,952211          |
| 10               | 9           | 11,519850             | 0,551192          |
| 11               | 5           | 8,180639              | 1,236635          |
| 12               | 7           | 5,325238              | 0,526705          |
| 13               | 6           | 5,915007              | 0,001221          |
|                  |             | Ki-Kare Hata Toplamı: | 10,676630         |
|                  |             | Serbestlik Derecesi:  | 9                 |
|                  |             | Ki-Kare Tablo Değeri: | 16,9              |

### Cumartesi Seyrek Saatler Tek. Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Cumartesi seyrek saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Cumartesi seyrek saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x) | (frekans=f) | Teorik Frekans        | Ki-Kare Hata Payı |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| 0                | 16          | 8,536840              | 6,524517          |
| 1                | 21          | 21,342100             | 0,005484          |
| 2                | 25          | 26,677625             | 0,105498          |
| 3                | 15          | 22,231354             | 2,352195          |
| 4                | 12          | 13,894596             | 0,258337          |
| 5                | 8           | 6,947298              | 0,159513          |
| 6                | 5           | 3,928532              | 0,292232          |
|                  |             | Ki-Kare Hata Toplamı: | 9,697776          |
|                  |             | Serbestlik Derecesi:  | 5                 |
|                  |             | Ki-Kare Tablo Değeri: | 11,1              |

### Pazar Yoğun Saatler Tek. Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Pazar yoğun saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Pazar yoğun saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x) | (frekans=f) | Teorik Frekans        | Ki-Kare Hata Payı |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| 4                | 5           | 5,914919              | 0,141520          |
| 5                | 12          | 9,430192              | 0,700294          |
| 6                | 23          | 18,037251             | 1,365445          |
| 7                | 41          | 29,571499             | 4,416774          |
| 8                | 36          | 42,421341             | 0,972002          |
| 9                | 49          | 54,093230             | 0,479561          |
| 10               | 66          | 62,078891             | 0,247670          |
| 11               | 57          | 64,766780             | 0,931386          |
| 12               | 51          | 61,940127             | 1,932292          |
| 13               | 49          | 54,680160             | 0,590053          |
| 14               | 59          | 44,823192             | 4,483882          |
| 15               | 27          | 34,293559             | 1,551195          |
| 16               | 28          | 24,597650             | 0,470614          |
| 17               | 17          | 16,605262             | 0,009384          |
| 18               | 13          | 10,587033             | 0,549957          |
| 19               | 5           | 6,394722              | 0,304196          |
| 20               | 8           | 6,720709              | 0,243514          |
|                  |             | Ki-Kare Hata Toplamı: | 19,390            |
|                  |             | Serbestlik Derecesi:  | 15                |
|                  |             | Ki-Kare Tablo Değeri: | 25                |

### Pazar Normal Saatler Tek. Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Pazar normal saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Pazar normal saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 4                     | 5           | 2,356458       | 2,965601          |
| 5                     | 8           | 3,282286       | 6,780893          |
| 6                     | 6           | 5,695430       | 0,016287          |
| 7                     | 7           | 8,470907       | 0,255412          |
| 8                     | 15          | 11,024055      | 1,433968          |
| 9                     | 11          | 12,752645      | 0,240873          |
| 10                    | 13          | 13,277052      | 0,005781          |
| 11                    | 9           | 12,566386      | 1,012153          |
| 12                    | 10          | 10,902612      | 0,074726          |
| 14                    | 10          | 11,000088      | 0,090924          |
| 16                    | 8           | 5,767411       | 0,864244          |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 13,741            |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 9                 |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 16,9              |

### Pazar Seyrek Saatler Tek. Çağ. Say. Dağ. Ki-Kare Test Sonucu

$H_0$  : Pazar seyrek saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymaktadır.

$H_1$  : Pazar seyrek saatlerde gözlenen teknik çağrı sayıları poisson dağılımına uymamaktadır.

| Çağrı Sayısı (x)      | (frekans=f) | Teorik Frekans | Ki-Kare Hata Payı |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 0                     | 16          | 17,145         | 0,076             |
| 1                     | 41          | 46,148         | 0,574             |
| 2                     | 74          | 62,109         | 2,277             |
| 3                     | 65          | 55,726         | 1,543             |
| 4                     | 29          | 37,499         | 1,926             |
| 5                     | 13          | 20,187         | 2,559             |
| 6                     | 6           | 9,056          | 1,032             |
| 7                     | 6           | 4,654          | 0,389             |
| Ki-Kare Hata Toplamı: |             |                | 10,377            |
| Serbestlik Derecesi:  |             |                | 6                 |
| Ki-Kare Tablo Değeri: |             |                | 12,6              |

## EK E – TEKNİK VE SATIŞ İŞLEM SÜRELERİ DAĞILIM ANALİZLERİ

### Satış Çağrısı Konuşma Süresi Dağılımı (Üstel) Ki-Kare Testi

$H_0$  : Gözlenen satış çağrısı konuşma süreleri üstel dağılıma uymaktadır.

$H_1$  : Gözlenen satış çağrısı konuşma süreleri üstel dağılıma uymamaktadır.

| Sınıf Sınırları |       | Gözlem Sayısı | Teorik Küm. Olasılık | Teorik Olasılık | Teorik Sıklık | Ki-Kare Farkı |
|-----------------|-------|---------------|----------------------|-----------------|---------------|---------------|
| -               | 40,08 | 659           | 0,116                | 0,116           | 617,131       | 2,841         |
| 40,08           | 80,63 | 573           | 0,220                | 0,104           | 551,275       | 0,856         |
| 80,63           | 121,2 | 493           | 0,312                | 0,092           | 486,378       | 0,090         |
| 121,18          | 161,7 | 447           | 0,393                | 0,081           | 429,121       | 0,745         |
| 161,73          | 202,3 | 318           | 0,465                | 0,071           | 378,604       | 9,701         |
| 202,28          | 242,8 | 339           | 0,528                | 0,063           | 334,034       | 0,074         |
| 242,83          | 283,4 | 281           | 0,583                | 0,056           | 294,711       | 0,638         |
| 283,38          | 323,9 | 252           | 0,632                | 0,049           | 260,017       | 0,247         |
| 323,93          | 364,5 | 219           | 0,676                | 0,043           | 229,408       | 0,472         |
| 364,48          | 405   | 188           | 0,714                | 0,038           | 202,401       | 1,025         |
| 405,03          | 445,6 | 178           | 0,747                | 0,034           | 178,574       | 0,002         |
| 445,58          | 486,1 | 161           | 0,777                | 0,030           | 157,552       | 0,075         |
| 486,13          | 526,7 | 128           | 0,803                | 0,026           | 139,005       | 0,871         |
| 526,68          | 567,2 | 133           | 0,827                | 0,023           | 122,641       | 0,875         |
| 567,23          | 607,8 | 131           | 0,847                | 0,020           | 108,204       | 4,803         |
| 607,78          | 648,3 | 84            | 0,865                | 0,018           | 95,466        | 1,377         |
| 648,33          | 688,9 | 73            | 0,881                | 0,016           | 84,227        | 1,497         |
| 688,88          | 729,4 | 84            | 0,895                | 0,014           | 74,312        | 1,263         |
| 729,43          | 770   | 61            | 0,907                | 0,012           | 65,564        | 0,318         |
| 769,98          | 810,5 | 58            | 0,918                | 0,011           | 57,846        | 0,000         |
| 810,53          | 851,1 | 42            | 0,928                | 0,010           | 51,036        | 1,600         |
| 851,08          | 891,6 | 53            | 0,936                | 0,008           | 45,028        | 1,411         |
| 891,63          | 932,2 | 35            | 0,944                | 0,007           | 39,727        | 0,562         |
| 932,18          | 972,7 | 36            | 0,950                | 0,007           | 35,050        | 0,026         |
| 972,73          | 1013  | 34            | 0,956                | 0,006           | 30,924        | 0,306         |
| 1013,3          | 1054  | 26            | 0,961                | 0,005           | 27,284        | 0,060         |
| 1053,8          | 1094  | 24            | 0,966                | 0,005           | 24,072        | 0,000         |
| 1094,4          | 1135  | 22            | 0,970                | 0,004           | 21,238        | 0,027         |
| 1134,9          | 1175  | 14            | 0,974                | 0,004           | 18,738        | 1,198         |
| 1175,5          | 1216  | 14            | 0,977                | 0,003           | 16,532        | 0,388         |
| 1216            | 1257  | 14            | 0,979                | 0,003           | 14,586        | 0,024         |
| 1256,6          | 1297  | 12            | 0,982                | 0,002           | 12,869        | 0,059         |
| 1297,1          | 1338  | 12            | 0,984                | 0,002           | 11,354        | 0,037         |
| 1337,7          | 1378  | 12            | 0,986                | 0,002           | 10,017        | 0,392         |
| 1378,2          | 1419  | 7             | 0,988                | 0,002           | 8,838         | 0,382         |
| 1418,8          | 1459  | 8             | 0,989                | 0,001           | 7,798         | 0,005         |
| 1459,3          | 1500  | 13            | 0,990                | 0,001           | 6,880         | 5,445         |
| 1499,9          | 1540  | 8             | 0,991                | 0,001           | 6,070         | 0,614         |
| 1540,4          | 1581  | 5             | 0,992                | 0,001           | 5,355         | 0,024         |
| 1581            | 1622  | 6             | 0,993                | 0,001           | 4,725         | 0,344         |
| 1621,5          | 1662  | 9             | 0,994                | 0,001           | 4,169         | 5,600         |
| 1662,1          | 1703  | 34            | 0,995                | 0,001           | 30,659        | 0,364         |

Ki-Kare Hata Payı Top:

46,638

Serbestlik Derecesi:

40

Ki-Kare Tablo Değeri:

55,8

Veriler  $\mu=323,76$  ( $\lambda=0,00309$ ) parametrelili üstel dağılıma uymaktadır.

### Satış Çağrısı KSİS Dağılımı (Üstel) Ki-Kare Testi

$H_0$  : Gözlenen satış çağrısı konuşma sonrası işlem süreleri üstel dağılıma uymaktadır.

$H_1$  : Gözlenen satış çağrısı konuşma sonrası işlem süreleri üstel dağılıma uymamaktadır.

| Sınıf Sınırları |        | Gözlem Sayısı | Teorik Küm. Olasılık | Teorik Olasılık | Teorik Sıklık | Ki-Kare Farkı |
|-----------------|--------|---------------|----------------------|-----------------|---------------|---------------|
| -               | 2,79   | 563           | 0,110                | 0,110           | 553,596       | 0,160         |
| 2,79            | 6,08   | 566           | 0,225                | 0,115           | 574,802       | 0,135         |
| 6,08            | 9,37   | 488           | 0,325                | 0,100           | 500,728       | 0,324         |
| 9,37            | 12,66  | 434           | 0,412                | 0,087           | 436,201       | 0,011         |
| 12,66           | 15,95  | 360           | 0,488                | 0,076           | 379,989       | 1,051         |
| 15,95           | 19,24  | 351           | 0,554                | 0,066           | 331,020       | 1,206         |
| 19,24           | 22,53  | 270           | 0,611                | 0,058           | 288,363       | 1,169         |
| 22,53           | 25,82  | 266           | 0,661                | 0,050           | 251,202       | 0,872         |
| 25,82           | 29,11  | 216           | 0,705                | 0,044           | 218,830       | 0,037         |
| 29,11           | 32,40  | 213           | 0,743                | 0,038           | 190,630       | 2,625         |
| 32,40           | 35,69  | 210           | 0,776                | 0,033           | 166,064       | 11,624        |
| 35,69           | 38,98  | 131           | 0,805                | 0,029           | 144,664       | 1,291         |
| 38,98           | 42,27  | 105           | 0,830                | 0,025           | 126,021       | 3,506         |
| 42,27           | 45,56  | 109           | 0,852                | 0,022           | 109,781       | 0,006         |
| 45,56           | 48,85  | 102           | 0,871                | 0,019           | 95,634        | 0,424         |
| 48,85           | 52,14  | 64            | 0,888                | 0,017           | 83,310        | 4,476         |
| 52,14           | 55,43  | 64            | 0,902                | 0,014           | 72,574        | 1,013         |
| 55,43           | 58,72  | 73            | 0,915                | 0,013           | 63,221        | 1,512         |
| 58,72           | 62,01  | 61            | 0,926                | 0,011           | 55,074        | 0,638         |
| 62,01           | 65,30  | 47            | 0,935                | 0,010           | 47,977        | 0,020         |
| 65,30           | 68,59  | 47            | 0,944                | 0,008           | 41,794        | 0,648         |
| 68,59           | 71,88  | 36            | 0,951                | 0,007           | 36,408        | 0,005         |
| 71,88           | 75,17  | 34            | 0,957                | 0,006           | 31,716        | 0,164         |
| 75,17           | 78,46  | 19            | 0,963                | 0,006           | 27,629        | 2,695         |
| 78,46           | 81,75  | 23            | 0,968                | 0,005           | 24,069        | 0,047         |
| 81,75           | 85,04  | 22            | 0,972                | 0,004           | 20,967        | 0,051         |
| 85,04           | 88,33  | 21            | 0,975                | 0,004           | 18,265        | 0,410         |
| 88,33           | 91,62  | 12            | 0,979                | 0,003           | 15,911        | 0,961         |
| 91,62           | 94,91  | 17            | 0,981                | 0,003           | 13,861        | 0,711         |
| 94,91           | 98,20  | 12            | 0,984                | 0,002           | 12,075        | 0,000         |
| 98,20           | 101,49 | 8             | 0,986                | 0,002           | 10,519        | 0,603         |
| 101,49          | 104,78 | 6             | 0,988                | 0,002           | 9,163         | 1,092         |
| 104,78          | 108,07 | 6             | 0,989                | 0,002           | 7,982         | 0,492         |
| 108,07          | 111,36 | 6             | 0,991                | 0,001           | 6,954         | 0,131         |
| 111,36          | 114,65 | 6             | 0,992                | 0,001           | 6,058         | 0,001         |
| 114,65          | 117,94 | 5             | 0,993                | 0,001           | 5,277         | 0,015         |
| 117,94          | 121,23 | 5             | 0,994                | 0,001           | 4,597         | 0,035         |
| 121,23          | 124,52 | 5             | 0,995                | 0,001           | 4,004         | 0,247         |
| 124,52          | 127,81 | 5             | 0,995                | 0,001           | 3,488         | 0,655         |



|        |        |    |       |       |        |       |
|--------|--------|----|-------|-------|--------|-------|
| 127,81 | 131,10 | 8  | 0,996 | 0,001 | 3,039  | 8,099 |
| 131,10 | 134,39 | 18 | 0,996 | 0,001 | 20,543 | 0,315 |

Ki-Kare Hata Payı Top: 49,477

Serbestlik Derecesi: 39

Ki-Kare Tablo Değeri: 54,6

Veriler  $\mu=23,85$  ( $\lambda =0,04193$ ) parametrelü üstel dağılıma uymaktadır.

### Satış Çağrısı Hatta Bekletme Süresi Dağılımı (Üstel) Ki-Kare Testi

$H_0$  : Gözlenen satış çağrısı hatta bekletme süreleri üstel dağılıma uymaktadır.

$H_1$  : Gözlenen satış çağrısı hatta bekletme süreleri üstel dağılıma uymamaktadır.

| Sınıf Sınırları |       | Gözlem Sayısı | Teorik Küm. Olasılık | Teorik Olasılık | Teorik Sıklık | Ki-Kare Farkı |
|-----------------|-------|---------------|----------------------|-----------------|---------------|---------------|
| -               | 2,05  | 478           | 0,085                | 0,085           | 452,242       | 1,467         |
| 2,05            | 4,60  | 500           | 0,181                | 0,096           | 509,070       | 0,162         |
| 4,60            | 7,15  | 474           | 0,267                | 0,086           | 455,612       | 0,742         |
| 7,15            | 9,70  | 404           | 0,344                | 0,077           | 407,767       | 0,035         |
| 9,70            | 12,25 | 374           | 0,413                | 0,069           | 364,947       | 0,225         |
| 12,25           | 14,80 | 314           | 0,475                | 0,062           | 326,623       | 0,488         |
| 14,80           | 17,35 | 315           | 0,530                | 0,055           | 292,324       | 1,759         |
| 17,35           | 19,90 | 262           | 0,579                | 0,049           | 261,627       | 0,001         |
| 19,90           | 22,45 | 229           | 0,623                | 0,044           | 234,153       | 0,113         |
| 22,45           | 25,00 | 181           | 0,663                | 0,040           | 209,564       | 3,150         |
| 25,00           | 27,55 | 180           | 0,698                | 0,035           | 187,558       | 0,305         |
| 27,55           | 30,10 | 156           | 0,730                | 0,032           | 167,862       | 0,838         |
| 30,10           | 32,65 | 143           | 0,758                | 0,028           | 150,235       | 0,348         |
| 32,65           | 35,20 | 151           | 0,784                | 0,025           | 134,458       | 2,035         |
| 35,20           | 37,75 | 102           | 0,806                | 0,023           | 120,339       | 2,795         |
| 37,75           | 40,30 | 109           | 0,827                | 0,020           | 107,702       | 0,016         |
| 40,30           | 42,85 | 90            | 0,845                | 0,018           | 96,392        | 0,424         |
| 42,85           | 45,40 | 81            | 0,861                | 0,016           | 86,270        | 0,322         |
| 45,40           | 47,95 | 94            | 0,876                | 0,015           | 77,210        | 3,014         |
| 47,95           | 50,50 | 57            | 0,889                | 0,013           | 69,102        | 2,120         |
| 50,50           | 53,05 | 82            | 0,901                | 0,012           | 61,846        | 6,568         |
| 53,05           | 55,60 | 44            | 0,911                | 0,010           | 55,351        | 2,328         |
| 55,60           | 58,15 | 43            | 0,920                | 0,009           | 49,539        | 0,863         |
| 58,15           | 60,70 | 45            | 0,929                | 0,008           | 44,337        | 0,010         |
| 60,70           | 63,25 | 45            | 0,936                | 0,007           | 39,681        | 0,713         |
| 63,25           | 65,80 | 22            | 0,943                | 0,007           | 35,514        | 3,785         |
| 65,80           | 68,35 | 30            | 0,949                | 0,006           | 31,784        | 0,100         |
| 68,35           | 70,90 | 32            | 0,954                | 0,005           | 28,447        | 0,444         |
| 70,90           | 73,45 | 26            | 0,959                | 0,005           | 25,460        | 0,011         |
| 73,45           | 76,00 | 28            | 0,963                | 0,004           | 22,786        | 1,193         |
| 76,00           | 78,55 | 15            | 0,967                | 0,004           | 20,393        | 1,426         |
| 78,55           | 81,10 | 21            | 0,971                | 0,003           | 18,252        | 0,414         |
| 81,10           | 83,65 | 18            | 0,974                | 0,003           | 16,335        | 0,170         |
| 83,65           | 86,20 | 21            | 0,976                | 0,003           | 14,620        | 2,785         |
| 86,20           | 88,75 | 12            | 0,979                | 0,002           | 13,084        | 0,090         |
| 88,75           | 91,30 | 9             | 0,981                | 0,002           | 11,710        | 0,627         |
| 91,30           | 93,85 | 7             | 0,983                | 0,002           | 10,481        | 1,156         |

|        |        |    |       |       |        |       |
|--------|--------|----|-------|-------|--------|-------|
| 93,85  | 96,40  | 9  | 0,985 | 0,002 | 9,380  | 0,015 |
| 96,40  | 98,95  | 12 | 0,987 | 0,002 | 8,395  | 1,548 |
| 98,95  | 101,50 | 10 | 0,988 | 0,001 | 7,514  | 0,823 |
| 101,50 | 104,05 | 5  | 0,989 | 0,001 | 6,725  | 0,442 |
| 104,05 | 106,60 | 6  | 0,990 | 0,001 | 6,018  | 0,000 |
| 106,60 | 109,15 | 9  | 0,991 | 0,001 | 5,386  | 2,424 |
| 109,15 | 111,70 | 5  | 0,992 | 0,001 | 4,821  | 0,007 |
| 111,70 | 114,25 | 5  | 0,993 | 0,001 | 4,314  | 0,109 |
| 114,25 | 116,80 | 6  | 0,994 | 0,001 | 3,861  | 1,184 |
| 116,80 | 119,35 | 8  | 0,994 | 0,001 | 3,456  | 5,975 |
| 119,35 | 121,90 | 6  | 0,995 | 0,001 | 3,093  | 2,732 |
| 121,90 | 124,45 | 25 | 0,996 | 0,001 | 24,740 | 0,003 |

Ki-Kare Hata Payı Top:

58,303

Serbestlik Derecesi:

47

Ki-Kare Tablo Değeri:

63,99

Veriler  $\mu=22,98$  ( $\lambda =0,04351$ ) parametrelili üstel dağılıma uymaktadır.

### Teknik Çağrı Konuşma Süresi Dağılımı (Üstel) Ki-Kare Testi

$H_0$  : Gözlenen teknik çağrı konuşma süreleri üstel dağılıma uymaktadır.

$H_1$  : Gözlenen teknik çağrı konuşma süreleri üstel dağılıma uymamaktadır.

| Sınıf Sınırları |        | Gözlem Sayısı | Teorik Küm. Olasılık | Teorik Olasılık | Teorik Sıklık | Ki-Kare Farkı |
|-----------------|--------|---------------|----------------------|-----------------|---------------|---------------|
| -               | 29,00  | 617           | 0,100                | 0,100           | 598,906       | 0,54663       |
| 29,00           | 58,49  | 554           | 0,191                | 0,091           | 547,689       | 0,07272       |
| 58,49           | 87,98  | 491           | 0,273                | 0,082           | 492,131       | 0,00260       |
| 87,98           | 117,47 | 450           | 0,347                | 0,074           | 442,209       | 0,13728       |
| 117,47          | 146,96 | 407           | 0,413                | 0,066           | 397,351       | 0,23433       |
| 146,96          | 176,45 | 342           | 0,473                | 0,060           | 357,043       | 0,63379       |
| 176,45          | 205,94 | 337           | 0,526                | 0,053           | 320,824       | 0,81557       |
| 205,94          | 235,43 | 287           | 0,574                | 0,048           | 288,280       | 0,00568       |
| 235,43          | 264,92 | 264           | 0,617                | 0,043           | 259,036       | 0,09512       |
| 264,92          | 294,41 | 207           | 0,656                | 0,039           | 232,759       | 2,85077       |
| 294,41          | 323,90 | 196           | 0,691                | 0,035           | 209,148       | 0,82655       |
| 323,90          | 353,39 | 172           | 0,722                | 0,031           | 187,932       | 1,35062       |
| 353,39          | 382,88 | 187           | 0,751                | 0,028           | 168,868       | 1,94693       |
| 382,88          | 412,37 | 157           | 0,776                | 0,025           | 151,738       | 0,18249       |
| 412,37          | 441,86 | 129           | 0,799                | 0,023           | 136,345       | 0,39572       |
| 441,86          | 471,35 | 110           | 0,819                | 0,020           | 122,514       | 1,27829       |
| 471,35          | 500,84 | 114           | 0,837                | 0,018           | 110,086       | 0,13913       |
| 500,84          | 530,33 | 94            | 0,854                | 0,016           | 98,919        | 0,24462       |
| 530,33          | 559,82 | 91            | 0,869                | 0,015           | 88,885        | 0,05034       |
| 559,82          | 589,31 | 78            | 0,882                | 0,013           | 79,868        | 0,04370       |
| 589,31          | 618,80 | 68            | 0,894                | 0,012           | 71,766        | 0,19765       |
| 618,80          | 648,29 | 82            | 0,905                | 0,011           | 64,486        | 4,75656       |
| 648,29          | 677,78 | 50            | 0,914                | 0,010           | 57,945        | 1,08928       |
| 677,78          | 707,27 | 43            | 0,923                | 0,009           | 52,067        | 1,57885       |
| 707,27          | 736,76 | 51            | 0,931                | 0,008           | 46,785        | 0,37974       |
| 736,76          | 766,25 | 47            | 0,938                | 0,007           | 42,039        | 0,58542       |
| 766,25          | 795,74 | 22            | 0,944                | 0,006           | 37,775        | 6,58746       |

|          |          |    |       |       |        |         |
|----------|----------|----|-------|-------|--------|---------|
| 795,74   | 825,23   | 31 | 0,950 | 0,006 | 33,943 | 0,25513 |
| 825,23   | 854,72   | 34 | 0,955 | 0,005 | 30,500 | 0,40175 |
| 854,72   | 884,21   | 25 | 0,960 | 0,005 | 27,406 | 0,21117 |
| 884,21   | 913,70   | 30 | 0,964 | 0,004 | 24,626 | 1,17293 |
| 913,70   | 943,19   | 18 | 0,967 | 0,004 | 22,128 | 0,76993 |
| 943,19   | 972,68   | 15 | 0,971 | 0,003 | 19,883 | 1,19916 |
| 972,68   | 1.002,17 | 20 | 0,974 | 0,003 | 17,866 | 0,25490 |
| 1.002,17 | 1.031,66 | 25 | 0,976 | 0,003 | 16,054 | 4,98563 |
| 1.031,66 | 1.061,15 | 21 | 0,979 | 0,002 | 14,425 | 2,99677 |
| 1.061,15 | 1.090,64 | 6  | 0,981 | 0,002 | 12,962 | 3,73922 |
| 1.090,64 | 1.120,13 | 8  | 0,983 | 0,002 | 11,647 | 1,14197 |
| 1.120,13 | 1.149,62 | 6  | 0,985 | 0,002 | 10,465 | 1,90537 |
| 1.149,62 | 1.179,11 | 15 | 0,986 | 0,002 | 9,404  | 3,33019 |
| 1.179,11 | 1.208,60 | 12 | 0,988 | 0,001 | 8,450  | 1,49149 |
| 1.208,60 | 1.238,09 | 7  | 0,989 | 0,001 | 7,593  | 0,04628 |
| 1.238,09 | 1.267,58 | 6  | 0,990 | 0,001 | 6,823  | 0,09917 |
| 1.267,58 | 1.297,07 | 9  | 0,991 | 0,001 | 6,130  | 1,34317 |
| 1.297,07 | 1.326,56 | 5  | 0,992 | 0,001 | 5,509  | 0,04696 |
| 1.326,56 | 1.356,05 | 5  | 0,993 | 0,001 | 4,950  | 0,00051 |
| 1.356,05 | 1.385,54 | 6  | 0,993 | 0,001 | 4,448  | 0,54179 |
| 1.385,54 | 1.415,03 | 5  | 0,994 | 0,001 | 3,996  | 0,25197 |
| 1.415,03 | 1.444,52 | 9  | 0,995 | 0,001 | 3,591  | 8,14691 |
| 1.444,52 | 1.474,01 | 6  | 0,995 | 0,001 | 3,227  | 2,38334 |
| 1.474,01 | 1.503,50 | 27 | 0,996 | 0,000 | 27,069 | 0,00017 |

Ki-Kare Hata Payı Top:

63,7437

Serbestlik Derecesi:

49

Ki-Kare Tablo Değeri:

66,33

Veriler  $\mu=275,70$  ( $\lambda=0,00363$ ) parametrelili üstel dağılıma uymaktadır.

### Teknik Çağrı KSİS Dağılımı (Üstel) Ki-Kare Testi

$H_0$  : Gözlenen teknik çağrı konuşma sonrası işlem süreleri üstel dağılıma uymaktadır.

$H_1$  : Gözlenen teknik çağrı konuşma sonrası işlem süreleri üstel dağılıma uymamaktadır.

| Sınıf Sınırları |          | Gözlem Sayısı | Teorik Küm. Olasılık | Teorik Olasılık | Teorik Sıklık | Ki-Kare Farkı |
|-----------------|----------|---------------|----------------------|-----------------|---------------|---------------|
| -               | 3,380142 | 553           | 0,106239             | 0,106239        | 591,1164      | 2,457818      |
| 3,380142        | 7,260142 | 629           | 0,21435              | 0,108111        | 601,5292      | 1,25454       |
| 7,260142        | 11,14014 | 516           | 0,309384             | 0,095034        | 528,7671      | 0,308264      |
| 11,14014        | 15,02014 | 453           | 0,392922             | 0,083538        | 464,8065      | 0,299895      |
| 15,02014        | 18,90014 | 426           | 0,466355             | 0,073433        | 408,5826      | 0,74248       |
| 18,90014        | 22,78014 | 370           | 0,530906             | 0,064551        | 359,1597      | 0,327185      |
| 22,78014        | 26,66014 | 307           | 0,587649             | 0,056742        | 315,7151      | 0,240574      |
| 26,66014        | 30,54014 | 302           | 0,637527             | 0,049879        | 277,5256      | 2,158344      |
| 30,54014        | 34,42014 | 250           | 0,681373             | 0,043845        | 243,9556      | 0,14976       |
| 34,42014        | 38,30014 | 198           | 0,719914             | 0,038542        | 214,4463      | 1,261295      |
| 38,30014        | 42,18014 | 188           | 0,753794             | 0,03388         | 188,5065      | 0,001361      |
| 42,18014        | 46,06014 | 147           | 0,783576             | 0,029782        | 165,7044      | 2,11131       |
| 46,06014        | 49,94014 | 161           | 0,809755             | 0,026179        | 145,6605      | 1,615412      |

|          |          |     |          |          |          |          |
|----------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|
| 49,94014 | 53,82014 | 147 | 0,832767 | 0,023012 | 128,0411 | 2,807224 |
| 53,82014 | 57,70014 | 125 | 0,852996 | 0,020229 | 112,553  | 1,376486 |
| 57,70014 | 61,58014 | 93  | 0,870778 | 0,017782 | 98,93839 | 0,356428 |
| 61,58014 | 65,46014 | 76  | 0,886409 | 0,015631 | 86,97062 | 1,383851 |
| 65,46014 | 69,34014 | 73  | 0,900149 | 0,01374  | 76,45049 | 0,155733 |
| 69,34014 | 73,22014 | 60  | 0,912227 | 0,012078 | 67,2029  | 0,772016 |
| 73,22014 | 77,10014 | 68  | 0,922844 | 0,010617 | 59,07391 | 1,348736 |
| 77,10014 | 80,98014 | 56  | 0,932177 | 0,009333 | 51,92822 | 0,319275 |
| 80,98014 | 84,86014 | 41  | 0,940381 | 0,008204 | 45,64688 | 0,473056 |
| 84,86014 | 88,74014 | 37  | 0,947593 | 0,007212 | 40,12535 | 0,243433 |
| 88,74014 | 92,62014 | 36  | 0,953932 | 0,006339 | 35,27172 | 0,015037 |
| 92,62014 | 96,50014 | 32  | 0,959505 | 0,005572 | 31,00518 | 0,031919 |
| 96,50014 | 100,3801 | 29  | 0,964403 | 0,004898 | 27,25474 | 0,111758 |
| 100,3801 | 104,2601 | 20  | 0,968709 | 0,004306 | 23,95796 | 0,653871 |
| 104,2601 | 108,1401 | 16  | 0,972494 | 0,003785 | 21,05996 | 1,215727 |
| 108,1401 | 112,0201 | 23  | 0,975821 | 0,003327 | 18,5125  | 1,087784 |
| 112,0201 | 115,9001 | 14  | 0,978746 | 0,002925 | 16,2732  | 0,317542 |
| 115,9001 | 119,7801 | 14  | 0,981317 | 0,002571 | 14,30476 | 0,006493 |
| 119,7801 | 123,6601 | 10  | 0,983577 | 0,00226  | 12,57443 | 0,527077 |
| 123,6601 | 127,5401 | 12  | 0,985563 | 0,001987 | 11,0534  | 0,081065 |
| 127,5401 | 131,4201 | 14  | 0,98731  | 0,001746 | 9,716364 | 1,888519 |
| 131,4201 | 135,3001 | 11  | 0,988845 | 0,001535 | 8,541055 | 0,707923 |
| 135,3001 | 139,1801 | 7   | 0,990194 | 0,001349 | 7,507913 | 0,03436  |
| 139,1801 | 143,0601 | 8   | 0,99138  | 0,001186 | 6,599742 | 0,297091 |
| 143,0601 | 146,9401 | 6   | 0,992423 | 0,001043 | 5,801425 | 0,006797 |
| 146,9401 | 150,8201 | 6   | 0,993339 | 0,000917 | 5,099674 | 0,158949 |
| 150,8201 | 154,7001 | 6   | 0,994145 | 0,000806 | 4,482808 | 0,513489 |
| 154,7001 | 158,5801 | 24  | 0,994853 | 0,000708 | 32,21945 | 2,096851 |

Ki-Kare Hata Payı Top:

31,917

Serbestlik Derecesi: 39

Ki-Kare Tablo Değeri: 54,6

Veriler  $\mu=30,09$  ( $\lambda =0,03323$ ) parametrelili üstel dağılıma uymaktadır.

### Teknik Çağrı Hattı Bekletme Süresi Dağılımı (Üstel) Ki-Kare Testi

$H_0$  : Gözlenen teknik çağrı hattı bekletme süreleri üstel dağılıma uymaktadır.

$H_1$  : Gözlenen teknik çağrı hattı bekletme süreleri üstel dağılıma uymamaktadır.

| Sınıf Sınırları |       | Gözlem Sayısı | Teorik Küm. Olasılık | Teorik Olasılık | Teorik Sıklık | Ki-Kare Farkı |
|-----------------|-------|---------------|----------------------|-----------------|---------------|---------------|
| -               | 1,41  | 434           | 0,06867829           | 0,069           | 411,932       | 1,182         |
| 1,41            | 3,32  | 463           | 0,154212177          | 0,086           | 513,032       | 4,879         |
| 3,32            | 5,23  | 477           | 0,231890512          | 0,078           | 465,915       | 0,264         |
| 5,23            | 7,14  | 434           | 0,30243476           | 0,071           | 423,124       | 0,280         |
| 7,14            | 9,05  | 374           | 0,366500126          | 0,064           | 384,264       | 0,274         |
| 9,05            | 10,96 | 359           | 0,42468164           | 0,058           | 348,973       | 0,288         |
| 10,96           | 12,87 | 305           | 0,477519681          | 0,053           | 316,923       | 0,449         |
| 12,87           | 14,78 | 311           | 0,525505004          | 0,048           | 287,816       | 1,868         |
| 14,78           | 16,69 | 243           | 0,569083287          | 0,044           | 261,383       | 1,293         |
| 16,69           | 18,60 | 230           | 0,60865928           | 0,040           | 237,377       | 0,229         |
| 18,60           | 20,51 | 242           | 0,644600558          | 0,036           | 215,576       | 3,239         |

|        |        |     |             |       |         |       |
|--------|--------|-----|-------------|-------|---------|-------|
| 20,51  | 22,42  | 218 | 0,677240939 | 0,033 | 195,777 | 2,523 |
| 22,42  | 24,33  | 175 | 0,706883582 | 0,030 | 177,797 | 0,044 |
| 24,33  | 26,24  | 185 | 0,733803804 | 0,027 | 161,467 | 3,430 |
| 26,24  | 28,15  | 137 | 0,758251634 | 0,024 | 146,638 | 0,633 |
| 28,15  | 30,06  | 110 | 0,780454142 | 0,022 | 133,171 | 4,032 |
| 30,06  | 31,97  | 109 | 0,80061754  | 0,020 | 120,940 | 1,179 |
| 31,97  | 33,88  | 97  | 0,818929104 | 0,018 | 109,833 | 1,499 |
| 33,88  | 35,79  | 113 | 0,835558908 | 0,017 | 99,746  | 1,761 |
| 35,79  | 37,70  | 96  | 0,850661407 | 0,015 | 90,585  | 0,324 |
| 37,70  | 39,61  | 86  | 0,864376872 | 0,014 | 82,265  | 0,170 |
| 39,61  | 41,52  | 82  | 0,87683269  | 0,012 | 74,710  | 0,711 |
| 41,52  | 43,43  | 63  | 0,888144548 | 0,011 | 67,849  | 0,346 |
| 43,43  | 45,34  | 61  | 0,898417509 | 0,010 | 61,617  | 0,006 |
| 45,34  | 47,25  | 57  | 0,907746986 | 0,009 | 55,958  | 0,019 |
| 47,25  | 49,16  | 41  | 0,916219632 | 0,008 | 50,819  | 1,897 |
| 49,16  | 51,07  | 50  | 0,923914138 | 0,008 | 46,152  | 0,321 |
| 51,07  | 52,98  | 40  | 0,93090197  | 0,007 | 41,913  | 0,087 |
| 52,98  | 54,89  | 37  | 0,93724803  | 0,006 | 38,064  | 0,030 |
| 54,89  | 56,80  | 33  | 0,943011258 | 0,006 | 34,568  | 0,071 |
| 56,80  | 58,71  | 32  | 0,948245184 | 0,005 | 31,393  | 0,012 |
| 58,71  | 60,62  | 25  | 0,952998418 | 0,005 | 28,510  | 0,432 |
| 60,62  | 62,53  | 17  | 0,957315109 | 0,004 | 25,892  | 3,053 |
| 62,53  | 64,44  | 20  | 0,961235349 | 0,004 | 23,514  | 0,525 |
| 64,44  | 66,35  | 27  | 0,964795549 | 0,004 | 21,354  | 1,493 |
| 66,35  | 68,26  | 18  | 0,968028775 | 0,003 | 19,393  | 0,100 |
| 68,26  | 70,17  | 19  | 0,970965057 | 0,003 | 17,612  | 0,109 |
| 70,17  | 72,08  | 10  | 0,973631667 | 0,003 | 15,994  | 2,247 |
| 72,08  | 73,99  | 13  | 0,976053371 | 0,002 | 14,525  | 0,160 |
| 73,99  | 75,90  | 7   | 0,978252663 | 0,002 | 13,191  | 2,906 |
| 75,90  | 77,81  | 12  | 0,980249969 | 0,002 | 11,980  | 0,000 |
| 77,81  | 79,72  | 11  | 0,982063839 | 0,002 | 10,880  | 0,001 |
| 79,72  | 81,63  | 16  | 0,983711121 | 0,002 | 9,880   | 3,790 |
| 81,63  | 83,54  | 5   | 0,985207115 | 0,001 | 8,973   | 1,759 |
| 83,54  | 85,45  | 6   | 0,986565714 | 0,001 | 8,149   | 0,567 |
| 85,45  | 87,36  | 5   | 0,987799538 | 0,001 | 7,400   | 0,779 |
| 87,36  | 89,27  | 10  | 0,988920045 | 0,001 | 6,721   | 1,600 |
| 89,27  | 91,18  | 8   | 0,989937644 | 0,001 | 6,104   | 0,589 |
| 91,18  | 93,09  | 7   | 0,990861784 | 0,001 | 5,543   | 0,383 |
| 93,09  | 95,00  | 6   | 0,991701051 | 0,001 | 5,034   | 0,185 |
| 95,00  | 96,91  | 5   | 0,992463238 | 0,001 | 4,572   | 0,040 |
| 96,91  | 98,82  | 5   | 0,993155425 | 0,001 | 4,152   | 0,173 |
| 98,82  | 100,73 | 7   | 0,99378404  | 0,001 | 3,770   | 2,766 |
| 100,73 | 102,64 | 5   | 0,994354923 | 0,001 | 3,424   | 0,725 |
| 102,64 | 104,55 | 5   | 0,994873374 | 0,001 | 3,110   | 1,149 |
| 104,55 | 106,46 | 6   | 0,995344211 | 0,000 | 2,824   | 3,572 |
| 106,46 | 108,37 | 5   | 0,995771805 | 0,000 | 2,565   | 2,312 |
| 108,37 | 110,28 | 24  | 0,996160128 | 0,004 | 41,520  | 7,393 |

Ki-Kare Hata Payı Top:

72,149

Serbestlik Derecesi:

55

Ki-Kare Tablo Değeri:

73,3

Veriler  $\mu=19,83$  ( $\lambda =0,05$ ) Parametrelü üstel dağılıma uymaktadır.

## EK F – GAMS ALGORİTMASI

sets

j gunler /pzt, sal, crs, prs, cum, cmt, paz /

k shiftler /1\*6/

i kisiler /1\*26 /;

parameters saat(k) shiftlerin saatlerini verir

/ 1 9

2 9

3 7

4 7

5 7

6 8/;

parameters oglesaat(k) shiftlerin saatlerini verir

/ 1 1

2 1

3 1

4 0

5 0

6 0/;

table ihtiyac(j,k) saatlik ihtiyaclar

|     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|---|---|---|---|---|---|
| pzt | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| sal | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| crs | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Prs | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Cum | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Cmt | 6 | 4 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| Paz | 5 | 3 | 2 | 3 | 4 | 1 |

binary variables atama(i,j,k) personelin atanmasi

kisi(i) personelin kullanılması

ogle(i) personel ogle vardiyalarında

aksam(i) personel aksam vardiyalarında;

variable z ;

equations amac

amac fonksiyonu

ihtkarsi(j,k) ihtiyaclari karsilamak icin

calis(i) haftalik calisma gunu ayarlar

limitsaat(i) haftalik en az calisma zamanı

gundebir(i,j) gunde bir shifte atama yapma

calisogle(i) personelin ogle vardiyasında olması

calisaksam(i)      personelin aksam vardiyasinda olmasi  
 yaoa(i)              personel ya oglene ya aksama atanir  
 geceler(i)          personel haftada bir gece calissin;  
 amac..     $z = e = \sum(i, kisi(i))$  ;  
 ihtkarsi(j,k)..  $\sum(i, atama(i,j,k)) = g = ihtiyac(j,k)$ ;  
 calis(i)..  $6 * kisi(i) = g = \sum((k,j), atama(i,j,k))$  ;  
 limitsaat(i)..  $\sum((k,j), saat(k)*atama(i,j,k)) = g = 20*kisi(i)$  ;  
 gundebir(i,j)..  $\sum(k, atama(i,j,k)) = l = 1$  ;  
 calisogle(i)..  $\sum((k,j), oglesaat(k)*atama(i,j,k)) = l = ogle(i)*6$ ;  
 calisaksam(i)..  $\sum((k,j), (1-oglesaat(k))*atama(i,j,k)) = l = aksam(i)*6$ ;  
 yaoa(i)..  $ogle(i) + aksam(i) = l = 1$ ;  
 geceler(i)..  $\sum(j, atama(i,j,'6')) = l = 1$  Betimsel

## EK G – ARENA BENZETİM MODELİ ALGORİTMASI

```
; Model statements for module: StateSet 1
;

;
;
; Model statements for module: Create 1
;

56$ CREATE, 1,NSEXPO(Musteri Gelis
Cizelgesi),Cagri:NSEXPO(Musteri Gelis Cizelgesi):NEXT(57$);

57$ ASSIGN: MusteriYaratir.NumberOut=MusteriYaratir.NumberOut +
1:NEXT(15$);

;
;
; Model statements for module: Assign 1
;
15$ ASSIGN: nMusteri(suAnkiGun, suAnkiDilim)=nMusteri(suAnkiGun,
suAnkiDilim) + 1:
 Gelis Ani=TNOW:
 ACWVarMi=DISC(0.067, 1, 1.0, 0):
 ACWTime=EXPO(23.84):
 Sabir=NORM(73.27,6.3):
 HoldaAlinacakMi=DISC(0.046, 1, 1.0, 0):
 TT=EXPO(323.75):
 HoldTime=EXPO(22.98):
 Dilimi=suAnkiDilim:
 Gunu=suAnkiGun:NEXT(33$);

;
;
; Model statements for module: Separate 1
;
33$ DUPLICATE, 100 - 0:
 1,62$,0:NEXT(61$);

61$ ASSIGN: SikilanIcinKukla.NumberOut
Orig=SikilanIcinKukla.NumberOut Orig + 1:NEXT(11$);

62$ ASSIGN: SikilanIcinKukla.NumberOut
Dup=SikilanIcinKukla.NumberOut Dup + 1:NEXT(1$);

;
;
```



```

; Model statements for module: Seize 1
;
11$ QUEUE, SatisMTyiTut.Queue;
 SEIZE, 2,Other:
 SatisMT,1:NEXT(63$);

63$ ASSIGN: STATE(SatisMT)=Konusma Durumu:NEXT(20$);

;
;
; Model statements for module: Assign 6
;
20$ ASSIGN: Bekleme Suresi=TNOW - Gelis Ani:
 AR(Gunu, Dilimi)=1 - nSikilan(Gunu, Dilimi) / nMusteri(Gunu,
Dilimi):NEXT(27$);

;
;
; Model statements for module: Decide 4
;
27$ BRANCH, 1:
 If,Bekleme Suresi<=.5,65$,Yes:
 Else,66$,Yes;
65$ ASSIGN: Kucuk 30 sn.NumberOut True=Kucuk 30 sn.NumberOut
True + 1:NEXT(21$);

66$ ASSIGN: Kucuk 30 sn.NumberOut False=Kucuk 30 sn.NumberOut
False + 1:NEXT(43$);

;
;
; Model statements for module: Assign 7
;
21$ ASSIGN: nk30(Gunu, Dilimi)=nk30(Gunu, Dilimi) + 1:
 SL(Gunu, Dilimi)=nk30(Gunu, Dilimi) / (nMusteri(Gunu, Dilimi)
- nk30(Gunu, Dilimi)):NEXT(2$);

;
;
; Model statements for module: Delay 2
;
2$ DELAY: TT,,Other:NEXT(16$);

;
;

```

```

; Model statements for module: Assign 2
;
16$ ASSIGN: STATE(SatisMT)=STATEVALUE(SatisMT,
HoldTime):NEXT(24$);

;
;
; Model statements for module: Decide 1
;
24$ BRANCH, 1:
 If,HoldaAlinacakMi==1,67$,Yes:
 Else,68$,Yes;
67$ ASSIGN: HoldVarMi.NumberOut True=HoldVarMi.NumberOut
True + 1:NEXT(3$);

68$ ASSIGN: HoldVarMi.NumberOut False=HoldVarMi.NumberOut
False + 1:NEXT(25$);

;
;
; Model statements for module: Delay 3
;
3$ DELAY: HoursToBaseTime(HoldTime),,Other:NEXT(25$);

;
;
; Model statements for module: Decide 2
;
25$ BRANCH, 1:
 If,ACWVarMi==1,69$,Yes:
 Else,70$,Yes;
69$ ASSIGN: ACWVarMi.NumberOut True=ACWVarMi.NumberOut
True + 1:NEXT(17$);

70$ ASSIGN: ACWVarMi.NumberOut False=ACWVarMi.NumberOut
False + 1:NEXT(7$);

;
;
; Model statements for module: Assign 3
;
17$ ASSIGN: STATE(SatisMT)=STATEVALUE(SatisMT,
ACW):NEXT(4$);

;

```

```

;
; Model statements for module: Delay 4
;
4$ DELAY: ACWTime,,Other:NEXT(7$);

;
;
; Model statements for module: Release 1
;
7$ RELEASE: SatisMT,1:NEXT(31$);

;
;
; Model statements for module: Dispose 3
;
31$ ASSIGN: Is Bitti.NumberOut=Is Bitti.NumberOut + 1;
71$ DISPOSE: Yes;

;
;
; Model statements for module: Assign 21
;
43$ ASSIGN: SL(Gunu, Dilimi)=nk30(Gunu, Dilimi) / (nMusteri(Gunu,
Dilimi) - nkc30(Gunu, Dilimi)):NEXT(2$);

;
;
; Model statements for module: Delay 1
;
1$ DELAY: Sabir,,Other:NEXT(10$);

;
;
; Model statements for module: Search 1
;
10$ SEARCH,
SatisMTyiTut.Queue,1,NQ(SatisMTyiTut.Queue):Entity.SerialNumber;
72$ BRANCH, 1:
 If,J<>0,73$,Yes:
 Else,74$,Yes;
73$ DELAY: 0.0,,VA:NEXT(9$);
74$ DELAY: 0.0,,VA:NEXT(29$);

```

```

;
;
; Model statements for module: Remove 1
;
9$ REMOVE: J,SatisMTyiTut.Queue,23$:NEXT(30$);

;
;
; Model statements for module: Dispose 2
;
30$ ASSIGN: SikilaniAt.NumberOut=SikilaniAt.NumberOut + 1;
75$ DISPOSE: Yes;

;
;
; Model statements for module: Assign 10
;
23$ ASSIGN: nSikilan(Gunu, Dilimi)=nSikilan(Gunu, Dilimi) + 1:
 AR(Gunu, Dilimi)=1 - nSikilan(Gunu, Dilimi) / nMusteri(Gunu,
Dilimi):NEXT(28$);

;
;
; Model statements for module: Decide 5
;
28$ BRANCH, 1:
 If,Sabir<=30,76$,Yes:
 Else,77$,Yes;
76$ ASSIGN: 30 snden az mi bekle mis.NumberOut True=30 snden az mi
bekle mis.NumberOut True + 1:NEXT(22$);

77$ ASSIGN: 30 snden az mi bekle mis.NumberOut False=30 snden az mi
bekle mis.NumberOut False + 1:NEXT(30$);

;
;
; Model statements for module: Assign 8
;
22$ ASSIGN: nkc30(Gunu, Dilimi)=nkc30(Gunu, Dilimi) + 1:
 SL(Gunu, Dilimi)=nk30(Gunu, Dilimi) / (nMusteri(Gunu, Dilimi)
- nkc30(Gunu, Dilimi)):NEXT(30$);

;
;
; Model statements for module: Dispose 1

```

```

;
29$ ASSIGN:
MusteriSikilmamis.NumberOut=MusteriSikilmamis.NumberOut + 1;
78$ DISPOSE: Yes;

;
;
; Model statements for module: Create 3
;

79$ CREATE, nSatisMT(suAnkiGun,
ivara),HoursToBaseTime(0.001),OgleArasi:
 HoursToBaseTime(Kapasite Artirma Anlari(ivara,1)):NEXT(80$);

80$ ASSIGN: Yemek Arasi.NumberOut=Yemek Arasi.NumberOut +
1:NEXT(18$);

;
;
; Model statements for module: Assign 4
;

18$ ASSIGN: Ara Suresi=TRIA(20,30,40):
 Araya Cikma Ani=Vardiya Yemek Arasi Baslagici(MOD(ivara - 1,
6) + 1, 1):NEXT(39$);

;
;
; Model statements for module: Delay 5
;

39$ DELAY: HoursToBaseTime(Araya Cikma Ani -
CalHour(TNOW)),,Other:NEXT(34$);

;
;
; Model statements for module: Assign 15
;

34$ ASSIGN: MR(AraKapasitesi)=MN(MR(SatisMT)-1,
nMaxAraKap):NEXT(13$);

;
;
; Model statements for module: Seize 2
;

13$ QUEUE, Ara Kapasitesinden Alma.Queue;
SEIZE, 2,Other:

```

```

 AraKapasitesi,1:NEXT(84$);

84$ DELAY: 0.0,,VA:NEXT(26$);

;
;
; Model statements for module: Decide 3
;
26$ BRANCH, 1:
 If,Entity.Type==OgleArasi,85$,Yes:
 Else,86$,Yes;
85$ ASSIGN: Ogle Yemegi Mi.NumberOut True=Ogle Yemegi
Mi.NumberOut True + 1:NEXT(0$);

86$ ASSIGN: Ogle Yemegi Mi.NumberOut False=Ogle Yemegi
Mi.NumberOut False + 1:NEXT(5$);

;
;
; Model statements for module: Process 1
;
0$ ASSIGN: SatisMT Ara.NumberIn=SatisMT Ara.NumberIn + 1:
 SatisMT Ara.WIP=SatisMT Ara.WIP+1;
90$ QUEUE, SatisMT Ara.Queue;
89$ SEIZE, 1,VA:
 SatisMT,1:NEXT(88$);

88$ DELAY: MinutesToBaseTime(Ara Suresi),,VA;
87$ RELEASE: SatisMT,1;
135$ ASSIGN: SatisMT Ara.NumberOut=SatisMT Ara.NumberOut + 1:
 SatisMT Ara.WIP=SatisMT Ara.WIP-1:NEXT(8$);

;
;
; Model statements for module: Release 2
;
8$ RELEASE: AraKapasitesi,1:NEXT(32$);

;
;
; Model statements for module: Dispose 4
;
32$ ASSIGN: Ara Bitti.NumberOut=Ara Bitti.NumberOut + 1;
138$ DISPOSE: Yes;

```

```

;
;
; Model statements for module: Hold 1
;
5$ QUEUE, Yogunsa Beklet.Queue;
 SCAN: NR(SatisMTyiTut.Queue) < 8:NEXT(0$);

;
;
; Model statements for module: Create 6
;

139$ CREATE, 1,HoursToBaseTime(8),Entity
1:HoursToBaseTime(Kapasite Artirma Anlari(MOD(ivara,6) + 1,1))
 :NEXT(140$);

140$ ASSIGN: Kapasite Arttiricisi.NumberOut=Kapasite
Arttiricisi.NumberOut + 1:NEXT(35$);

;
;
; Model statements for module: Assign 16
;
35$ ASSIGN: ivara=MOD(ivara, 6) + 1:NEXT(36$);

;
;
; Model statements for module: Dispose 7
;
36$ ASSIGN: Kapasite Degistirici Yok Edicisi.NumberOut=Kapasite
Degistirici Yok Edicisi.NumberOut + 1;
143$ DISPOSE: Yes;

;
;
; Model statements for module: Create 7
;

144$ CREATE, 1,HoursToBaseTime(2),Entity
1:HoursToBaseTime(Kapasite Azaltma Anlari(MOD(ivare, 6) + 1,1))
 :NEXT(145$);

145$ ASSIGN: Kapasite Azalticisi.NumberOut=Kapasite
Azalticisi.NumberOut + 1:NEXT(37$);

```

```

;
;
; Model statements for module: Assign 17
;
37$ ASSIGN: ivare=MOD(ivare, 6) + 1:NEXT(36$);

;
;
; Model statements for module: Create 8
;

148$ CREATE, 1,HoursToBaseTime(0.0),Entity
1:HoursToBaseTime(1),1:NEXT(149$);

149$ ASSIGN: Ilk Kapasite Atayicisi.NumberOut=Ilk Kapasite
Atayicisi.NumberOut + 1:NEXT(38$);

;
;
; Model statements for module: Assign 18
;
38$ ASSIGN: MR(SatisMT)=nSatisMT(suAnkiGun, 1) +
nSatisMT(suAnkiGun, 6):NEXT(36$);

;
;
; Model statements for module: Create 9
;

152$ CREATE, nSatisMT(suAnkiGun, ivara) *
2,HoursToBaseTime(0.001),Mola:
 HoursToBaseTime(Kapasite Artirma Anlari(MOD(ivara - 1, 6) +
1,1)):NEXT(153$);

153$ ASSIGN: MolaYaratir.NumberOut=MolaYaratir.NumberOut +
1:NEXT(19$);

;
;
; Model statements for module: Assign 5
;
19$ ASSIGN: Ara Suresi=TRIA(10,15,20):
 Araya Cikma Ani=Vardiya Molaya Cikis Baslangici(MOD(ivara -
1, 6) +1 , 1):NEXT(39$);

```



```

;
;
; Model statements for module: Create 10
;

156$ CREATE, 1,HoursToBaseTime(1.999),Algoritma Elemani:
 HoursToBaseTime(dilim baslari(MOD(suAnkiDilim, 8) + 1,
1):NEXT(157$);

157$ ASSIGN: Dilim Sayaci.NumberOut=Dilim Sayaci.NumberOut +
1:NEXT(40$);

;
;
; Model statements for module: Assign 19
;
40$ ASSIGN: suAnkiDilim=MOD(suAnkiDilim, 8) + 1:
 dilimIndisi=1:
 devam=0:NEXT(41$);

;
;
; Model statements for module: Decide 10
;
41$ BRANCH, 1:
 If,suAnkiDilim==1,160$,Yes:
 Else,161$,Yes;

160$ ASSIGN: Gun Sonu Mu.NumberOut True=Gun Sonu
Mu.NumberOut True + 1:NEXT(55$);

161$ ASSIGN: Gun Sonu Mu.NumberOut False=Gun Sonu
Mu.NumberOut False + 1:NEXT(52$);

;
;
; Model statements for module: ReadWrite 2
;
55$ WRITE, File 1,RECORDSET(Recordset 2),suAnkiGun:
 nSatisMT(suAnkiGun, 1),
 nSatisMT(suAnkiGun, 2),
 nSatisMT(suAnkiGun, 3),
 nSatisMT(suAnkiGun, 4),
 nSatisMT(suAnkiGun, 5),
 nSatisMT(suAnkiGun, 6):NEXT(45$);

;

```

```

;
; Model statements for module: Decide 12
;
45$ BRANCH, 1:
 If,dilimIndisi==9,162$,Yes:
 Else,163$,Yes;
162$ ASSIGN: Tum dilimler tamam mi.NumberOut True=Tum dilimler
tamam mi.NumberOut True + 1:NEXT(46$);

163$ ASSIGN: Tum dilimler tamam mi.NumberOut False=Tum dilimler
tamam mi.NumberOut False + 1:NEXT(51$);

;
;
; Model statements for module: Decide 13
;
46$ BRANCH, 1:
 If,devam==1,164$,Yes:
 Else,165$,Yes;
164$ ASSIGN: Devam Mi.NumberOut True=Devam Mi.NumberOut True
+ 1:NEXT(42$);

165$ ASSIGN: Devam Mi.NumberOut False=Devam Mi.NumberOut
False + 1:NEXT(49$);

;
;
; Model statements for module: Assign 20
;
42$ ASSIGN: suAnkiGun=suAnkiGun + 1:NEXT(52$);

;
;
; Model statements for module: Assign 25
;
52$ ASSIGN: MR(SatisMT)=Dilim MT
Kapasitesi(suAnkiDilim,1):NEXT(53$);

;
;
; Model statements for module: Dispose 9
;
53$ ASSIGN: Dilim Arttiriciyi Yoket.NumberOut=Dilim Arttiriciyi
Yoket.NumberOut + 1;
166$ DISPOSE: Yes;

;

```

```

;
; Model statements for module: Assign 24
;
49$ ASSIGN: TFIN=TNOW + 1:NEXT(52$);

;
;
; Model statements for module: ReadWrite 1
;
51$ WRITE, File 1,RECORDSET(Recordset 1),(suAnkiGun - 1) * 8 +
dilimIndisi:
 SL(suAnkiGun, dilimIndisi),
 AR(suAnkiGun, dilimIndisi),
 nMusteri(suAnkiGun, dilimIndisi),
 nk30(suAnkiGun, dilimIndisi),
 nkc30(suAnkiGun, dilimIndisi),
 nSikilan(suAnkiGun, dilimIndisi):NEXT(47$);

;
;
; Model statements for module: Decide 14
;
47$ BRANCH, 1:
 If,SL(suAnkiGun, dilimIndisi) >= hedefSL || AR(suAnkiGun,
dilimIndisi) >= hedefAR,167$,Yes:
 Else,168$,Yes;
167$ ASSIGN: Bu dilim icin hedefler tamam mi.NumberOut True=Bu
dilim icin hedefler tamam mi.NumberOut True + 1
 :NEXT(44$);

168$ ASSIGN: Bu dilim icin hedefler tamam mi.NumberOut False=Bu
dilim icin hedefler tamam mi.NumberOut False + 1
 :NEXT(50$);

;
;
; Model statements for module: Assign 22
;
44$ ASSIGN: dilimIndisi=dilimIndisi + 1:NEXT(45$);

;
;
; Model statements for module: Decide 15
;
50$ BRANCH, 1:
 If,dilimIndisi==1,54$,Yes:
 If,dilimIndisi==2,44$,Yes:
 Else,48$,Yes;

```

```

;
;
; Model statements for module: Assign 23
;
48$ ASSIGN: devam=1:
 nSatisMT(suAnkiGun + 1, MN(dilimIndisi - 1,
6))=nSatisMT(suAnkiGun, MN(dilimIndisi - 1, 6)) + 1
 :NEXT(44$);

;
;
; Model statements for module: Assign 26
;
54$ ASSIGN: devam=1:
 nSatisMT(suAnkiGun + 1, 6)=nSatisMT(suAnkiGun, 6) +
1:NEXT(44$);

```

#### **Sistemde Kullanılan Değişkenler, Parametreler, Sabitler, İfadeler, Kaynakla:**

PROJECT, "Unnamed Project","Deniz  
Dinçer",,,No,Yes,Yes,Yes,No,No,No,No,No;

ATTRIBUTES: HoldaAlinacakMi:

Gunu:  
 HoldTime:  
 Gelis Ani:  
 Bekleme Suresi:  
 ACWTime:  
 Sabir:  
 Ara Suresi:  
 ACWVarMi:  
 Araya Cikma Ani:  
 TT:  
 Dilimi;

FILES: File 1,"asdf.xls",MSExcel,,Dispose,,Hold,RECORDSET(Recordset  
1,"a",512),RECORDSET(Recordset 2,"vardiyalar",512);

SCHEDULES: Musteri Gelis  
 Cizelgesi,TYPE(Arrival),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Hours),DATA  
 (9,8),DATA(46,2),DATA(161.2,7),  
 DATA(71.6,5),DATA(9,2):  
 Sabit Calisan Bulunan  
 Araliklar,TYPE(Arrival),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Hours):

MTVardiyasi,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Hours),  
 DATA(nSatisMT(suAnkiGun, 1) + nSatisMT(suAnkiGun,6),2),

```

DATA(nSatisMT(suAnkiGun, 1),6),DATA(nSatisMT(suAnkiGun,
2),2),DATA(nSatisMT(suAnkiGun, 2) + nSatisMT(suAnkiGun, 3),5),
DATA(nSatisMT(suAnkiGun, 2) + nSatisMT(suAnkiGun, 3) +
nSatisMT(suAnkiGun, 4),2),DATA(nSatisMT(suAnkiGun, 3) +
nSatisMT(suAnkiGun, 4) + nSatisMT(suAnkiGun, 5),2),
DATA(nSatisMT(suAnkiGun, 4) + nSatisMT(suAnkiGun, 5) +
nSatisMT(suAnkiGun, 6),3),DATA(nSatisMT(suAnkiGun, 5) +
nSatisMT(suAnkiGun, 6),2);

VARIABLES: Kapasite Azaltma Anlari(6,1),CLEAR(System),CATEGORY("User
Specified-User Specified"),6,9,2,2,3,2:
HoldVarMi.NumberOut True,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

MusteriSikilmamis.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
Ara Bitti.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
dilim baslari,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),0.70:
Ilk Kapasite
Atayicisi.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
Tum dilimler tamam mi.NumberOut
True,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
SikilanIcinKukla.NumberOut
Orig,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
Kapasite
Azalticisi.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
30 snden az mi beklemis.NumberOut
True,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
nMaxAraKap,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),3:
Kapasite
Arttiricisi.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
Devam Mi.NumberOut True,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
MusteriYaratir.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
Devam Mi.NumberOut False,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
Bu dilim icin hedefler tamam mi.NumberOut
False,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
hedefAR,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),.9:
Kapasite Artirma Anlari(6,1),CLEAR(System),CATEGORY("User
Specified-User Specified"),8,2,5,2,2,5:
SatisMT Ara.NumberIn,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
Kucuk 30 sn.NumberOut
True,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
SikilanIcinKukla.NumberOut
Dup,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
MolaYaratir.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
Dilim Arttiriciyi
Yoket.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
Tum dilimler tamam mi.NumberOut
False,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

```

```

 ivara,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User Specified"),1:
 suAnkiGun,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),1:
 ivare,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User Specified"),6:
 SatisMT Ara.WIP,CLEAR(System),CATEGORY("Exclude-Exclude"):
 nSikilan(10,9),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"):
 AR(10,9),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User Specified"):
 nkc30(10,9),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"):
 hedefSL,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),0.70:
 Kucuk 30 sn.NumberOut
False,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 Kapasite Degistirici Yok
Edicisi.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 30 snden az mi beklemis.NumberOut
False,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 dilimIndisi,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),1:
 nk30(10,9),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"):
 SikilaniAt.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 kapasitearttir(10,6),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),0:
 Gun Sonu Mu.NumberOut
False,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 SatisMT Ara.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 ACWVarMi.NumberOut True,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 SL(10,9),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User Specified"):
 Ogle Yemegi Mi.NumberOut
True,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 HoldVarMi.NumberOut False,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 Gun Sonu Mu.NumberOut
True,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 Dilim Sayaci.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 nMusteri(10,9),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"):
 nSatisMT(10,6),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,5,1,1,1,1,1,1,1,1,1,5,1,
 1,1,1,1,1,1,1,1,5,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,5,1:
 Is Bitti.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 Bu dilim icin hedefler tamam mi.NumberOut
True,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 suAnkiDilim,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),1:
 Yemek Arasi.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
 devam,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User Specified"):
 ACWVarMi.NumberOut
False,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

```

Ogle Yemegi Mi.NumberOut  
False,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude");

QUEUES: SatisMTyiTut.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):  
Ara Kapasitesinden Alma.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):  
SatisMT Ara.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):  
Yogunsa Beklet.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):  
Kapasite Degisimini Bekle.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,);

PICTURES: Picture.Airplane:

Picture.Green Ball:  
Picture.Blue Page:  
Picture.Telephone:  
Picture.Blue Ball:  
Picture.Yellow Page:  
Picture.EMail:  
Picture.Yellow Ball:  
Picture.Bike:  
Picture.Report:  
Picture.Van:  
Picture.Widgets:  
Picture.Envelope:  
Picture.Fax:  
Picture.Truck:  
Picture.Letter:  
Picture.Box:  
Picture.Woman:  
Picture.Package:  
Picture.Man:  
Picture.Diskette:  
Picture.Boat:  
Picture.Red Page:  
Picture.Green Page:  
Picture.Red Ball;

STATESETS: MTState,Bosta,Konusma Durumu,Hatta Bekletme  
Durumu,Konusma Sonrasi Islem Durumu,Mesgul;

RESOURCES:

AraKapasitesi,Capacity(1),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,,):

SatisMT,Capacity(0),MTState-  
Idle,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,,);

REPLICATE, 1,,HoursToBaseTime(24),Yes,Yes,,,,24,Seconds,No,No,,,Yes;

EXPRESSIONS: Vardiya Yemek Arasi Baslagici(6,1),0,12,12,17,19,21:

Vardiya Molaya Cikis Baslangici(6,1),UNIF(0,1.5),UNIF(8, 16.5),UNIF(10, 18.5),UNIF(15, 21.5),UNIF(17, 23.5),  
UNIF(19, 23.5):

Dilim MT Kapasitesi(8,1),nSatisMT(suAnkiGun, 1) +  
 nSatisMT(suAnkiGun, 6),nSatisMT(suAnkiGun, 1),  
 nSatisMT(suAnkiGun, 2),nSatisMT(suAnkiGun, 2) +  
 nSatisMT(suAnkiGun, 3),  
 nSatisMT(suAnkiGun, 2) + nSatisMT(suAnkiGun, 3) +  
 nSatisMT(suAnkiGun, 4),  
 nSatisMT(suAnkiGun, 3) + nSatisMT(suAnkiGun, 4) +  
 nSatisMT(suAnkiGun, 5),  
 nSatisMT(suAnkiGun, 4) + nSatisMT(suAnkiGun, 5) +  
 nSatisMT(suAnkiGun, 6),  
 nSatisMT(suAnkiGun, 5) + nSatisMT(suAnkiGun, 6);

ENTITIES: Algoritma

Elemani,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Cagri,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Entity 1,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Kosturucu,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

OgleArasi,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Mola,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,);



## **ÖZGEÇMİŞ**

Deniz Dinçer , 01.09.1979 tarihinde Manisa’da doğmuştur. Manisa Fatih Anadolu Lisesinden mezun olduğu 1998 senesinde, İTÜ İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği bölümünü kazanmıştır ve bu bölümden lisans diplomasını 2002 senesinde almıştır. 2004 senesinden bu yana özel bir firmada İnsan Kaynakları Uzmanı olarak çalışmaktadır.