T.C.

FIRAT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR DESTEKLİ YAZILIM İÇİN UYGUN BİR YAZILIM GELİŞTİRİLMESİ

Erkan TANYILDIZI

119528

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRONİK - BİLGİSAYAR EĞİTİMİ

ANA BİLİM DALI

119528

ELAZIĞ

2002

T.C.

FIRAT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR DESTEKLİ YAZILIM İÇİN UYGUN BİR YAZILIM GELİŞTİRİLMESİ

Erkan TANYILDIZI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRONİK - BİLGİSAYAR EĞİTİMİ

ANA BİLİM DALI

Bu tez, 12.07.2001 tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği ~~/oyçokluğu~~ ile başarılı / ~~başarısız~~ olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Asaf VAROL

Üye: Doç. Dr. Hanifi GÜLDEMİR

Üye: Yrd.Doç.Dr. Mehmet GÜNGÖR

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...../...../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof.Dr. Asaf VAROL'a, çalışmam esnasında değerli fikirlerinden yararlandığım Sayın Doç.Dr. Muammer GÖKBULUT'a, Sayın Doç.Dr. Hanifi GÜLDEMİR'e ve Sayın Doç.Dr. Z.Hakan AKPOLAT'a, istatistik alanındaki temel bilgileri kazanmama yardımcı olan Sayın Yrd.Doç.Dr. Mehmet GÜNGÖR'e, bu çalışmamın şekillenmesinde bana yardımcı olan Sayın Arş.Gör. Cafer BAL'a ve özellikle aileme teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER I
ŞEKİLLER LİSTESİ IV
TABLOLAR LİSTESİ V
EKLER LİSTESİ VI
SİMGELER LİSTESİ VII
KISALTMALARLİSTESİ VIII
ÖZET IX
ABSTRACT X
1. GİRİŞ 01
2. BENZETİM VE MODEL KAVRAMLARI 02
2.1. Benzetimin (Simülasyonun) Tanımı 02
2.2. Modelin Tanımı 02
2.2.1. Kullanılan Model Türleri 03
2.2.1.1. Fiziksel Modeller 03
2.2.1.2. Matematiksel Modeller 04
2.3. Bilgisayar Yardımıyla Oluşturulan Benzetimler 04
2.4. Benzetimin Farklı Çeşitleri 05
2.4.1. Statik-Dinamik (Durgun –Hareketli) 05
2.4.2. Kesikli-Sürekli-Hibrit 05
2.4.2.1. Kesikli (Discrete) 05
2.4.2.2. Sürekli (Continuous) 06
2.4.2.3. Hibrit 06
2.4.3. Deterministik – Stokastik (Kesin-Olasılıksal) 06
2.5. Benzetim Modelinin Yapısı 06
3. BENZETİMİN MODELLEME SÜRECİ 08
3.1. Problemin Formülasyonu 08
3.1.1. Çalışmanın Amacı 08
3.1.2. Sistemin Tanımı 08
3.2. Benzetim Deneylerinin Tasarımı 08
3.2.1. Benzetim Deneyi İçin Veri Derleme 09
3.2.2. Matematik Modelin Formülasyonu 09
3.2.3. Model Geçerliliği 09
3.3. Bilgisayar Modelinin Kurulması 09
3.4. Benzetim Verilerinin Analizi 10

4. GİRİŞ VERİLERİNİN ANALİZİ **11**
4.1. Veri Toplama ve Analiz Süreci 11
4.1.1. Veri Tanımlama 11
4.1.2. Tanımsal İstatistik 11
4.1.2.1. Veriyi Gruplandırma 11
4.1.2.2. Parametre Tahmini 12
4.1.3. Uygun Dağılımlar 14
4.2. Uygun Dağılımın Tespiti için Kullanılan Yöntemler 14
4.2.1. Hipotez Test Etme (Yargı Süreci) 14
4.2.2. Uygunluk Testleri 15
4.2.3. Hipotez Test Etme İşlemi 15
4.3. Olasılık Dağılımına İlişkin Hipotezi Test Etmede Kullanılan Testler 15
4.3.1. Ki-Kare Testi 15
4.3.2. Kolmogorov-Smirnov Uygunluk Testi 16
5. FIRAT TIP MERKEZİ GÖZ KLİNİĞİ'NE AİT BENZETİMİN ARENA İLE OLUŞTURULMASI **20**
5.1. Arena'nın Tanıtımı 20
5.2. Arena ile Çalışma 20
5.3. Arena ile Örnek Sistemi Oluşturma 21
5.3.1. Benzetimin Hedefi 22
5.3.2. Sistemin Tarifi 22
5.3.3. Sistemin Modellenmesi ve Animasyon 23
5.3.3.1. Input Analyzer ile Uygun Dağılımın Belirlenmesi 24
5.3.3.2. Girişe Ait Modelin Oluşturulması 29
5.3.3.3. Sekreterlere Ait Modelin Oluşturulması 29
5.3.3.4. Doktorlara Ait Modelin Oluşturulması 30
5.3.3.5. Çıkışa Ait Modelin Oluşturulması 30
5.3.3.6. Animasyonun Oluşturulması 31
5.3.4. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi 33
5.3.4.1. Hastaların Sisteme Girişi/Çıkışı ile İlgili Sonuçlar 33
5.3.4.2. Sekreterler ile İlgili Sonuçlar 34
5.3.4.3. Doktorlar ile İlgili Sonuçlar 34
5.3.4.4. Genel Değerlendirme 35
5.4. Sistem Üzerinde Değişik Uygulamalar 38

6. ARENA İLE OLUŞTURULAN BENZETİMİN VISUAL BASIC PROGRAMLAMA DİLİNİ KULLANARAK GELİŞTİRİLMESİ **39**
6.1. Giriş Formu 39
6.2. Ara Kontrol Formu 40
6.3. Rapor Formu 42
7. SONUÇLAR **50**
KAYNAKLAR **51**
ÖZGEÇMİŞ **52**
EKLER
EK-1 DAĞILIMLAR
EK-2 Kİ-KARE DAĞILIMI İÇİN (χ^2) KRİTİK DEĞERLERİ
EK-3 KOLMOGOROV - SIMIRNOV KRİTİK DEĞERLERİ
EK-4 FTMGK'NE GELEN HASTALARIN GELİŞ SÜRELERİNE AİT VERİLER
EK-5 SEKRETERLERİN ve DOKTORLARIN ÇALIŞMA SÜRELERİNE AİT VERİLER
EK-6 FTMGK'NDEN AYRILAN HASTALARIN ÇIKIŞ SÜRELERİNE AİT VERİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 5.1. Arena çalışma penceresi 21
Şekil 5.2. FTMGK sistemine ait akış şeması 23
Şekil 5.3. Arena-Input Analyzer seçeneği 24
Şekil 5.4. Kaydedilmiş giriş verisinin çağrılması 25
Şekil 5.5. -0.001 + EXPO(8.8) grafiği 25
Şekil 5.6. NORM(3.22, 1.31) grafiği 27
Şekil 5.7. 0.999 + 6 * BETA(1.29, 2.26) grafiği 27
Şekil 5.8. TRIA(5, 9.77, 26) grafiği 27
Şekil 5.9. 5 + GAMM(2.72, 3.17) grafiği 28
Şekil 5.10. TRIA(0.22, 2.19,3.55) grafiği 28
Şekil 5.11. NORM(1.86, 0.518) grafiği 28
Şekil 5.12. Giriş modeli 29
Şekil 5.13. Sekreter modeli 29
Şekil 5.14. Submodel'in iç yapısı 30
Şekil 5.15. Doktor modeli 30
Şekil 5.16. Çıkış modeli 30
Şekil 5.17. Draw araç çubuğu 31
Şekil 5.18. Entity Picture Placement diyalog penceresi 31
Şekil 5.19. Picture Editör diyalog penceresi 32
Şekil 5.20. FTMGK'nin benzer yapısı 32
Şekil 5.21. Run araç çubuğu 33
Şekil 5.22. Analiz sonuçları 33
Şekil 5.23. Ortalama işlem zaman grafiği 36
Şekil 5.24. Toplam çalışma zaman grafiği 36
Şekil 5.25. Giren/Çıkan hasta sayısı grafiği 37
Şekil 5.26. Ortalama işlem zaman grafiği 37
Şekil 5.27. Verim grafiği 38
Şekil 6.1. Giriş formu 39
Şekil 6.2. Ara Kontrol formu 40
Şekil 6.3. Rapor formu 42
Şekil 6.4. Değerlendirme formu 43

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Ortalama ve standart hata hesabı 17
Tablo 4.2. Tablo 4.1 için χ^2 18
Tablo 4.3. Kolmogorov-Smirnov hesapları 18

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

EKLER LİSTESİ

EK-1 DAĞILIMLAR

EK-2 Kİ-KARE DAĞILIMI İÇİN (χ^2) KRİTİK DEĞERLERİ

EK-3 KOLMOGOROV - SIMIRNOV KRİTİK DEĞERLERİ

EK-4 FTMGK'NE GELEN HASTALARIN GELİŞ SÜRELERİNE AİT VERİLER

EK-5 SEKRETERLERİN ve DOKTORLARIN ÇALIŞMA SÜRELERİNE AİT VERİLER

EK-6 FTMGK'NDEN AYRILAN HASTALARIN ÇIKIŞ SÜRELERİNE AİT VERİLER

SİMGELER LİSTESİ

$\overline{X}$	Örnek ortalama
S	Standart hata
S^2	Varyans
n	Toplam veri sayısı
k	Sınıf sayisi
f_i	i.sınıfın mutlak frekansı
m_i	i.sınıfın sınıf orta değeri
χ^2	Ki-Kare
o_i	Gözlem frekansı,
e_i	Teorik dağılıma göre tahmin edilen her bir sınıfın frekansı,
F_o	Kümülatif olasılık dağılım fonksiyonunu,
F_n	Deneysel kümülatif olasılık dağılım fonksiyonunu,
D	Mutlak sapma
$P_x(n)$	Poisson dağılım fonksiyonu
λ	Poisson dağılımı yoğunluk fonksiyonu

KISALTMALAR LİSTESİ

FTMGK	Fırat Tıp Merkezi Göz Kliniği
NORM	Normal dağılım
BETA	Beta dağılım
TRIA	Triangular dağılım
GAMM	Gamma dağılım
EXPO	Exponential dağılım

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİLGİSAYAR DESTEKLİ YAZILIM İÇİN UYGUN BİR YAZILIM GELİŞTİRİLMESİ

Erkan TANYILDIZI

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik Bilgisayar Eğitimi
Bilgisayar Sistemleri Ana Bilim Dalı

2002, Sayfa: 78

Bu çalışmada, bilgisayar destekli yazılım için uygun bir yazılım geliştirilmesi üzerine durulmuştur. Bunun için bilgisayar destekli yazılımlardan Arena programı incelenmiştir. Bu program ile Fırat Tıp Merkezi Göz Kliniği'ne ait benzetim yapılmıştır. Yapılan bu benzetim, Visual Basic programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Ek programlar ilave edilerek oluşturulan benzetim sayesinde, Arena'da mevcut olmayan istatistiksel değerlendirilmeler yapılabilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Olasılık dağılımı, Arena benzetim programı.

ABSTRACT

M.Sc.Thesis

DEVELOPMENT OF A NEW SOFTWARE
FOR COMPUTER AIDED SOFTWARE

Erkan TANYILDIZI

Fırat University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electronics and Computer science
The Main Branch of Computer Systems
2002, Page: 78

In this thesis, a computer program has been developed for computer aided software. Arena which is a computer aided software has been examined. A simulation has been done at the eye clinic of Fırat Medical Centre of the Fırat University. This simulation has been developed using Visual Basic programming language. Additional computer programs have been written and linked to Arena. Thus more statistical evaluations which are not present in the Arena can be done.

Keywords : Probalities distribution, Arena simulation program.

1. GİRİŞ

Büyük gelişmelere ve değişimlere her zaman açık olan günümüz teknolojisi, yeni oluşumları da beraberinde getirmiştir. Günümüzde, artan müşteri talepleri ve rekabet; firmaları, ürettikleri ürünü veya verdikleri hizmeti hızlı, etkili, kaliteli ve az maliyette nasıl üretebileceklerini bulmaya zorluyor. Bu değişimin yönünü, hızını ve düzeyini tespit edip, gelişime ayak uydurmak başarıyı sağlayacaktır. Bunun için bir düşünme ve yaklaşım tarzı olan benzetim (simülasyon), bu konuda en büyük yardımcımız olacaktır.

Bu tez çalışmasının ilk bölümünde, benzetim hakkında genel bir bilgi verilmiştir. İkinci bölümde benzetim ve model kavramlarından, üçüncü bölümde benzetimin modelleme sürecinden, dördüncü bölümde verilerin analizinden, beşinci bölümde Fırat Tıp Merkezi Göz Kliniği'ne ait benzetimin Arena ile oluşturulmasından bahsedilmiştir. Altıncı bölümde ise oluşturulan benzetimin Visual Basic programlama dilini kullanarak geliştirilmesi verilmiştir.

Bu tezin amacı, benzetim ile ilgili genel bir fikre varmak ve bir sistemde yer alan ardışık süreçlerdeki verilerin, en kısa ve en doğru şekilde istatistik analizinde başvurulan Arena benzetim programını irdelemek, gerçek bir sistemin benzetimini oluşturmak ve bu benzetimi ek programlarla geliştirmektir.

2. BENZETİM VE MODEL KAVRAMLARI

2.1. Benzetimin (Simülasyonun) Tanımı

Benzetim, gerçek bir sistem için oluşturulan, model ve teknikleri kapsayan yöntemlerin geniş bir koleksiyonuyla ilgilidir. Sistem objeleri arasında tanımlanmış ilişkileri içeren sistem veya süreçlerin bir modelidir. Başka bir deyişle, gerçek bir sistemin işletilmesinin zaman üzerinden taklit edilmesidir [5]. Somut anlamda ise, belirli bir nesnenin modeli veya temsili olarak tanımlanabilir [1]. Benzetim, günümüzde mevcut olan ve daha da önemlisi yarın da mevcut olabilecek işlemler hakkında objektif bilgiler sağlar. O zaman benzetimde amaç, bir sistemin performansını ölçmek, çalışmasını geliştirmek veya onu düzenlemek olacaktır.

Benzetim, modelleme tiplerinden biridir. Benzetim ile modelleme, aşağıda belirtilen işlemleri yapan deneysel ve uygulamalı bir yöntemdir;

- Sistem davranışını gözler,
- Sistem davranışını tanımlar,
- Gözlenen ve tanımlanan davranış için teori ve hipotez kurar,
- Kurulan bu teoriyi, gelecekteki davranışı tahmin etmek için kullanır.

2.2. Modelin Tanımı

Model; bir nesnenin, bir sistemin veya oluşturulan bir planın temsilidir. Modelin amacı; sistemi daha iyi anlamak, açıklamak veya iyileştirmek hususlarında bize yardımcı olmasıdır [4].

Benzetim, sistemlerin modelleri ile iş yapar. Sistem gerçek veya planlamış olabilir ve benzetim pek çok alanda uygulanabilir. Örneğin;

- Makineler, insanlar, taşıyıcı aygıtlar ve depolama alanıyla bir imalat fabrikası,
- Servis elamanları, personel, farklı alıcılar, kiralık kasalar ve otomatikleştirilmiş (ATM) banka veznedarı makineleriyle bir banka,
- Fabrikaların dağıtım şebekesi, depolar ve taşımacılık bağları,
- Bir hastanedeki acil durum servisi, personel dahil, odalar, donatım, gereçler ve hasta taşıma,
- Bir coğrafi alan karşısında dağınık müşterilerin potansiyeliyle, bir iş parçaları için işlem servisi veya ofis gereçleri, farklı özellikteki servis teknisyenleri, farklı parçalarla değiş tokuş etmek ve bir ana depo veya merkeze gönderme,
- Hizmetleriyle bir bilgisayar ağı, alıcılar, disk sürücüleri, şerit sürücüleri, yazıcılar, ağ kapasiteleri ve operatörleri,

- Bir otoyol sisteminin yol parçaları, kavşakları, kontrolleri ve trafik,
- Birçok kırtasiyenin alındığı, yeniden incelendiği, kopyalandığı, dosyalandığı ve insanlar ile makinelere postalandığı bir merkez ofis,
- Mahkemeler, hakimler, avukatlar, stajyer memurlar, sanıkları, davalılar, mahkumları ile bir adalet sistemi,
- Depolama tankları, boru hatları, reaktör kapları ve gemiyle taşınan ürünler için tren yolu, tanker arabalarıyla kimyasal ürün fabrikaları,
- Farklı sınıfla çalışanlar, müşteriler, alet ve erzaklarıyla bir lokanta,
- Sayım çizelgesi kontrolü, kasa ve alıcı servisiyle bir süper market,
- Gezintiler, dükkanlar, lokantalar, işçiler, misafirler ve otoparklar ile bir konu alanı,
- İnsan yaşamını tehdit eden, istenilen anda değişiklik yapmanın zor olduğu nükleer santraller,
- Deneme yoluyla değişiklik yapmanın mali açıdan çok pahalı olan sistemler,
- Pahalı sistemler için gerekli olan operatörler yetiştirme (örneğin uçak pilotları),
- Herhangi bir üretim alanından diğer bir üretim alanına geçmek isteyen fabrikalar vs.

Görüldüğü gibi, benzetim yaklaşımı çok sayıda değişik türden probleme uygulanabilmektedir. Bu çalışmalarda geçerli olabilecek bir benzetim yönteminin bulunacağını düşünebiliriz. Bir model ve istatistiksel bir deney yaparken, benzetim tekniklerinden yararlanmak kaçınılmazdır. Benzetim projesinin her bir basamağında birçok yönden öğrenme vardır ve yol boyunca aldığınız kararlar, sonuçlarınızın anlamını etkileyebilir [5].

2.2.1. Kullanılan Model Türleri

Objektif gerçek bir olay için bilgi edinmenin iki temel yöntemi bulunmaktadır. Bunlar, fiziksel ve matematiksel modellerdir [5].

2.2.1.1. Fiziksel Modeller

Fiziksel model, gerçek sistemin fiziksel bir kopyasını veya sistemin ölçeklendirilerek minyatüre edilmiş halini ifade eder. Sistem üzerinde değişiklik yapmadan önce oluşturulan bu fiziksel modeller üzerinde denemeler yapılmaktadır. Örneğin;

- Elektrik trenlerinde, uygulanması düşünülen alternatif planların, araç rotalarının ve ulaşım teçhizatının performansındaki sonuçları araştırmak için, elektrik trenlerinin minyatür modelleri geliştirilmiştir.

- Gerçeği gibi olan kontrol odaları, nükleer reaktörlerde operatör yetiştirmek için geliştirilmiştir.
- Afet olaylarına müdahale etmek için gerekli olan personelin yetiştirilmesine yönelik olarak, benzer bölgeler oluşturulmuştur.

Fiziksel model en sağlıklı yöntemdir. Mümkün olduğu sürece kullanılmalıdır. Fiziksel modellerin dezavantajları;

- Çok tehlikeli alanlar, (Kritik duruma varmış bir nükleer reaktör santralinin davranışlarında, bir jet motorlu uçağın inişinde vs.)
- Çok pahalı sistemler, (Hasara sebebiyet verecek tüm durumlarda, kiralık telefon hattı ağı üzerinden verilerin aktarımı için uzun deneysel çalışmalar vs.)
- Sistemin araştırılmasına imkan vermeyen durumlardır (Dizayn seviyesinde mümkün olan birçok alternatiflerin değerlendirilmesi).

2.2.1.2. Matematiksel Modeller

Matematiksel model; tahminler, bileşenler, değişkenler, parametreler ve ilişkiler bir araya getirilerek oluşturulan modellerdir. Hedef sistemin matematiksel modeli için, sistemin durumunu tahmin ettikten sonra, davranışlarını analiz etmektir. Oluşturulan modelde, değişkenler ve parametreler için semboller tanımlanır. Modelin işleyişini tanımlayan algoritma ve akış şeması oluşturulur ve el ile benzetim çalışması yapılarak modelin işleyişi incelenir. Matematiksel modelin kullanılması genelde hızlı sonuç verir ve formüle basit farklı parametre değerleri ilave edilerek alternatif birçok durumlar test edilebilir.

Matematiksel modellerin dezavantajları;

- Çok karmaşık cihazların kullanılması ve/veya hesaplamalarda çok uzun zaman harcanması,
- Gerekli parametrelerin yokluğu,
- Tahmin edilen verileri kullanmanın, sonuçların güvenirliliğini azaltması,

şeklinde söylenebilir.

2.3. Bilgisayar Yardımıyla Oluşturulan Benzetimler

Bilgisayar ortamında oluşturulan benzetimler; sistemin zaman üzerinden taklit edilerek genellikle uygun bir yazılım ve bilgisayar yardımıyla modellenmesidir. Hazırlanan benzetim, fiziksel ve matematiksel modellemeleri de içermelidir. Gerçek sistemin kopyası bilgisayar üzerinde modellenir ve daha sonra matematiksel modellerden yararlanarak sistemin durumu analiz edilir. Bilgisayar ortamında oluşturulan benzetim, hem daha hızlı işlem yapabilmekte

hem de gerçek sisteme çok yakın bire bir diyebileceğimiz sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

Bilgisayarla benzetimde dezavantajlar mevcuttur. En önemli dezavantajı benzetim modelinin oluşturulmasındaki güçlük ve modelinin programlanmasında kullanılan dillerin zorluğudur. Uygun benzetim yazılımları bulunmaktadır, ancak maliyetleri çok yüksektir. Literatürde bazı grafik tekniklerine dayanan benzetim yazılımları geliştirilmiştir. Bu yazılımlar sayesinde belirli sistemler için benzetim modellerinin yaratılması otomatik olarak yapılabilmektedir.

Bilgisayarlı benzetimde sistemle ilgili mevcut sınırlı bilgiler kullanılarak benzetim yapılır. Sistem içerisinde sayılamayan durumlar ortaya çıkabilir ve genellikle bilincinde olmadığımız gerçekleri kabullenmek durumuyla karşı karşıya kalabiliriz.

2.4. Benzetimin Farklı Çeşitleri

2.4.1. Statik-Dinamik (Durgun –Hareketli)

Zamandan bağımsız modeller statik, zamana bağlı modeller ise dinamiktir. Zaman statik benzetimde doğal bir rol oynamaz fakat dinamik modellerde rol oynar. Örneğin, bir paranın yazı veya tura gelme olasılığı ile ilgili bir deney statiktir. Çünkü zaman önemsizdir. Paranın her atılıştaki durumu önemlidir. Aynı şekilde bir marketten alışveriş yapmak isteyen müşterilerin geliş dağılımını hesaplayan bir deney yapmak istediğimizde, zamanın birinci derecede rol oynadığı görülecektir. Burada ise dinamik bir model kullanılır.

2.4.2. Kesikli-Sürekli-Hibrit

2.4.2.1. Kesikli (Discrete)

Gerçek sistemde meydana gelen olayların sayısı sonlu ise, yani belirlenen aralıklarda hep aynı şeyler oluyorsa, benzetim kesikli olaylar olarak adlandırılır. Kesikli modelde değişim, sadece ayrık zaman noktalarında oluşur. Örneğin; arabalar benzin istasyonuna varıp pompalardan benzin alıp ayrıldığında, zamana bağlı olarak belirgin noktalar olarak işaretlenir. Bu işlemler, olaylar olarak adlandırılır. Burada iki ardışık olay arasında başka bir şey vukuu bulmamaktadır. Bu durumlarda kesikli benzetim kullanılmaktadır. Kesikli benzetim dilinin püf noktası, model içinde etkinliklerin özel sırasını kontrol etmektir. Bu aynı zamanda dili kullandığında bir kullanıcının "çevreyi görmesi" ve kesikli benzetim dilinin sınıflandırılması için bir temelin oturtulması yoludur.

2.4.2.2. Sürekli (Continuous)

Bazı sistemlerde olaylar tüm zaman sürecinde sürekli değişebilir ve bu değişme bazı kesikli olayların aynı zamanlarında olmayabilir. Örneğin bir su deposundaki su seviyesi, giren ve çıkan akışkan debisine bağlı olarak bütün zaman içinde değişebilir. Böyle bir olay için sürekli benzetim yapmak daha uygundur. Buna rağmen kesikli benzetim yöntemi de burada bir yaklaşım yöntemi olarak kullanılabilir.

2.4.2.3. Hibrit

Hibrit benzetim yöntemi, kesikli ve sürekli benzetim tipini içermesi ile oluşan yöntemdir.

2.4.3. Deterministik – Stokastik (Kesin-Olasılıksal)

Gelişi güzel olmayan bir girişe sahip modeller, deterministiktir. Sabit servis zamanlı bir randevu kitabı örnek olabilir. Diğer taraftan stokastik modeller tesadüfi girişli operasyonlardır. Öyle ki, değişik servis süreleri gerektiren, tesadüfi olarak gelen müşterilerle ilgili bir banka buna örnektir.

2.5. Benzetim Modelinin Yapısı

Bir benzetimin elamanları; sistemin bileşenleri, değişken ve parametreler, fonksiyonel ilişkiler, kısıtlar ve ölçütlerdir [1].

Bileşenler: Sistemi oluşturan parçalardır. Bunlar öğe veya alt sistem olarak da adlandırılırlar. Bağımsız olarak belirlenirler ve bunların ortak performansı sistemin çıktısını oluşturur. Örneğin bir hastane sisteminde bileşenler, acil durum servisi, personel, sıra bekleyen hastalar, acil hastalar, odalar, boş ve dolu yataklar, hasta taşıma, donanım, gereçler (tahlil, film cihazları vs.). olarak sayılabilir. Daha kısa bir ifade ile bileşenler ilgilenilen sistemi oluşturan nesnelerdir.

Değişkenler: Sistemin özellikleridir. Değişik koşullarda ve durumlarda farklı değerler alırlar. Bağımlı ve bağımsız değişken olabilirler.

Parametreler: Sistemi analiz eden kişinin amaca yönelik olarak keyfi değerler verebildiği miktarlardır. Bunlar analiz boyunca değiştirilemezler, sabit kalırlar. Örneğin; Y= 10X gibi bir denklemde X ve Y değişken, 10 ise parametredir.

İlişkiler: İlişkiler, sistemin bileşenleri, değişkenleri ve parametreleri arasındaki bağlantılardır. Bunlar sistemin durumundaki değişimleri denetlerler. Öğeler arasındaki zaman, bileşenlerin davranışı ve birbiriyle olan bağlantıları, örnek verilebilir.

Kısıtlar: Kısıtlar, değişkenlerin değerleri veya kaynakların nasıl tahsis edileceği 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 değerlendireceğinin 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. İkincisi, ölçütün yanlış tanımlanması, yanlış sonuçlar verecektir.

3. BENZETİMİN MODELLEME SÜRECİ

Gerçek sistemlerin davranışını araştırmak için benzetim çalışmalarının belirli bir hiyerarşik yapıda incelenmesi gerekir. Bu adımlar şöyle sıralanabilir.

3.1. Problemin Formülasyonu

Bir problemi çözme işindeki ilk adım, problemi tanımlamak ve kesin ve açık bir şekilde belirtmektir. Problem formülasyonu esas olarak çalışmanın amacını ve sistemin tanımını kapsamaktadır.

3.1.1. Çalışmanın Amacı

Herhangi bir çalışmanın ilk adımı, yürütülen çalışmanın amacının açık ve tam olarak belirlenmesidir. Çalışma amacının tanımlanmasının önemli bir parçası da, araştırmanın sonuçlarını ölçecek olan ölçütlerin belirlenmesidir. Bir çok endüstri sistemlerinin optimum performansı sıklıkla en düşük maliyet veya en büyük kâr olarak ele alınır. Ancak, bunun nedeni toplam karar projesinin parasal deyimlere indirgenmiş olmasındadır. Askeri sistemler incelenirken ölçülecek olan optimum performansın değerlendirilmesinde 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 gibi. Benzetim çalışmalarının izleyeceği tüm amaçları tanımlamak mümkün değildir. Zira; her çalışma, kendine özgüdür.

3.1.2. Sistemin Tanımı

Sistemin sınırlarını, kısıtlarını ve etkinlik ölçüsünü belirleme aşamasıdır. Benzetim modelinin kurulmasında sistemin tanımlanması sisteme ilişkin öğelerin yani bileşen, değişken ve parametreler ile bunlar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi anlamına gelmektedir. Bir diğer önemli nokta ise, sistem içerisindeki olayların sırasal ilişkilerinin belirlenerek şematik olarak ifade edilmesidir.

3.2. Benzetim Deneylerinin Tasarımı

Deneylerin tasarımı esas olarak benzetim modellerinin tüm yönleriyle kurulmasını ifade eder.

3.2.1. Benzetim Deneyi İçin Veri Derleme

Modelin gerektirdiği verileri tanımlama ve onları kullanabilecek ölçülere indirgeme aşamasıdır. Herhangi bir parametre tanımlamadan önce yeterince verinin derlenmesi ve işlenmesi gerekmektedir. Veriler, benzetimin başarısını etkileyen faktörlerdir. Bir sistem hakkında ne kadar çok veriye sahip olunursa, o kadar sağlıklı sonuçlar elde edilir. Veriler, sistemin durum değişkenlerinin, çalışma karakteristiklerinin parametrelerini tahmin etmeye, matematik model oluşturulmaya ve geliştirmeye imkan tanır.

3.2.2. Matematik Modelin Formülasyonu

Bileşenler, değişkenler, parametreler ve ilişkiler bir araya getirilerek matematik model kurulur. Modelleme bir soyutlamadır. Bu aşamada değişken ve parametreler için semboller tanımlanır. Modelin işleyişini tanımlayan algoritma açıklanarak akış diyagramı sergilenir ve el ile benzetim çalışması yapılarak modelin işleyişi incelenir.

3.2.3. Model Geçerliliği

Bir benzetim modelinin geçerliliğini araştırmak için üç yöntem kullanılabilir:

- Modelin geçerli olması: Parametrelere sınır değerler verildiğinde modelden olumlu cevap alınabilmesi,
- Varsayımların testi,
- Girdi-çıktı dönüşüm testi.

Son iki yöntem; ortalama testi, varyans testi, regrasyon analizi, faktör analizi, otokorelasyon, ki-kare, Kolmogorov-Smirnov ve parametrik olmayan testler gibi istatistikle ilgilidir. Burada sadece uygunluk testleri arasında geniş bir yer bulmuş ki-kare ve Kolmogorow–Smirnov testleri ele alınacaktır. Bu testler hakkında geniş bilgi daha sonraki bölümlerde verilecektir.

3.3. Bilgisayar Modelinin Kurulması

Benzetim modelinin bilgisayar ortamında yapılması genel olarak aşağıdaki adımlardan oluşur:

a. Algoritmanın oluşturulması ve akış diyagramının çizilmesi

b. Kodlama

- Genel amaçlı derleyici
- Özel amaçlı benzetim dilleri

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

c. Hataların ayıklanması

d. Verilerin kullanılması ve başlama koşulları

e. Verilerin üretilmesi veya gerçek verilerin eklenmesi

f. Çıktı raporunun oluşturulması

Özel amaçlı bir benzetim dilini veya programını kullanmak, zaman bakımından tasarruf sağlar. Bunun için, GPPS, SIMSCRIPT, GASP, SIMAN ve ARENA gibi bir çok dil ve program mevcuttur.

3.4. Benzetim Verilerinin Analizi

Benzetim modeli çalıştırıldıktan sonra ortaya çıkan sonuçların değerlendirilmesidir (varyans analizi, çoklu karşılaştırma yöntemleri, vs.).

4. GİRİŞ VERİLERİNİN ANALİZİ

Girdileri bir modele tanıtmak için bir "veri toplama ve analiz süreci" gereklidir. Benzetim için gerekli verileri tanımlama, verileri kullanma, parametreleri ve uygun dağılımları tespit etme bu süreç içerisinde yer alır. Kuşkusuz benzetimin başarısını etkileyen en önemli faktör verilerdir. Ne kadar çok veriye sahip olunursa o kadar sağlıklı sonuçlar elde edilir. Bu kısımda benzetim yapmak için cebirsel işlemler, toplam sembolü ve bazı matematiksel özellikle integral konularına ayrıca değinilmeyip bunların bilindiği varsayılacaktadır.

4.1. Veri Toplama ve Analiz Süreci

Bu süreci üç kısımda ele alınabilir:

- Veri tanımlama
- Tanımsal istatistik
- Uygun olasılık dağılımları

4.1.1. Veri Tanımlama

İlgili olay veya sistem hakkında veri elde etme sürecidir. Veriyi elde etmek için aşağıdaki kaynaklardan yararlanılabilir:

1. Mevcut dokümanlar, muhasebe kayıtları, mühendislik kayıtları, aylık veya yıllık raporlar vs.
2. Anketler (İyidir, fakat pahalı olabilir. Veriler sübjektiftir.).
3. Saha araştırmaları ve gözlem (Genellikle yavaş ve pahalıdır.).
4. Fiziksel deney ölçme, kayıt, veri düzenleme (Pahalı ve zaman alıcıdır. Deneyleri usulünce tasarlamak için dikkat gerekir.).

4.1.2. Tanımsal İstatistik

Verilerin nasıl kullanılabilir bir hale getirileceği ile ilgili süreçtir.

4.1.2.1. Veriyi Gruplandırma

- Frekans dağılımı tablosu: Sınıf sınırları, açık sınıflar, kapalı sınıflar olabilir.
- Kümülatif frekans tablosu.
- Histogram: Verilerin grafiksel portresi.

- Sınıf genişlikleri, mümkünse aynı olmalıdır. Eğer açık sınıf iseler birinci ve sonuncu sınıfların genişliği farklıdır.
- Sınıf aralıklarının kesişimleri ayrık olmalıdır. Yani,veri noktaları ancak tek bir sınıfa atanabilmelidir.
- Normal olarak, en az 5 ve en fazla 20 sınıf olmalıdır.

4.1.2.2. Parametre Tahmini

Anakütle, tesadüfi değişkenin tüm muhtemel gözlemlerinden oluşur. Anakütle parametrelerini tahmin etmek için örneğin parametrelerini kullanmak mümkündür. En çok ilgilenilen parametreler, ortalama (merkezi eğilim ölçüsü) ve standart hata değerleridir. Örnek ortalama ve standart hata genel olarak aşağıdaki şekillerde gösterilebilir [2]:

a)

X
1
2
3
4
5

Örnek Ortalama :

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots\dots\dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \qquad (4.1)$$

$$= \frac{1+2+3+4+5}{5}$$

Standart Hata :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1}} \qquad (4.2)$$

n = Toplam veri sayısı.

b)

X	f
1	5
2	7
3	2
4	1
5	0

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{k} X_i . f_i}{\sum_{i=1}^{k} f_i} \tag{4.3}$$

$$= \frac{1.5 + 2.7 + 3.2 + 4.1 + 5.0}{5 + 7 + 2 + 1 + 0}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k} f_i (X_i - \overline{X})^2}{\sum_{i=1}^{k} f_i - 1}} \tag{4.4}$$

k = Sınıf sayısı,

f_i = i. sınıfın mutlak frekansı.

c)

X	f_i	m_i
1-3 den az	3	2
3-5 den az	5	4
5-7 den az	2	6
7-9 den az	1	8

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{k} f_i . m_i}{\sum_{i=1}^{k} f_i} \tag{4.5}$$

$$= \frac{3.2 + 5.4 + 2.6 + 1.8}{3 + 5 + 2 + 1}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k} f_i (m_i - \overline{X})^2}{\sum_{i=1}^{k} f_i - 1}} \tag{4.6}$$

k = Sınıf veya aralık sayısı,

m_i = i. sınıfın sınıf orta değeri,

f_i = i. sınıfın mutlak frekansı.

4.1.3. Uygun Dağılımlar

Veri toplamadan sonra çoğunlukla stokastik süreçler için veriyi olasılık dağılımları şeklinde girmek gerekir [2], [3], [5]. Bu yüzden öncelikle, hangi dağılımın mevcut veriye en uygun olduğunun belirtilmesi gerekir. Mümkün dağılımlar şunlardır:

- Beta,
- Continuous,
- Discrete,
- Erlang,
- Exponential,
- Gamma,
- Johnson,
- Lognormal,
- Normal,
- Poisson,
- Triangular,
- Uniform,
- Weibull.

Yukarıda isimleri verilen dağılımların özeti Ek-1'de verilmiştir. Ek-1, her bir dağılımın kısa tanımını ve dağılımı belirlemek için birinci ve ikinci formatı da içermektedir. Bu tanımlama, yoğunluk veya kütle fonksiyonu, parametreler, boyutu, varyans, ortalama ve dağılım için tipik uygulamaları da içermektedir.

4.2. Uygun Dağılımın Tespiti için Kullanılan Yöntemler

4.2.1. Hipotez Test Etme (Yargı Süreci)

Veri toplandıktan sonra, benzetime başlamadan önce mevcut veriyi en iyi tanımlayan olasılık dağılımının elde edilmesi gerekir. Muhtemel dağılımları tahmin etmek için nokta istatistikleri, histogramlar ve olasılık eğrileri kullanıldıktan sonra artık, tahminin geçerliliğini tespit etmek için hipotez testi kullanılmalıdır. Önce, veri cümlesi için parametrelerin tahmin edilmesi gerekir.

Örnek Ortalaması :

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \tag{4.7}$$

Standart Hata :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}{n-1}} \tag{4.8}$$

n = Toplam veri sayısı.

4.2.2. Uygunluk Testleri

Dağılımın belli bir tip olduğu saptandıktan sonra hipotezi, istatistik olarak kabul edip etmeme hususu test edilmelidir. İki tip hata vardır:

I. tip hatalar: Gerçekte doğru olan bir H_0 hipotezini reddetmektir. α, I. tip hatanın olasılığıdır.

II. tip hatalar: Gerçekte yanlış olan bir H_0 hipotezini kabul etmektir. β, II. tip hatanın olasılığıdır.

Not: α' nın tahmin edilmesi zordur. Fakat β' nın tahmini pratik olarak mümkün değildir. Yine de, β' nın maksimum değeri 1- α 'dan bulunabilir.

4.2.3. Hipotez Test Etme İşlemi

1. Sıfır hipotezi tam olarak ifade edilir.
2. Kullanılacak istatistiğe karar verilir.
3. İstenen değere karar verilir.
4. Kritik değer belirlenir.
5. Veriler toplanır.
6. Test istatistiği hesaplanır.
7. Hipotez testini tamamlayan sıfır hipotezi ya kabul edilir ya da reddedilir.

4.3. Olasılık Dağılımına İlişkin Hipotezi Test Etmede Kullanılan Testler

- Ki-kare testi
- Kolmogorov-Smirnov testi

4.3.1. Ki-Kare Testi

Bileşik verilere uygulanan ki-kare testini açıklayalım:

Adımlar:

1. Tesadüfi değişkenin alanı, k sayıda aralığa bölünür. Aralıkların belli boyutunun olması gerekmez. Fakat her bir aralıktaki veri noktalarının beklenen sayısı, en az 5 olmalıdır. Yani, i= 1,...,k için $e_i \geq 5$ olmalıdır.

2. Her bir aralıktaki gözlem sayısı belirlenir ve

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i} \tag{4.9}$$

denklemi kullanılarak test istatistiği hesaplanır. Burada;

o_i = Gözlem frekansı,

e_i = Teorik dağılıma göre tahmin edilen her bir sınıfın frekansı,

k = Sınıf sayısıdır.

3. α (%1, %5 veya %10), belirlenir. α ve serbestlik derecesine göre ki-kare tablolarından kritik değer bulunur. v= serbestlik derecesi, k= sınıf sayısı, m = teorik frekansı hesaplamak için gerekli olan örnek veri kütlesinin parametreleri veya deney sayısı olmak üzere v= k-1-m eşitliği yazılır.

4. Eğer hesaplanan test istatistiği, kritik değere eşit veya ondan daha büyükse H_0 hipotezi reddedilir. Eğer test istatistiği, kritik değerden daha küçükse H_0 hipotezi kabul edilir.

4.3.2. Kolmogorov-Smirnov Uygunluk Testi

H_o hipotezinde, kümülatif ve deneysel olasılık dağılım fonksiyonu karşılaştırılır.

a. F_o, kümülatif olasılık dağılım fonksiyonunu,

b. F_n, deneysel kümülatif olasılık dağılım fonksiyonunu,

c. D, her iki dağılımın farkının mutlak sapmasını göstermektedir.

$$D=\max|F_o-F_n| \tag{4.10}$$

K-S ile ki – kare testlerinin karşılaştırılması:

1. Ki – kare testi, küçük veri kümeleri için kullanılamaz.
2. Ki – kare testi, tahmin edilen her bir parametre için 1 serbestlik derecesi kaybeder.
3. K – S testi, sadece sürekli tesadüfi değişkenler için kullanılabilir.

Örnek : % 95 güven düzeyinde, Tablo 4.1'deki verilerin Poisson dağılımına uygunluğu test ediniz [4].

Tablo 4.1. Ortalama ve standart hata hesabı

m_i Çağrı Sayısı	f_i Frekans	$m_i.f_i$	$m_i^2.f_i$
0	315	0	0
1	142	142	142
2	40	80	160
3	9	27	81
4	2	8	32
5	1	5	25
	509	262	440

$$\overline{X} = \frac{269}{509} = 0{,}5147,\ S = \sqrt{\frac{440 - 509.(0{,}5147)^2}{509-1}} = 0{,}77505,\ S^2 = 0{,}66007$$

Poisson dağılımının ortalama ve standart hatanın karesi birbirine eşit olmalıdır. Halbuki eşit olmadıkları görülmektedir. O halde kurulan hipotez red edilir. Ama verilere uygun teorik dağılımın Poisson olduğu bazı nedenlerden dolayı kabul edilebilir. Bu nedenlerden biri, bir olayın vuku bulması diğerini etkilememekte ve bir saatlik zaman süresi içindeki çağrı sayısının dikkate alınmasıdır. Diğer bir neden ise hiç çağrı olmama olasılığının yüksek olması yanında, ortalama veya standart hatanın karesinin çok küçük olmasıdır. Ortalama ve standart hatanın karesinin çok küçük olması olayın Poisson dağılımına uygunluğunu kabul edilerek dağılımın ortalaması;

$$\lambda = \frac{0{,}5147 + 0{,}6007}{2} = 0{,}5577$$

bulunur.

χ^2 uygunluk testi :

P {X=n}' ni hesaplamak için

$e = 2{,}71828$

λ= Pozitif sabit (Ortalama=Standart hatanın karesi) olmak üzere Poisson dağılımı yoğunluk fonksiyonu;

$$P\{X=n\} = P_x(n) = \frac{\lambda^n . e^{-\lambda}}{n!} \tag{4.11}$$

şeklinde yazılır. Poisson dağılımı formülünde λ değeri ve n=0, 1, 2,... konularak Tablo 4.2 elde edilir.

Tablo 4.2. Tablo 4.1 için χ^2

n	$P_x(n)$	e		o		$\frac{(o-e)^2}{e}$
0	0,571	291		315		1,98
1	0,319	162		142		2,47
2	0,089	45		40		0,56
3	0,017	9		9		
4	0,003	1	11	2	12	0,09
5	0,001	1		1		
	1,000	509		509		5,1

Tablo 4.2' de (e) değerlerinin hesabı $P_x(n)$ değerleri ile 509 sayısının çarpımından bulunarak χ^2=5,10 hesaplanmıştır. Ek-2'de 0,95 güven düzeyi ve 4-1-1=2 serbestlik derecesine göre χ^2=5,99 bulunur. Hesaplanan değer (5,1), tabloda bulunan değerden (5,99) küçük olduğundan, daha önce verilen H_o hipotezi kabul edilir. O halde gözlem değerleri, Poisson dağılımını izlemektedir.

Tabloda son üç sınıfın değerleri, her bir sınıfta en az 5 değer bulunması amacı ile birleştirilmiştir. Bu durumda ise 6 sınıf yerine 4 sınıf elde edilir. Serbestlik derecesi hesabında ise teorik frekansı hesaplamak amacı ile gözlem verilerinden λ hesaplandığı için serbestlik derecesinden ayrıca 1 çıkarılmıştır.

Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi:

Kolmogorov-Smirnov testinin uygulanabilmesi için Tablo 4.3 düzenlenmiştir.

Tablo 4.3. Kolmogorov-Smirnov hesapları

Sorgu Sayısı	Gözlem Frekansı	Gözlem Olasılığı	Teorik Olasılık	Mutlak Sapma D
0	315	0,619	0,571	0,048
1	142	0,279	0,319	0,008
2	40	0,078	0,089	0,003
3	9	0,018	0,017	0,002
4	2	0,004	0,003	0,001
5	1	0,002	0,001	0,000

Gözlem olasılığı, gözlem frekansının 509'a bölünmesiyle elde edilir. Tabloda ayrıca en büyük mutlak sapma 0 çağrı için 0,048 bulunur. Ek-3'deki tablodan n=509 ve $\alpha = 0{,}05$ için kritik değer (D);

$$D = \frac{1{,}36}{\sqrt{n}} = \frac{1{,}36}{\sqrt{509}} = 0{,}0603$$

hesaplanır. En büyük mutlak sapma 0,048 olduğundan veriler Poisson dağılımına uygundur.

5. FIRAT TIP MERKEZİ GÖZ KLİNİĞİ'NE AİT BENZETİMİN ARENA İLE OLUŞTURULMASI

Bilgisayar yardımıyla oluşturulan benzetimler için mevcut birçok benzetim yazılımı bulunmaktadır. Bunlar; GPSS, SIMS CRIPT, SLAM ve SIMA gibi özel derleyiciler, Fortran, Basic ve C/C++ gibi genel derleyiciler, yüksek dereceli simülatörler ve ARENA'dır. Bu yazılımlar içerisinde yeni ve rağbet gören ARENA benzetim programı, geniş bir kullanım alanına sahiptir. ARENA benzetim programı ile istatistiksel analiz, kuyruk ve faydalanma oranları, işlem zamanı ve gönderilme aralıkları işin niteliğine göre özel olarak ayarlanabilmektedir. Sistem veya sistemde yapılması düşünülen değişikliklerin sistemdeki etkileri modelleme işleminden sonra animasyonla izlenebilmektedir. Ayrıca benzetim çalışmalarının analiz sonuçları ayrıntılı olarak görülebilmektedir. ARENA programının benzetim konusundaki yetenekleri ve kolaylıkları burada ele alınmıştır.

5.1. Arena'nın Tanıtımı

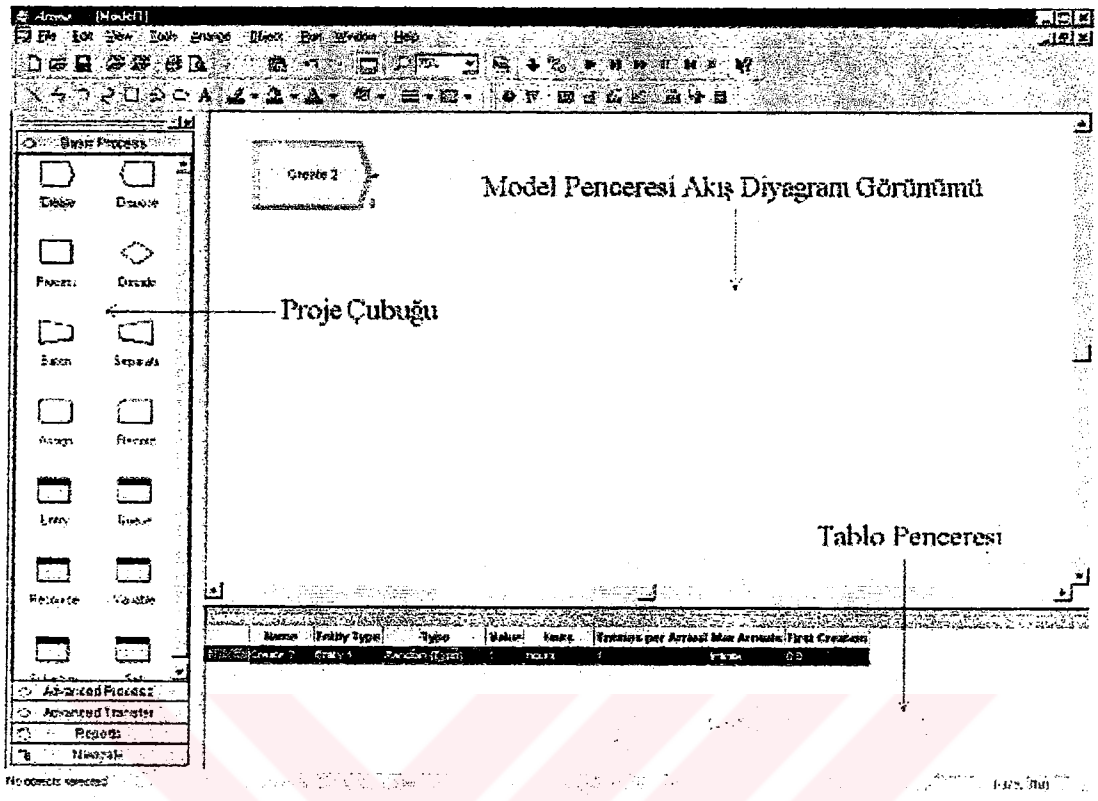
Arena yazılımı, modelleme ve benzetim problemlerinin çözümünde büyük bir yeteneğe sahiptir. Benzetim ve modelleme işlemlerini adım adım tanımlama, akış diyagramlarını çizme ve karar vermemize yardımcı olacak kritik benzetim sonuçlarını gösterir.

Arena ile;

1- İşlemlerin modellenmesi ve tanımlanması,
2- Benzetimi yapılan sistemin gelecekteki performansına ait karmaşık ilişkileri anlama ve düzgün ilerleme için tanımlama,
3- Hareketli animasyon grafikleri ile yapılan benzetimi canlandırma,
4- Sistemin performansına ait analiz raporlarını oluşturma işlemlerini yapılabilmektedir.

5.2. Arena ile Çalışma

Arena programı çalıştırıldığında Şekil 5.1'de görülen pencere ekrana gelir.



Şekil 5.1. Arena çalışma penceresi

Yapılacak işlemi Arena'da modellemek için uygulama penceresinde üç ana bölgede çalışılmaktadır. Bunlar Proje çubuğu, Model Penceresi (Akış Diyagram), Tablo Penceresi'dir . Proje çubuğunda, modelleme işlemlerinde kullanılan temel nesneler bulunur. Bu nesneler işlevlerine göre farklı panellerde yer alır. Bu paneller:

- Basic Process, Advanced Process ve Advanced Transfer panelleri: Kendi işlemimizi tanımlamak için kullanılan 'model' denen şekilleri içerir.
- Reports Panel: Benzetim çalışmasının sonuçlarını gösteren raporları içerir.
- Navigate Panel: Oluşturulan modelin farklı görüntülerini ve alt model görüntülerini görmeyi ve aralarında gezmeyi sağlar.

Akış Diyagram görünümü, modelin bütün grafiklerini, akış diyagram işlemlerini ve diğer çizim elamanlarını içerir. Tablo Penceresi görünümü, modelin zaman, fiyat ve diğer parametre verilerini gösterir.

5.3. Arena ile Örnek Sistemi Oluşturma

Burada incelenecek sistem Fırat Tıp Merkezi Göz Kliniği (FTMGK)'dir. Örneği uygulamaya geçmeden önce problemi tam olarak ortaya koyabilmek için FTMGK'ne ait analiz yapılmıştır. Bu analiz ve işlem adımları başlıklar halinde verilmiştir;

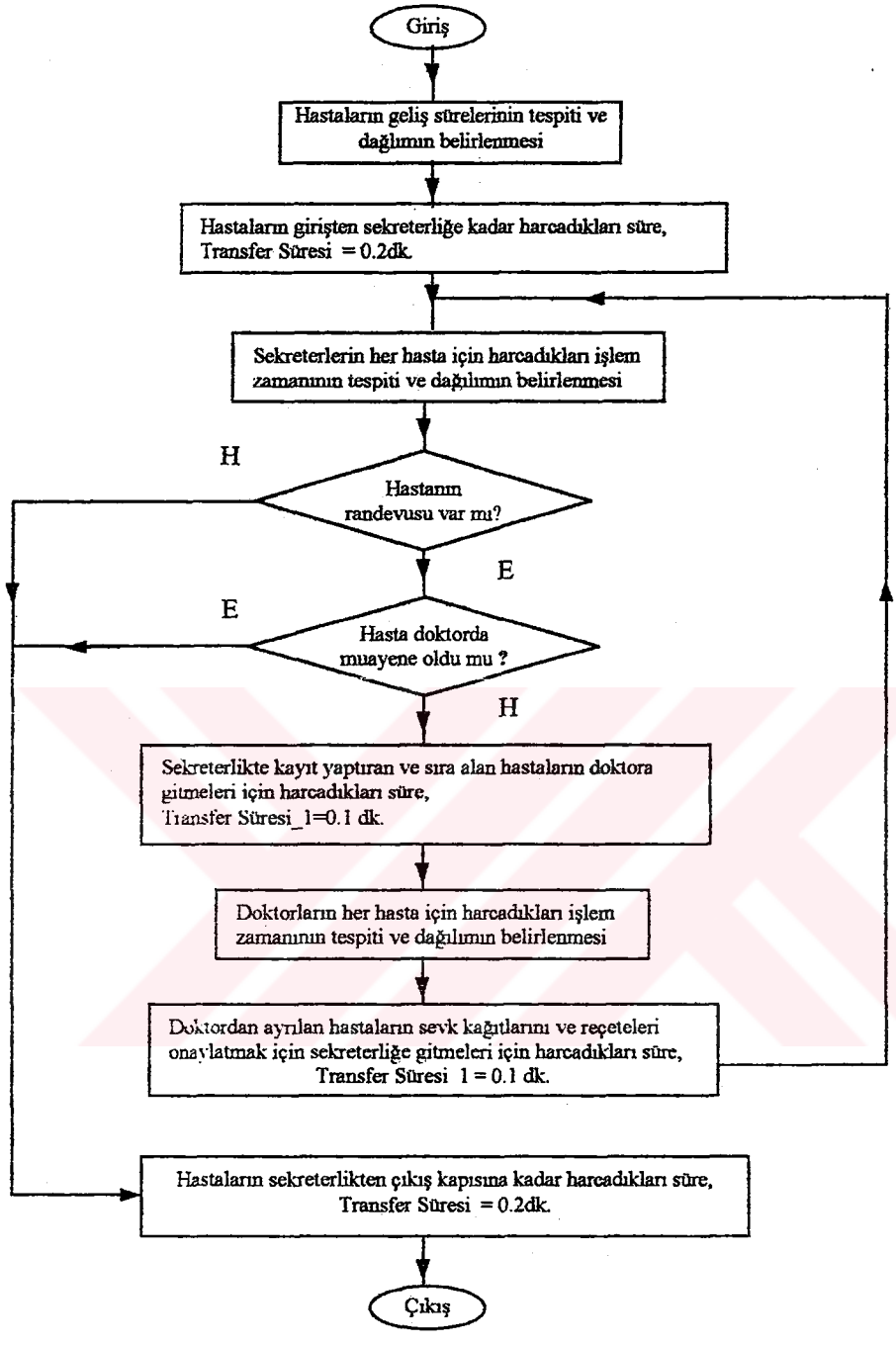
- Benzetimin hedefleri,
- Sistemin tarifi,
- Sistemin modellenmesi ve animasyon,
- Sonuçlar.

5.3.1. Benzetimin Hedefi

FTMGK'ndeki hastaların, sekreterlerin ve doktorların durumlarını değerlendirmeye yarayacak bir destek aracı oluşturulmuştur. Bu sayede gelen hastaların geliş aralıkları, sekreterlerin ve doktorların çalışma performansları ve buna bağlı olarak çıkan hastaların sayısı tespit edilmiştir.

5.3.2. Sistemin Tarifi

FTMGK'nde muayene olacak hastalar haftanın ilk günü (Pazartesi) randevu almak zorundadırlar. Randevular ortalama 25 kişilik gruplar halinde günlere dağıtılır. Bu randevular Cuma gününe kadar olan süreyi kapsar. Haftanın diğer günlerinde randevu verilmemektedir. Randevusu olmayan hasta doktorda muayene olamamaktadır. Sekreterler sabah 08:00'de işe başlarken doktorlar saat 09:00'da iş başı yaparlar. Sekreterler ve doktorlar saat 12:00'de mola verirler. Ancak içeride hasta varsa onun işlemi yapılmadan mola verilmemektedir. Sekreterler tekrar 13:00'de iş başı yaparken doktorlar 13:30'da işe başlarlar. Paydos saati bütün çalışanlar için 17:00'dir. Sabah gelen hastalar muayene olmak için öncelikle sekreterlikten sıra almak zorunda olup, daha sonra doktorda muayene olabilmektedirler. Sıra almayan hastalar işlem görmezler. Doktorda muayene olan hastalar tekrar sekretere giderek muayene kağıtlarını onaylatmak zorundadırlar. Bu işlemleri yapan hastalar, FTMGK'nden ayrılırlar. Öğleden sonra gelen hastalar ise daha önce muayene olmuş ve sadece kontrole gelen hastalardır. Bir hafta süresince yapılan gözlemde FTMGK'ne 306 hasta gelmiş ve bu hastalardan 261'i doktorda muayene olabilmiştir. Hastaların girişten sekreterliğe varış süresi ortalama 0,2 dk., sekreterden ayrılıp doktora muayene olmaya gitmek için harcadıkları süre ortalama 0,1 dk.'dır. Hastaların geliş süreleri Ek-4'te, sekreterlerin ve doktorların çalışma süreleri Ek-5'te ve hastaların çıkış süreleri Ek-6'da verilmiştir. Veriler, bir haftalık süreyi kapsamaktadır.
Bu verilere göre sistemi genel yapısını oluşturmak için aşağıdaki akış şeması verilmiştir.



Şekil 5.2. FTMGK sistemine ait akış şeması

5.3.3. Sistemin Modellenmesi ve Animasyon

Sistemin modeli Arena programında oluşturulmuştur. Sistemin modelini oluştururken sistemin tarifinden yararlanılmıştır. Sistemin modellemesi sırasında FTMGK'ne ait veriler kullanılarak benzetim tamamlanmıştır. Sistemin modelini oluşturmadan önce sisteme ait verilerin oluşturduğu verilerin dağılımı tespit edilmiştir. Sistemimizin modeli dört kısımdan oluşmaktadır. Bunlar Giriş, Sekreter, Doktor ve Çıkış'tır.

5.3.3.1. Input Analyzer ile Uygun Dağılımın Belirlenmesi

Input Analyzer, verilerin incelemesini ve istatistik analiz yöntemlerini bir arada kullanarak gerçekleştirmektedir. Input Analyzer, dağılımların parametrelerini tahmin edebilir ve verilere dağılımların ne kadar uyumlu olduğunu belirleyebilir.

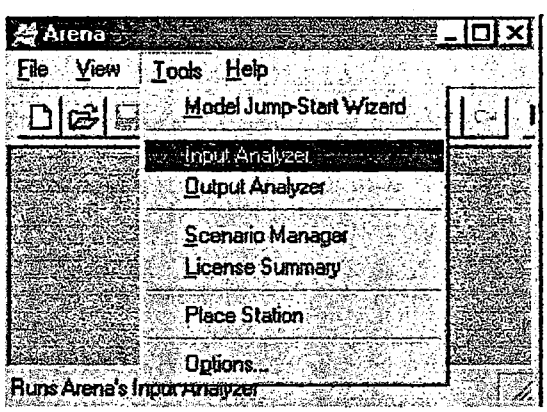
Teorik dağılımlar, açıklayıcı ve normalleri gibi matematiksel formüllerin örneklerinden oluşturulmuştur. Teorik dağılım ayrıca sürekli ve kesikli olmak üzere bölümlere ayrılabilir. *Sürekli* dağılımlar; *Beta, Erlang, Gamma, Lognormal* ve *Weibull* gibi dağılımlardır. Bunlar genellikle benzetim modelindeki zamanın sürekliliğini göstermede kullanılır. *Poisson* dağılımı bir *Kesikli* dağılımdır. Genellikle bir zaman aralığını veya dağılımların gelişi güzel çeşitli yığınlarının büyüklüğünü açıklamak için kullanılır.

Muhtemel dağılımın uygunluğu için kullanılan *Input Analyzer* iki basamaktan oluşur:

- Dataları içeren *Text* dosyalarını oluşturmak (Data dosyasını hazırlamak için her hangi bir text editörü veya kelime işlemci programı kullanılabilir).
- Kullanmak istenilen dağılımı seçmek.

Input Analyzer, mevcut teorik dağılımın uygun olup olmadığının hesaplanmasında *Chi-square* ve *Kolmogorov-Smirnov* (K-S) istatistiksel hipotez testlerini kullanılır. Metin penceresindeki testler hakkında bilgileri Input Analyzer toplar. *Corresponding p-value* (karşılık gelen p değeri), genellikle 0 ve 1 arasına düşen paydır. Bu durum şöyle açıklanır. Büyük p-değerleri iyi uygunlukları açıklar.

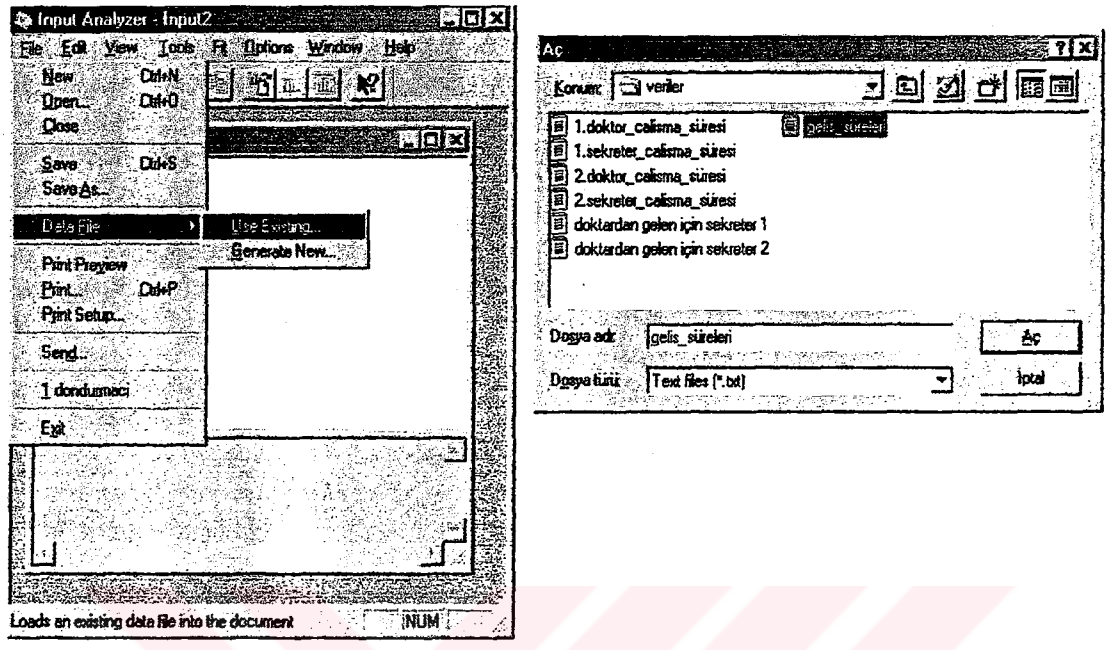
Sistemimize ait giriş dağılımını belirlemek için deneysel yöntemle tespit ettiğimiz (hastaların geliş aralıklarına ait) veriler bir text editöründe girilmiştir. Daha sonra Arena'nın Tools menüsünde bulunan Input Analyzer seçeneğini aktif hale getirilmiştir.



Şekil 5.3. Arena-Input Analyzer seçeneği

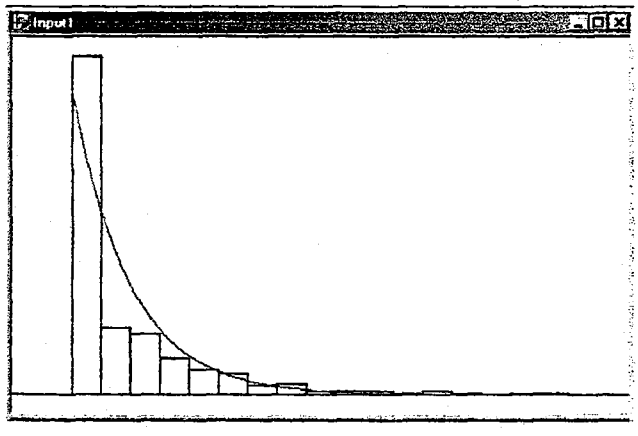
Ekrana gelen Input Analyzer peneresinden File menüsünden New seçeneğini seçip yeni bir dosya oluşturulmuştur. Oluşturulan dosya otomatik olarak Input adını alır. Daha sonra istediğimiz ismi verip kaydedebiliriz. Yeni dosyayı oluşturduktan sonra File menüsünden Data

File seçeneğinin alt menüsü olan Use Existing seçilmiştir ve daha önce verileri kaydettiğimiz *.txt dosyası çağrılmıştır.



Şekil 5.4. Kaydedilmiş giriş verisinin çağrılması

Verileri çağırdıktan sonra Fit menüsünden Fit All seçeneği seçilerek, verilere uygun dağılım ve grafiği tespit edilebilir. Yalnız unutulmaması gereken önemli bir nokta, veriler birden fazla dağılıma uygun olabilir. Burada uygun dağılımı seçmek için karar verirken, dağılımların uygulama alanlarını bilmekte fayda vardır. Bizim örneğimizde elde ettiğimiz veriler birbirinden bağımsız hastaların geliş aralıkları ile ilgilidir. O yüzden teorik dağılımlar içerisinde Exponential (üstel) dağılım, giriş verisi için en uygun dağılımdır. Fit menüsünden Exponential seçeneğini işaretledikten sonra verinin grafiği, veri özeti, istatiksel testler ile ilgili analiz sonucu, aşağıda özetlenmiştir:



Şekil 5.5. -0.001 + EXPO(8.8) grafiği

Distribution Summary (Dağılım Özeti):

Distribution (Dağılım)	: Exponential
Expression (Tipi)	: -0.001 + EXPO(8.8)
Square Error (Standart Hata)	: 0.046606

Chi Square Test (Ki-Kare Testi):

Number of intervals (Aralıkların Sayısı)	: 6
Degrees of freedom (Serbestlik Derecesi)	: 4
Test Statistic (Test İstatistiği)	: 52.3
Corresponding p-value (Karşılık gelen p değeri)	< 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test (Kolmogorov- Smirnov Testi):

Test Statistic (Test İstatistiği)	: 0.215
Corresponding p-value (Karşılık gelen p değeri)	< 0.01

Data Summary (Veri Özeti):

Number of Data Points (Veri Noktalarının Sayısı)	: 307
Min Data Value (Minimum Veri Değeri)	: 0
Max Data Value (Maksimum Veri Değeri)	: 75
Sample Mean (Örnek Ortalama)	: 8.79
Sample Std Dev (Örnek Standart Sapma)	: 12

Histogram Summary (Histogram Özeti) :

Histogram Range (Histogram Aralığı)	: -0.001 to 76
Number of Intervals (Aralıkların Sayısı)	: 17

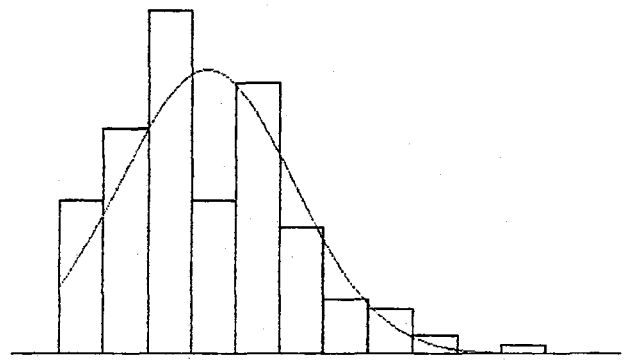
Tüm dağılımların uygunluk testlerinin özetini görmek için Window menüsünden Fit All Summary seçeneği seçilmiştir. Bu seçenek aktif hale getirildiğinde aşağıdaki sonuçları elde edilir:

Dağılım	Standart Hata
Beta	0.00327
Lognormal	0.00408
Weibull	0.0125
Gamma	0.0248
Exponential	0.0466
Erlang	0.0466
Normal	0.204
Triangular	0.251
Uniform	0.294

Yukarıdaki sonuçlara göre en uygun dağılımın Beta dağılımı olduğu görülmüştür. Fakat örneğimizde giriş verileri Exponential dağılımın uygulama alanlarına daha uygun olduğundan, burada bu dağılım ele alınmıştır.

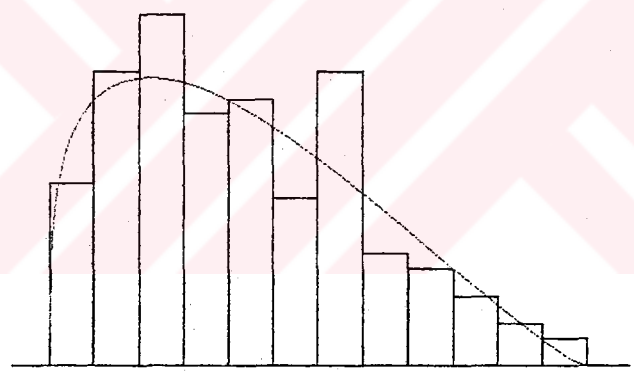
Sistemin diğer parçaları için uygulanacak dağılımların tespiti için benzer düşünce uygulanmış ve dağılımlar hesaplanmıştır. Sistemde çalışan sekreterler ve doktorların işlem zamanlarına ait dağılımın değerleri ve grafikleri aşağıda verilmiştir.

Sekreter1 için dağılımın değeri : NORM(3.22, 1.31)



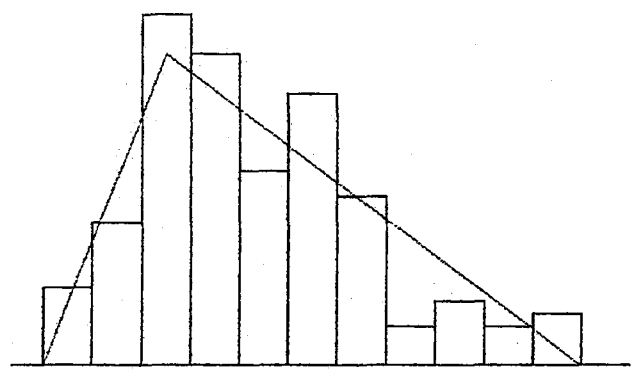
Şekil 5.6. NORM(3.22, 1.31) grafiği

*Sekreter2 için dağılımın değeri : 0.999 + 6 * BETA(1.29, 2.26)*



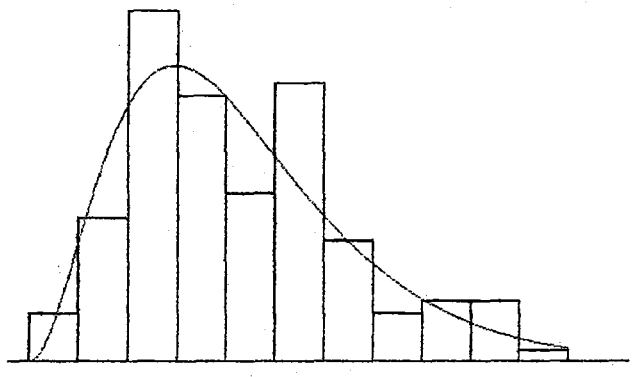
Şekil 5.7. 0.999 + 6 * BETA(1.29, 2.26) grafiği

Doktor1 için dağılımın değeri : TRIA(5, 9.77, 26)



Şekil 5.8. TRIA(5, 9.77, 26) grafiği

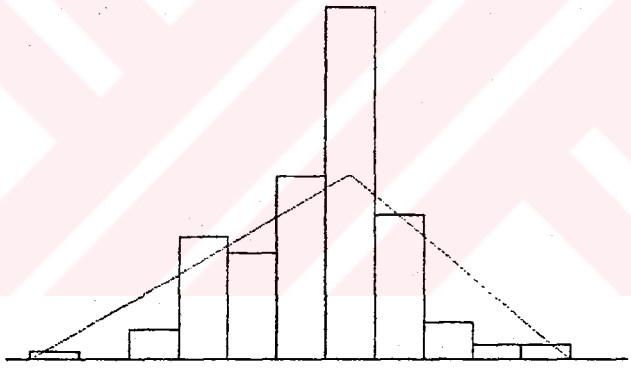
Doktor2 için dağılımın değeri : 5 + GAMM(2.72, 3.17)



Şekil 5.9. 5 + GAMM(2.72, 3.17) grafiği

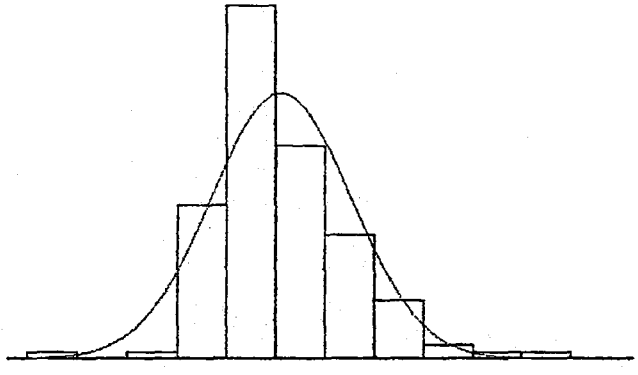
Doktordan çıkıp tekrar sekreterliğe işlem yaptırmak isteyen hastalar için sekreterlerin işlem zamanlarına ait dağılımın değeri ve grafiği aşağıda verilmiştir.

Sekreter1 için dağılımın değeri : TRIA(0.22, 2.19, 3.55)



Şekil 5.10. TRIA(0.22, 2.19,3.55) grafiği

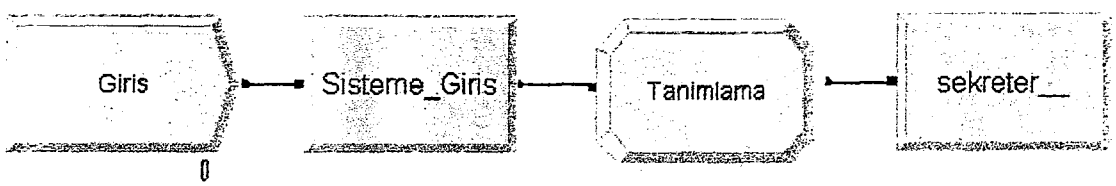
Sekreter2 için dağılımın değeri : NORM(1.86, 0.518)



Şekil 5.11. NORM(1.86, 0.518) grafiği

5.3.3.2. Girişe Ait Modelin Oluşturulması

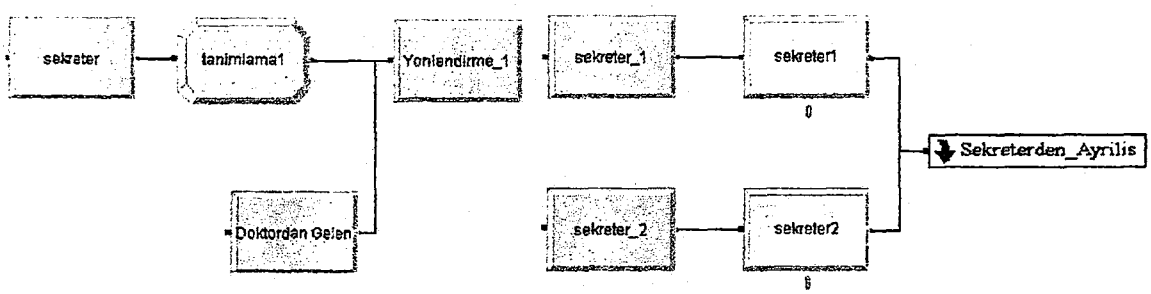
Sistemin ilk modeli, giriş modelidir. Giriş modeli için Create, Station, Assign ve Route modülleri kullanılmıştır (Şekil 5.12). Bu modüller Project çubuğunda bulunan panellerden (Basic Process, Advanced Process ve Advanced Transfer) farenin sol tuşu ile model penceresine taşıma yerleştirilmiş ve her modül çift tıklanarak, verilerin girişini sağlayan diyalog pencerelerinin açılması sağlanmıştır. Giriş modelinde FTMGK'ne gelen hastaların geliş sürelerine ait dağılım, giriş istasyonu, kullanılan parametreler ve bu modelden ayrılıp sekreterlik modeline gönderilmesini sağlayan rota değerleri girilmiştir.



Şekil 5.12. Giriş modeli

5.3.3.3. Sekreterlere Ait Modelin Oluşturulması

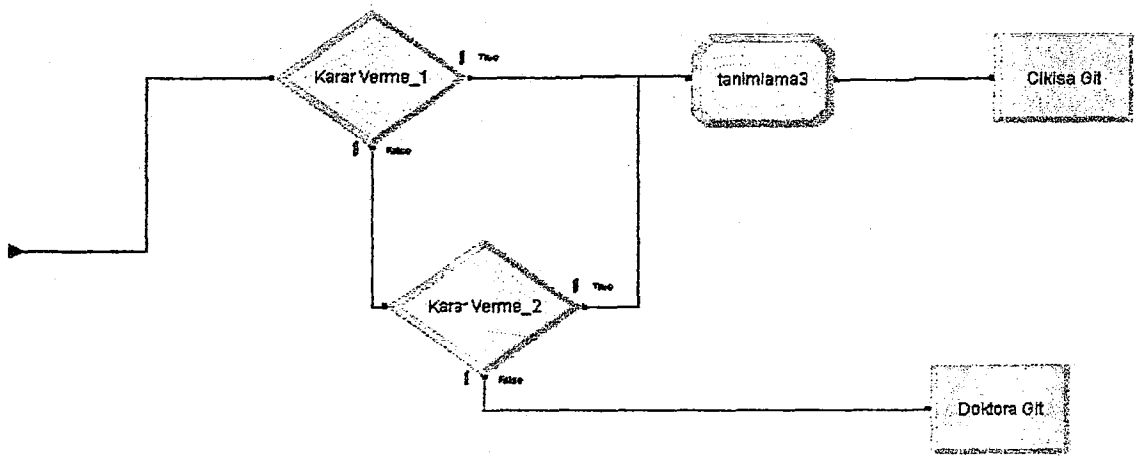
Sistemin ikinci modelini oluşturmaktadır. Giriş modelinden ayrılan hastaların sevk ve muayene kağıtları ile ilgili işlemleri yapacağı modeldir. Bu işlemler yapıldıktan sonra hastalar Doktor modeline gitmektedir. Doktora gitmeyen hastalar, direkt olarak buradan Çıkış modeline gönderilir. Sekreter modeli için Station, Assign, Decide, PickStation, Process ve Route modülleri kullanılmıştır (Şekil 5.13). Ayrıca, Submodel yapısı da bu modelde kullanılmıştır. Submodel, içerisinde birden fazla modülü barındırabilir ve bu sayede ekranda daha fazla modül karmaşasından bizi kurtarır.



Şekil 5.13. Sekreter modeli

Submodel, Object/Submodel seçerek veya Standart araç çubuğunda bulunan Submodel düğmesini tıklayarak oluşturulur. Daha sonra içerisinde kullanacağımız modüller yerleştirilir. Oluşturduğumuz Submodel'in iç yapısı Şekil 5.14'te verilmiştir. Sistemin tamamı veya istenilen kısmı Submodel içerisinde yer alabilir.

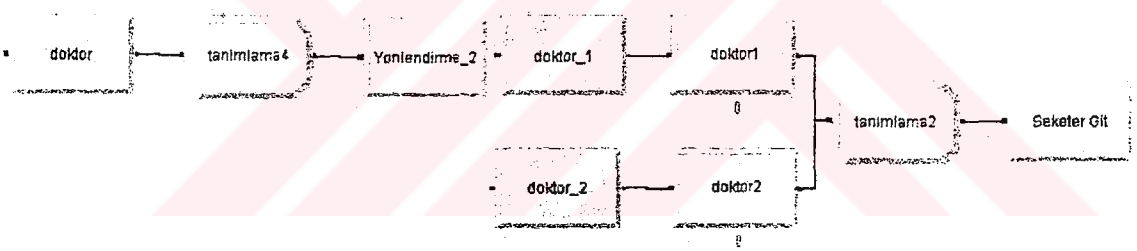
T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ



Şekil 5.14. Submodel'in iç yapısı

5.3.3.4. Doktorlara Ait Modelin Oluşturulması

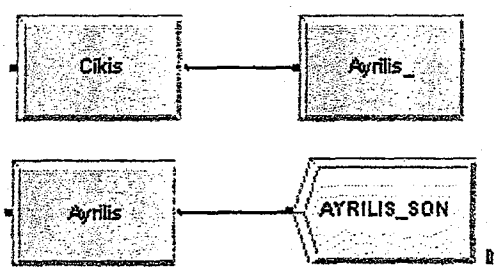
Sistemin üçüncü modelini Doktor modeli oluşturmaktadır. Sekreterlikten ayrılan hastaların doktorda muayene olması ile ilgili işlemlerin yağıldığı modeldir. Bu işlemler yapıldıktan sonra hastalar son işlemler için tekrar sekreter modeline uğrarlar. Bu modelde Station, Assign, PickStation, Process ve Route modülleri kullanılmıştır (Şekil 5.15.).



Şekil 5.15. Doktor modeli.

5.3.3.5. Çıkışa Ait Modelin Oluşturulması

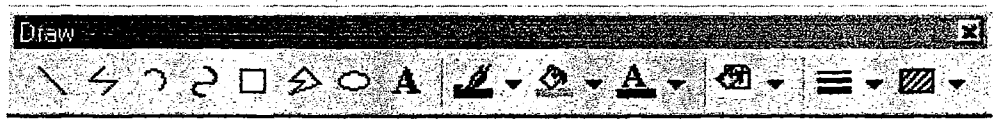
Sistemimizin son modeli, Çıkış modelidir. Hastalar işlemlerini bitirdikten sonra bu modele gelip ayrılırlar. Bu modelin yapısı, Şekil 5.16'da verilmiştir. Kullanılan modüller; Station, Route ve Dispose modülleridir.



Şekil 5.16. Çıkış modeli.

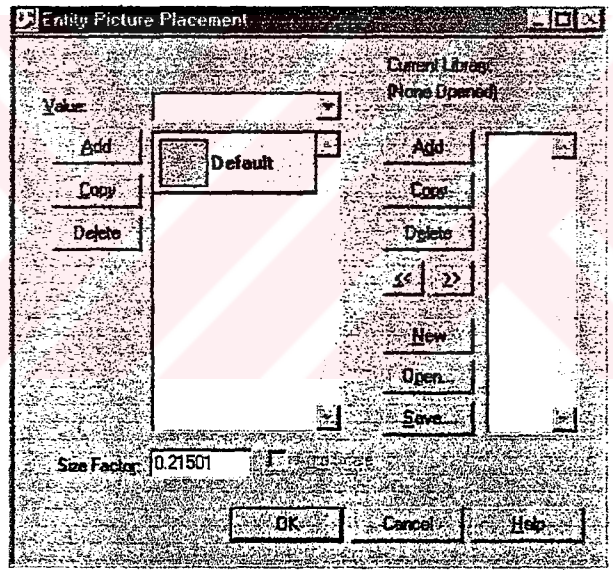
5.3.3.6. Animasyonun Oluşturulması

Hazırlamış olduğumuz benzetimi, fiziksel olarak gerçeğine benzer biçimde oluşturabiliriz. Bunun için sayfamızda bulunan Draw araç çubuğu (Şekil 5.17) yardımıyla modül penceresinde çizimler yapabiliriz. Hastanenin fiziksel modeli bu şekilde oluşturulmuştur.



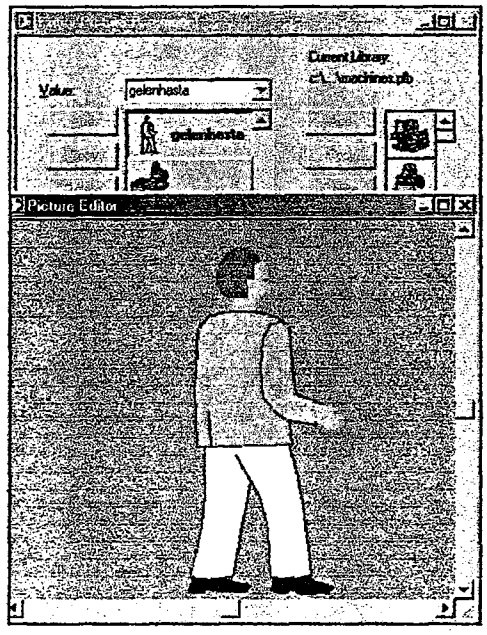
Şekil 5.17. Draw araç çubuğu.

Daha sonra giren, çıkan ve sıra bekleyen hastaların şeklini belirlemek için Edit/ Entity Pictures seçeneği seçilmiştir. Bu seçenek aktif olduğunda, Şekil 5.18'de görülen diyalog penceresi ekrana gelir. Burada bulunan resim kütüphanelerinden istenilen resim seçilebilir veya kendimiz oluşturabiliriz.



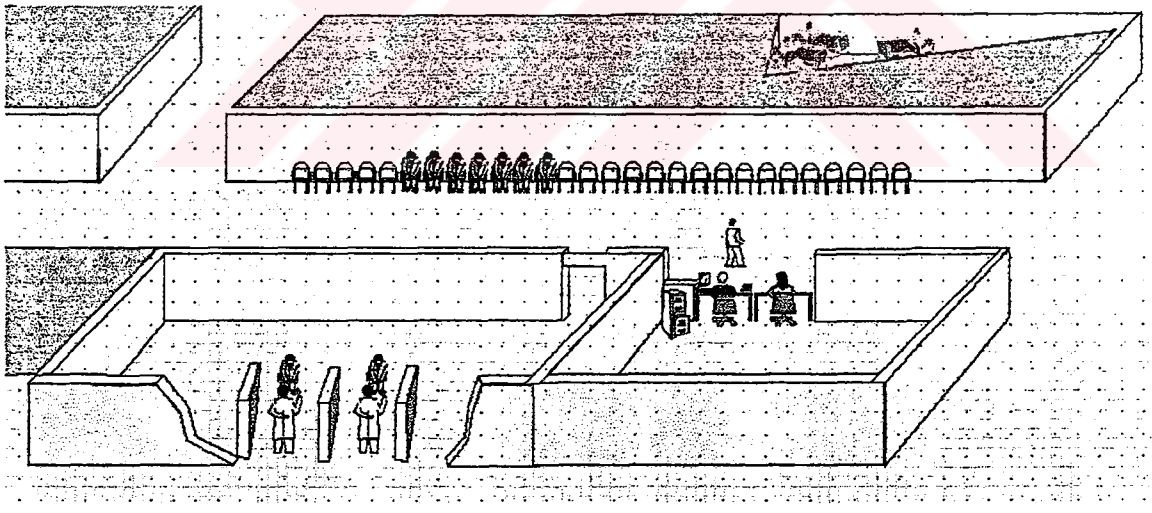
Şekil 5.18. Entity Picture Placement diyalog penceresi

Entity Picture Placement diyalog kutusunda ilk andaki değer, Default'dur ve bütün birimler için aynı görüntüye sahiptir. Yeni birim eklemek için Add düğmesi kullanılmaktadır. Value, metin kutusu, ekleyeceğimiz şeklin tanımını yaptığımız kısımdır. Birim şekillerini değiştirmek için ise düğmeleri tıklamak yeterlidir. Çıkan ekranda Draw araç çubuğu yardımıyla istenilen şekil çizilebilir (Şekil 5.19.). Burada tüm şekiller belirlendikten sonra oluşturulan modelde tanımlanır.



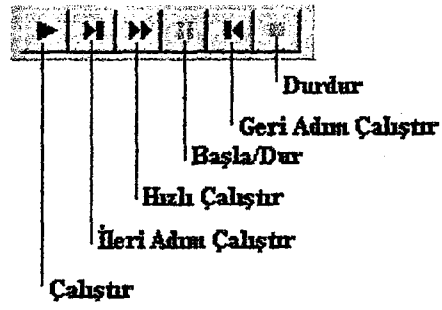
Şekil 5.19. Picture Editör diyalog penceresi

Her durum için belirlenen şekiller sayesinde sisteme benzer bir yapı oluşturulmaya çalışılmıştır (Şekil 5.20). Bu işlemlerden sonra hastaların hareket rotası belirlenmiştir. Bunun için Station (İstasyon) modüllerinden yararlanılmıştır.



Şekil 5.20. FTMGK'nin benzer yapısı

Gerekli fiziksel model oluşturulduktan sonra animasyonu görebilmek ve sistemi çalıştırmak için Run menüsünden veya Run araç çubuğunda bulunan düğmelerden yararlanılır (Şekil 5.21).



Şekil 5.21. Run araç çubuğu

Sistem çalıştırdıktan sonra, Şekil 5.22'deki analiz sonuçları elde edilmiştir.

FMGK-1.out - Not Defteri

Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım

```
                    ARENA Simulation Results
                 ERKAN TANYILDIZI - License: #139

                    Summary for Replication 1 of 1

Project:FIRAT TIP MERKEZI GOZ KLINIGI          Run execution date : 6/20/2002
Analyst:Ars. Gor. Erkan TANYILDIZI             Model revision date: 6/20/2002

Replication ended at time      : 2700.0

                              TALLY VARIABLES

Identifier                Average   Half Width  Minimum    Maximum   Observations
---------------------------------------------------------------------------------

sekreter1.VATimePerEnt    2.5383     .09804     .00000     7.1527        379
sekreter1.WaitTimePerE    2.6576     2.1669     .00000     59.838        379
sekreter1.TotalTimePer    5.1959     2.1668     .00000     61.810        379
sekreter1.Queue.Waitin    2.6576     2.1669     .00000     59.838        379

sekreter2.VATimePerEnt    2.4921     (Insuf)    .65445     5.8555        182
sekreter2.WaitTimePerE    4.3977     (Insuf)    .00000     52.699        182
sekreter2.TotalTimePer    6.8899     (Insuf)    .65445     55.338        182
sekreter2.Queue.Waitin    4.3977     (Insuf)    .00000     52.699        182

doktor1.VATimePerEntit    13.310     (Insuf)    6.1191     25.162        134
doktor1.WaitTimePerEnt    48.212     (Insuf)    .00000     159.26        134
doktor1.TotalTimePerEn    61.522     (Insuf)    7.6731     175.96        134
doktor1.Queue.WaitingT    48.212     (Insuf)    .00000     159.26        134

doktor2.VATimePerEntit    13.705     (Insuf)    6.3961     31.150        121
```

Şekil 5.22. Analiz sonuçları

5.3.4. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sistemin işletilme zamanı 2.700 dk.'dır. Benzetimin çalışma zamanı ise 0,08 dk.'dır. Sistemin her durumu için değerlendirme adım adım verilmiştir.

5.3.4.1. Hastaların Sisteme Girişi/Çıkışı ile İlgili Sonuçlar

Gelen hastaların sisteme giriş yaptığı andan itibaren oluşan analiz sonuçları;

Gelen ve çıkan hastaların sayısı : 306

Gelen hastaların çıkışa ulaşıncaya kadar harcadıkları ortalama süre : 15,87 dk.

Gelen hastaların çıkışa ulaşıncaya kadar harcadıkları maksimum süre : 36,41 dk.

5.3.4.2. Sekreterler ile İlgili Sonuçlar

Sistemde oluşturulan Sekreter1 ve Sekreter2'ye ait analiz sonuçları, aşağıda Sekreter1 ve Sekreter2 olarak ayrı ayrı verilmiştir.

Sekreter1 için analiz sonuçları ;

	Ortalama	Minimum	Maksimum	Gözlem
İşlem zamanı	2,54	0,00	7,15	379
Hastaların bekleme zamanı	2,66	0,00	59,84	379

Çalıştığı toplam zaman : 962,02 dk. (2.700 dk.)

Hastaların beklediği toplam zaman : 1.007,2 dk.

Verimi : % 36

Çalışma zamanı oranı (mola ve paydos zamanları hariç) : % 89 (2.400 dk.)

Verimi (mola ve paydos zamanları hariç) : % 40

Hastaların kuyrukta toplam bekleme zamanı oranı : % 37,3 (2.700 dk.)

Hizmet görmek için gelen hastaların sayısı : 379

Hizmet görüp ayrılan hastaların sayısı : 379

Sekreter2 için analiz sonuçları ;

	Ortalama	Minimum	Maksimum	Gözlem
İşlem zamanı	2,49	0,65	5,85	182
Hastaların bekleme zamanı	4,40	0,00	52,7	182

Çalıştığı toplam zaman : 453,57 dk. (2.700 dk.)

Hastaların beklediği toplam zaman : 800,39 dk.

Verimi : % 17

Çalışma zamanı oranı (mola ve paydos zamanları hariç) : % 89 (2.400 dk.)

Verimi (mola ve paydos zamanları hariç) : % 19

Hastaların kuyrukta toplam bekleme zamanı oranı : % 29,6

Hizmet görmek için gelen hastaların sayısı : 182

Hizmet görüp ayrılan hastaların sayısı : 182

5.3.4.3. Doktorlar ile İlgili Sonuçlar

Sistemde oluşturulan Doktor1 ve Doktor2'ye ait analiz sonuçları, aşağıda Doktor1 ve Doktor2 olarak ayrı ayrı verilmiştir.

Doktor1 için analiz sonuçları ;

	Ortalama	Minimum	Maksimum	Gözlem
İşlem zamanı	13,31	6,12	25,16	134
Hastaların bekleme zamanı	48,21	0,00	159,26	134

Çalıştığı toplam zaman : 1.783,5 dk. (2.700 dk.)

Hastaların beklediği toplam zaman : 6.460,5 dk.

Verimi : % 66,57

Çalışma zamanı oranı (mola ve paydos zamanları hariç) : % 72 (1.950 dk.)

Verimi (mola ve paydos zamanları hariç) : % 91,46

Hastaların kuyrukta toplam bekleme zamanı oranı : % 239,27

Hizmet görmek için gelen hastaların sayısı : 134

Hizmet görüp ayrılan hastaların sayısı : 134

Doktor2 için analiz sonuçları ;

	Ortalama	Minimum	Maksimum	Gözlem
İşlem zamanı	13,71	6,40	31,15	121
Hastaların bekleme zamanı	45,63	0,00	164,99	121

Çalıştığı toplam zaman : 1.658,3 dk. (2.700 dk.)

Hastaların beklediği toplam zaman : 5.521,2 dk.

Verimi : % 61,42

Çalışma zamanı oranı (mola ve paydos zamanları hariç) : % 72 (1.950 dk.)

Verimi (mola ve paydos zamanları hariç) : % 85,04

Hastaların kuyrukta toplam bekleme zamanı oranı : % 204,48

Hizmet görmek için gelen hastaların sayısı : 121

Hizmet görüp ayrılan hastaların sayısı : 121

5.3.4.4. Genel Değerlendirme

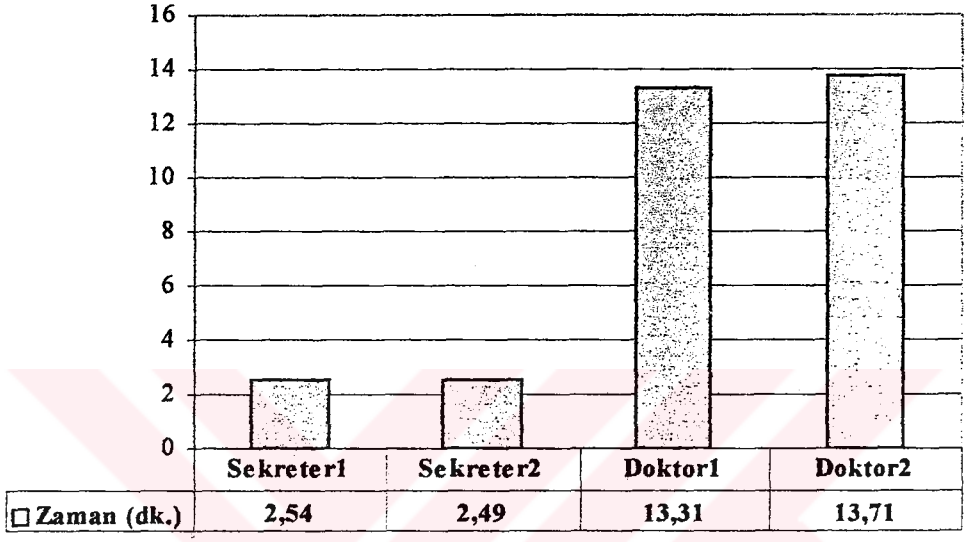
FTMGK'nden alınan verilere göre giren ve çıkan hastaların sayısı 306'dır. Bu hastalardan 261'i doktorda muayene olup ayrılmıştır. Sekreter1 % 32, Sekreter2 % 30, Doktor1 % 90 ve Doktor2 % 90 verimle çalışmışlardır. Oluşturulan benzetimde ise sisteme girenlerin sayısı 306 olarak sınırlandığında, 306 hastanın da sistemden çıktığı gözlenmiştir. Hastaların 255'i doktorda muayene olup ayrılmıştır. Sekreter1 % 40, Sekreter2 % 19, Doktor1 % 91,46 ve Doktor2 % 85,04 verimle çalışmışlardır. Sistem, alınan verilere göre neredeyse birebir sonuçlar vermiştir. Verimler arasındaki fark, çalışan kişilerden kaynaklanmaktadır. Örneğin gerçek sistemde çalışan sekreterlerin ikisinin de boş olduğu anlarda hastalara sırasıyla hizmet etmektedirler. Benzetimde ise sekreterlerin her ikisinin de boş olduğu durumlarda sırasıyla değil boş olan ilk

sekretere hastaları göndermektedir. İlk sekreterin meşgul olduğu anda gelen diğer hasta ikinci sekretere gönderilmektedir.

Gerçek sistem ile oluşturulan benzetimin aynı sonuçları vermesi, verilerin sayısına bağlıdır. Veri sayısı ne kadar fazla olursa benzetim o kadar başarılı olacaktır.

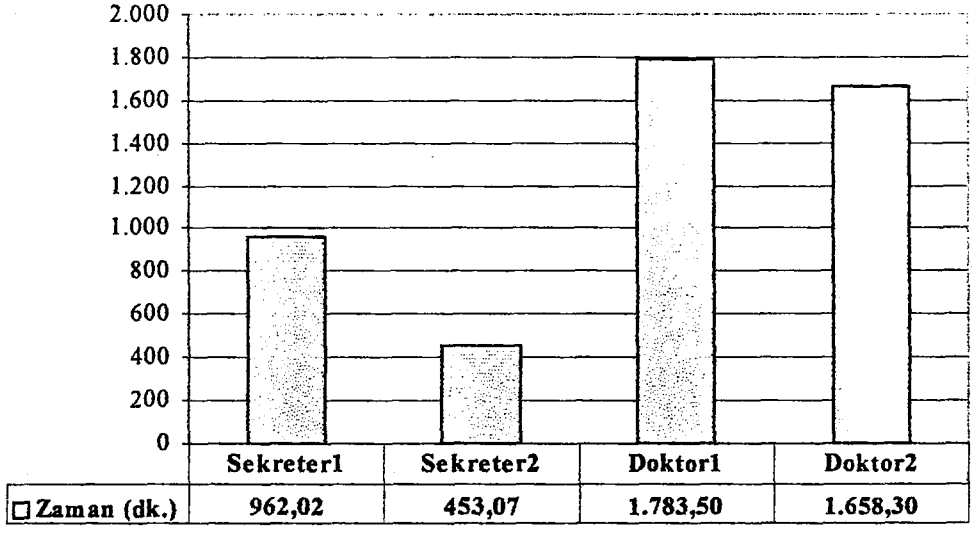
FTMGK'ne ait sistemdeki sonuçların grafikleri aşağıda verilmiştir;

Sekreterlerin ve doktorların ortalama işlem zamanları ile ilgili grafik,



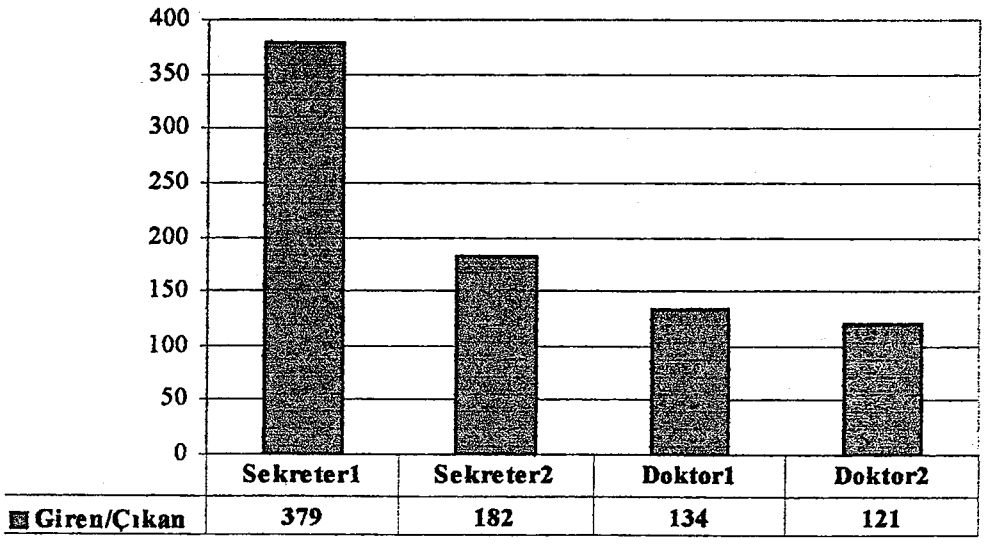
Şekil 5.23. Ortalama işlem zaman grafiği

Sekreterlerin ve doktorların toplam çalışma zamanları ile ilgili grafik,



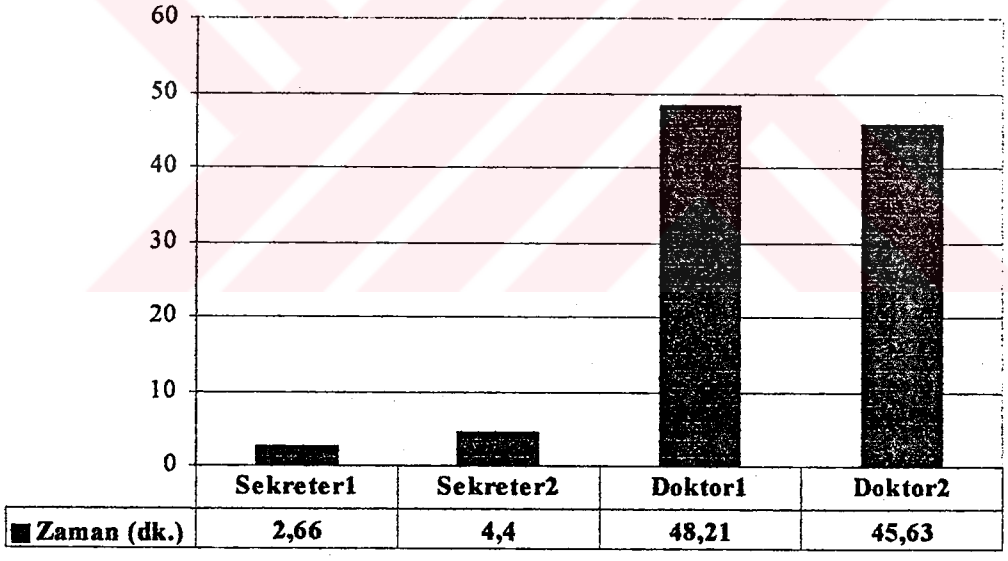
Şekil 5.24. Toplam çalışma zaman grafiği

Sekreterlere ve doktorlara giren ve çıkan hasta sayısı ile ilgili grafik,



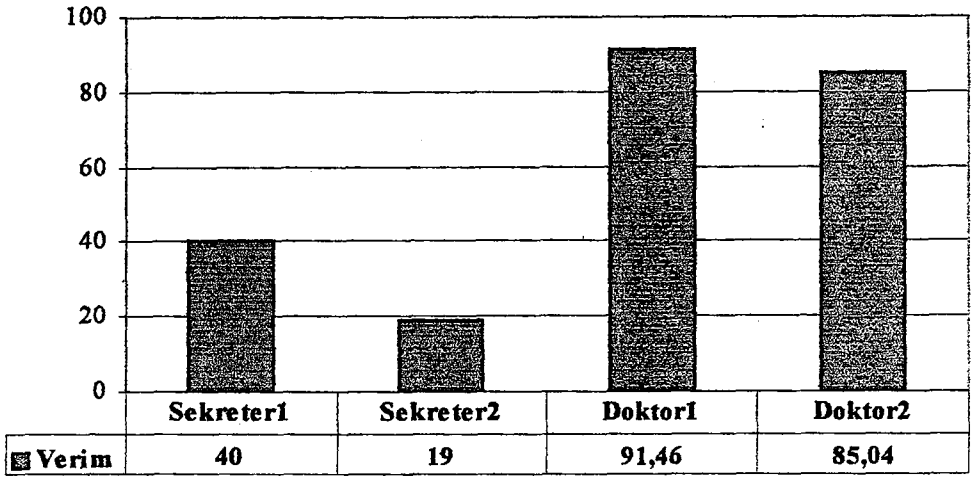
Şekil 5.25. Giren/Çıkan hasta sayısı grafiği

Sekreterlerde ve doktorlarda kuyrukta bekleyen hastaların ortalama bekleme zamanı ile ilgili grafik,



Şekil 5.26. Ortalama işlem zaman grafiği

Sekreterlerin ve doktorların verimi ile ilgili grafik,



Şekil 5.27. Verim grafiği

5.4. Sistem Üzerinde Değişik Uygulamalar

Uygulama 1: İdeal sistemin belirlenmesi için, sistemde hasta sayısında sınırlama getirilmeyip benzetim tekrar çalıştırıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Sisteme girenlerin sayısı 341, çıkanları sayısı 327 olmuştur.
- 2.700 dk.'da, Sekreter1, 1.052,2 dk., Sekreter2, 511,34 dk., Doktor1, 1.896,8 dk., Doktor2, 1.776,3 dk. çalışmıştır.
- Sekreter1, 407, Sekreter2, 202, Doktor1, 141, Doktor2, 129 kişiye hizmet etmiştir.
- Hizmet görüp ayrılan hasta sayısı, 270 kişidir.
- Sekreter1, % 44, Sekreter2, % 21,3, Doktor1, % 97,5, Doktor2, % 91,3 verimle çalışmıştır.

Uyulama 2: Giriş dağılımındaki parametreler değiştirilmeden sekreterlerden biri devreden çıkarılıp (Sekreter2) sadece bir sekreterin (Sekreter1) çalışması halinde sistemdeki durumun aşağıdaki şekilde değiştiği görülmüştür;

- Sisteme girenlerin sayısı, 339, çıkanları sayısı, 320 olmuştur.
- 2.700 dk.'da, Sekreter1, 1.382,97 dk., Doktor1, 1.702,34 dk., Doktor2, 1.566,3 dk. çalışmıştır.
- Sekreter1, 550, Doktor1, 128, Doktor2, 115 kişiye hizmet etmiştir .
- Hizmet görüp ayrılan hasta sayısı, 256 kişidir.
- Sekreter1, % 58, Doktor1, % 87, Doktor2, % 80 verimle çalışmıştır.

6. ARENA İLE OLUŞTURULAN BENZETİMİN VISUAL BASIC PROGRAMLAMA DİLİNİ KULLANARAK GELİŞTİRİLMESİ

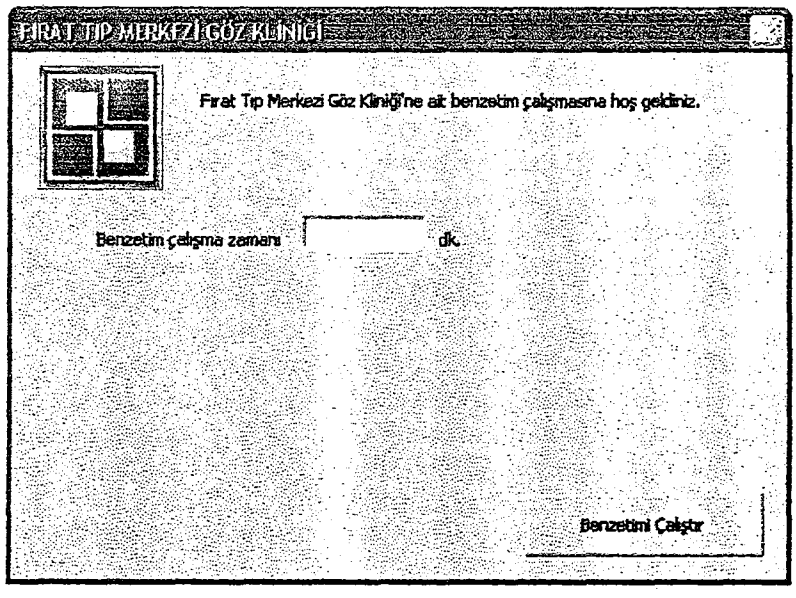
Arena yazılımının diğer bir özelliği, kullanıcı program yapısında geliştireceği ek programlarla, bu yazılımın değişik amaçlı kullanımını sağlayabilmesidir. Bilinen Visual Basic komutları Arena yazılımı içerisinde kullanılabilir. Bu durum, Arena yazılımı içerisinde hazırlanmak istenen benzetimlerde amaca uygun özel ek programlar ilave edilmesini sağlar. Bu programlar sayesinde benzetimi yapılan sistem her açıdan değerlendirilebilir. Bu değerlendirmenin ölçütleri benzetimi hazırlatan kurumun veya kişinin istekleri doğrultusunda belirlenir.

Bu bölümde, FTMGK'ne ait benzetimi, Visual Basic komutlarını ve fonksiyonlarını kullanarak geliştirilen ek programla yeniden oluşturuldu. Bu ek program dört kısımdan oluşmaktadır;

- Giriş formu,
- Ara Kontrol formu,
- Rapor formu,
- Değerlendirme formu.

6.1. Giriş Formu

Giriş formunda, benzetimin ne kadar süre çalışacağının kullanıcı tarafından belirlenmesi için bir metin kutusu ve benzetimi çalıştırmak için bir buton bulunmaktadır. Giriş formunun görünümü Şekil 6.1'de görülmektedir.



Şekil 6.1. Giriş formu

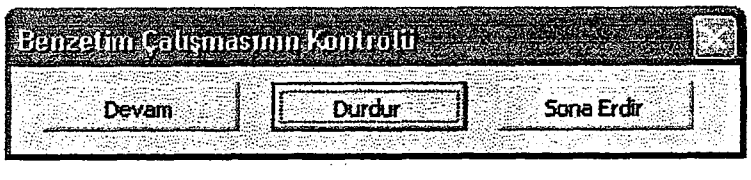
Benzetimin çalışma zamanı ilk durumda 2.700 dk. olarak belirlenmiştir. Kullanıcı buradaki değeri değiştirebilir. Daha sonra Çalıştır butonunu tıklayarak benzetim çalışmasını başlatabilir.

Giriş formuna ait komutlar ve fonksiyonlar;

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Dim m As Model
Dim s As SIMAN
Set m = ThisDocument.Model
Set s = m.SIMAN
Fuahgp.Hide
UserForm2.CommandButton1.Default = False
UserForm2.CommandButton1.Enabled = True
UserForm2.CommandButton2.Default = True
UserForm2.CommandButton2.Enabled = False
UserForm2.CommandButton3.Default = True
UserForm2.CommandButton3.Enabled = False
UserForm2.Show
End Sub
Private Sub UserForm_Deactivate()
Dim m As Model
Dim s As SIMAN
Set m = ThisDocument.Model
Set s = m.SIMAN
m.Go
End Sub
```

6.2. Ara Kontrol Formu

Ara Kontrol formunda, benzetimin çalışmasını devam ettirme, durdurma ve sona erdirmek için üç buton bulunmaktadır. Ara Kontrol formunun yapısı Şekil 6.2' de verilmiştir.



Şekil 6.2. Ara Kontrol formu

Bu formda bulunan Devam butonu, benzetim durdurulduğunda tekrar çalıştırmak içindir. Durdur butonu, benzetimin çalışmasını durdurmaktadır. Benzetimin çalışması durduğu anda Rapor formu aktif olmakta ve durdurma zamanına kadar olan sonuçları vermektedir. Rapor formundan tekrara Ara Kontrol formuna geri dönülebilir. Sona Erdir butonu, benzetimin çalışmasını hızlı bir şekilde işletecek ve sona erdirecektir. Benzetimin çalışması bittiği anda Rapor formu ekrana tekrar gelecek ve benzetimin bitiş zamanına göre sonuçları verecektir.

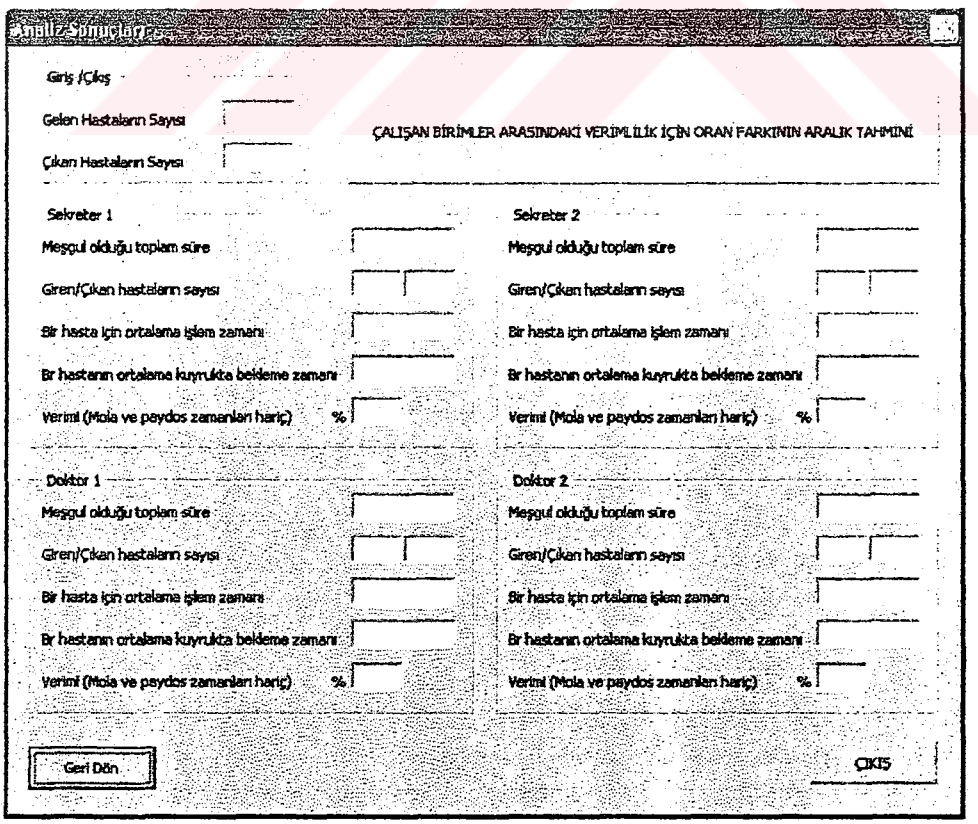
Ara Kontrol formuna ait komutlar ve fonksiyonlar;

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Dim m As Model
Dim s As SIMAN
Set m = ThisDocument.Model
Set s = m.SIMAN
m.Pause
UserForm1.CommandButton2.Visible = False
UserForm1.CommandButton1.Visible = True
UserForm2.Hide
End Sub
Private Sub CommandButton2_Click()
Dim m As Model
Dim s As SIMAN
Set m = ThisDocument.Model
Set s = m.SIMAN
UserForm2.CommandButton1.Default = False
UserForm2.CommandButton1.Enabled = True
UserForm2.CommandButton2.Default = True
UserForm2.CommandButton2.Enabled = False
UserForm2.CommandButton3.Default = True
UserForm2.CommandButton3.Enabled = False
m.Go
End Sub
Private Sub CommandButton3_Click()
Dim m As Model
Dim s As SIMAN
Set m = ThisDocument.Model
Set s = m.SIMAN
```

```
m.FastForward
UserForm1.CommandButton1.Visible = False
UserForm1.CommandButton2.Visible = True
End Sub
Private Sub UserForm_Activate()
Dim m As Model
Dim s As SIMAN
Set m = ThisDocument.Model
Set s = m.SIMAN
End Sub
```

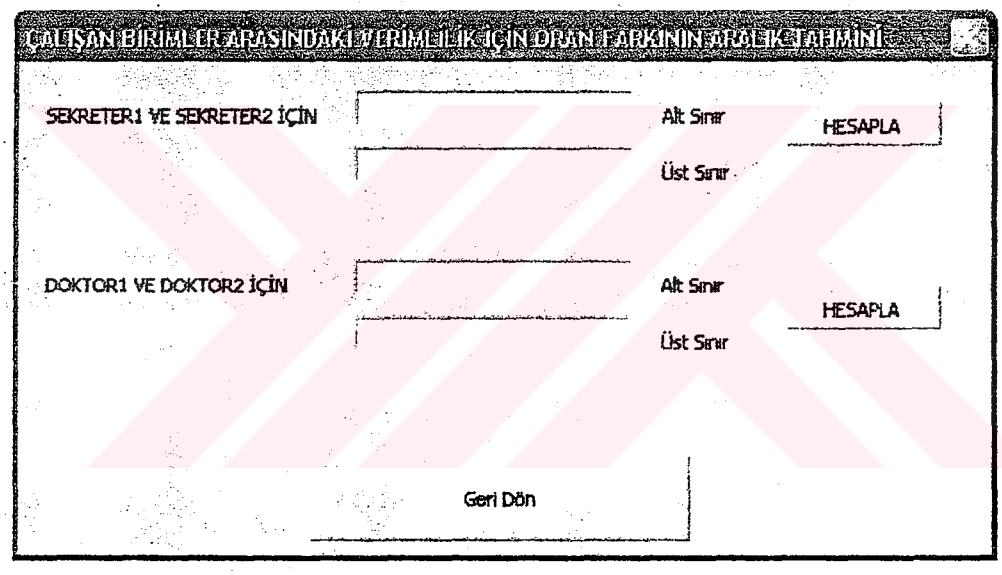
6.3. Rapor Formu

Raporı formunda, çalıştırılan benzetimin durdurulması veya sona erdirilmesi anında sonuçların görüntülenmesi için metin kutuları, Ara Kontrol formuna dönmek, programı sona erdirmek ve sistemde çalışan sekreterler arasında veya doktorlar arasında verimlilik açısından fark olup olmadığının kontrolünü yapmak için butonlar bulunmaktadır. Rapor formunun yapısı Şekil 6.3'te verilmiştir.



Şekil 6.3. Rapor formu

Rapor formundaki metin kutularında, FTMGK'ne ait benzetimde; sisteme giren ve çıkan hastaların sayısı, sekreterlere ve doktorlara gelen ve çıkan hastaların sayısı, sekreterlerin ve doktorların toplam çalışma zamanları, verimleri, ortalama çalışma zamanları, sekreterlerde ve doktorlarda kuyrukta bekleyen hastaların ortalama bekleme zamanları verilmiştir. Geri Dön butonu, benzetimin çalışması durdurulduğu anda aktif olmakta ve Ara Kontrol formuna geri dönmeyi sağlamaktadır. Çıkış butonu, benzetimin çalışması sona erdiği zaman aktif olmakta ve Visual Basic ile oluşturulan bu programdan çıkışı sağlamaktadır. ÇALIŞAN BİRİMLER ARASINDAKİ VERİMLİLİK İÇİN ORAN FARKININ ARALIK TAHMİNİ butonu ise sistemde çalışan sekreterler veya doktorlar arasında verimlilik açısından fark olup olmadığının tespiti için Değerlendirme formunu ekrana getirmektedir. Değerlendirme formunun görünümü Şekil 6.4'te verilmiştir.



Şekil 6.4. Değerlendirme formu

Değerlendirme formunda bulunan HESAPLA butonları, sekreterler ve doktorlar arasında verimlilik açısından bir fark olup olmadığının kontrolünü sağlamaktadır. Bu butonlar tıklandığı zaman işlem sonuçları Alt Sınır ve Üst Sınır metin kutularına yazılmaktadır. Geri Dön butonu ise Rapor formuna geri dönmeyi sağlamaktadır.

Rapor formuna ait komutlar ve fonksiyonlar;

```
Private Sub CommandButton1_Click()
UserForm1.Hide
UserForm2.CommandButton1.Default = True
UserForm2.CommandButton1.Enabled = False
UserForm2.CommandButton2.Default = False
UserForm2.CommandButton2.Enabled = True
```

```
UserForm2.CommandButton3.Default = False
UserForm2.CommandButton3.Enabled = True
UserForm2.Show
End Sub
Private Sub CommandButton2_Click()
Dim m As Model
Dim s As SIMAN
End
End Sub
Private Sub CommandButton3_Click()
UserForm3.Show
End Sub
Private Sub UserForm_Activate()
Dim m As Model
Dim s As SIMAN
Dim w As Integer
Dim i As Integer
Dim x As Currency
Dim g As Currency
Dim y As Currency
Dim z As Currency
Dim v As Currency
Dim k As Currency
Dim d As Currency
Dim l As Currency
Dim c As Currency
Dim a As Currency
Dim b As Currency
Dim f As Currency
Dim h As Currency
Dim e As Currency
Dim r As Currency
Dim n As Currency
Set m = ThisDocument.Model
Set s = m.SIMAN
```

```
For n = 1 To s.OutputStatisticsMaximum
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "Giris_.NumberIn" Then
z = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame1.TextBox4.value = z
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "System.NumberOut" Then
k = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame1.TextBox5.value = k
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "sekreter1 Accum VA Time" Then
x = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame2.TextBox1.value = x
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "sekreter1 Number In" Then
y = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame2.TextBox16.value = y
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "sekreter1 Number Out" Then
l = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame2.TextBox6.value = l
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "sek1.ScheduledUtilization" Then
w = s.OutputStatisticValue(n) * 100
UserForm1.Frame2.TextBox19.value = w
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "sekreter2 Accum VA Time" Then
g = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame3.TextBox7.value = g
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "sekreter2 Number In" Then
a = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame3.TextBox22.value = a
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "sekreter2 Number Out" Then
b = s.OutputStatisticValue(n)
```

```
UserForm1.Frame3.TextBox21.value = b
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "sek2.ScheduledUtilization" Then
i = s.OutputStatisticValue(n) * 100
UserForm1.Frame3.TextBox20.value = i
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "doktor1 Accum VA Time" Then
g = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame5.TextBox30.value = g
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "doktor1 Number In" Then
a = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame5.TextBox32.value = a
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "doktor1 Number Out" Then
b = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame5.TextBox31.value = b
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "dok1.ScheduledUtilization" Then
i = s.OutputStatisticValue(n) * 100
UserForm1.Frame5.TextBox35.value = i
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "doktor2 Accum VA Time" Then
g = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame4.TextBox24.value = g
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "doktor2 Number In" Then
a = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame4.TextBox28.value = a
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "doktor2 Number Out" Then
b = s.OutputStatisticValue(n)
UserForm1.Frame4.TextBox26.value = b
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructOutputs, n, 1) = "dok2.ScheduledUtilization" Then
```


T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

```
i = s.OutputStatisticValue(n) * 100
UserForm1.Frame4.TextBox27.value = i
End If
Next n
For n = 1 To s.TalliesMaximum
If s.ConstructString(smSimanConstructTallies, n, 1) = "sekreter1.VATimePerEntity" Then
z = s.TallyAverage(n)
UserForm1.Frame2.TextBox17.value = z
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructTallies, n, 1) = "sekreter1.Queue.WaitingTime" Then
x = s.TallyAverage(n)
UserForm1.Frame2.TextBox18.value = x
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructTallies, n, 1) = "sekreter2.VATimePerEntity" Then
r = s.TallyAverage(n)
UserForm1.Frame3.TextBox23.value = r
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructTallies, n, 1) = "sekreter2.Queue.WaitingTime" Then
f = s.TallyAverage(n)
UserForm1.Frame3.TextBox9.value = f
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructTallies, n, 1) = "doktor1.VATimePerEntity" Then
a = s.TallyAverage(n)
UserForm1.Frame5.TextBox33.value = a
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructTallies, n, 1) = "doktor1.Queue.WaitingTime" Then
g = s.TallyAverage(n)
UserForm1.Frame5.TextBox34.value = g
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructTallies, n, 1) = "doktor2.VATimePerEntity" Then
h = s.TallyAverage(n)
UserForm1.Frame4.TextBox29.value = h
End If
If s.ConstructString(smSimanConstructTallies, n, 1) = "doktor2.Queue.WaitingTime" Then
f = s.TallyAverage(n)
```

```
UserForm1.Frame4.TextBox25.value = f
End If
Next n
End Sub
```

Değerlendirme formuna ait komutlar ve fonksiyonlar;

```
Dim p1 As Currency
Dim p2 As Currency
Dim l As Currency
Dim u As Currency
Private Sub CommandButton1_Click()
UserForm3.Hide
End Sub
Private Sub CommandButton2_Click()
n = (UserForm1.TextBox16.value)
x1 = (UserForm1.TextBox6.value)
m = (UserForm1.TextBox22.value)
x2 = (UserForm1.TextBox21.value)
p1 = x1 / n
p2 = x2 / m
q1 = 1 - p1
q2 = 1 - p2
l = (p1 - p2) - 1.96 * Sqr((p1 * q1 / n) + (p2 * q2 / m)) 'Alfa değeri daima 0,05 ve formülü Z
indis 1-alfa/2=1.96'
u = (p1 - p2) + 1.96 * Sqr((p1 * q1 / n) + (p2 * q2 / m))
UserForm3.TextBox1 = l
UserForm3.TextBox2 = u
If (l < 0 And u > 0) Or (l = 0 And u = 0) Then
UserForm3.Label7 = "Aralarında fark yoktur"
Else
UserForm3.Label7 = "Aralarında fark vardır"
End If
End Sub
Private Sub CommandButton3_Click()
n = (UserForm1.TextBox32.value)
x1 = (UserForm1.TextBox31.value)
```

```
m = (UserForm1.TextBox28.value)
x2 = (UserForm1.TextBox26.value)
p1 = x1 / n
p2 = x2 / m
q1 = 1 - p1
q2 = 1 - p2
l = (p1 - p2) - 1.96 * Sqr((p1 * q1 / n) + (p2 * q2 / m))
'α= 0,05, Z 1-α/2=1.96 '
u = (p1 - p2) + 1.96 * Sqr((p1 * q1 / n) + (p2 * q2 / m))
UserForm3.TextBox3 = l
UserForm3.TextBox4 = u
If (l < 0 And u > 0) Or (l = 0 And u = 0) Then
UserForm3.Label8 = "Aralarında fark yoktur"
Else
UserForm3.Label8 = "Aralarında fark vardır"
End If
End Sub
```

7. SONUÇLAR

Teknolojik araçların gelişmesine paralel olarak, gerçek yaşama ait olayların benzetim yolu ile bilgisayarlar veya simülatörlerde taklidi, son dönemlerde yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Benzetim yapmak, gerçek sistemlere göre hem çok daha ucuz hem de tehlikesizdir.

Eğitimde yeni bir gelişme olarak karşımıza çıkan uzaktan eğitim ile benzetim olayları arasında da sıkı bir ilişkiler mevcuttur. Sanal ortamlar kullanılarak yapılan uzaktan eğitim modellerinde, öğrencinin çalışmalara anında katılabilmesi ve en önemlisi de karşısına çıkan bir problemi bilgisayar ekranında çözmeye çalışması için benzetim yöntemlerinin çok iyi bilinmesi gerekir. Öğrenci ekranda karşılaştığı bir benzetim modeli sayesinde etkin olarak o probleme çözüm bulabilir, kendi görüş ve düşüncelerini sisteme aktarabilir.

Uzaktan eğitimin önemli bir unsuru olarak ortaya çıkan benzetim modelleri, farklılıklar arz etmektedir. Uygun bir benzetim modelinin seçilmesi ise konunun yeterince analiz edilmesi ile mümkün olabilir. Bu amaçla mevcut yazılımların çok iyi incelenmesi kaçınılmazdır.

ABD'de geliştiren Arena isimli bir benzetim yazılımı, kendi emsalleri içerisinde en yaygın kullanılan ve farklı problemlere sağladığı esneklik ile tanınmaktadır. Bu yazılımın en önemli bir özelliği ise, kullanıcılar istedikleri takdirde kendi amaçları doğrultusunda ilave modülleri bu yazılıma ekleyebilmeleridir. Bu nedenle, bu tez çalışmasında Arena yazılımından faydalanılmasına karar verilmiştir.

Bu çalışmada, Arena'da yapılan uygulamalar yardımıyla, Arena'nın benzetimdeki yeteneği incelenmiştir. İstatistiksel analiz, kuyruk ve faydalanma oranları, işlem zamanı ve gönderilme aralıkları işin niteliğine göre özel olarak ayarlanabilmektedir. Sistem veya sistemde yapılması düşünülen değişikliklerin sistemdeki etkilerini modelleme işleminden sonra animasyonla izlenebilmesi benzetimin amacına uygunluğu ve kolaylığı bakımından büyük öneme sahiptir. Arena programının bu konudaki başarısı gözlenmiştir. Fırat Tıp Merkezi Göz Kliniği'nde zaman zaman yapılan gözetlemeler sonucunda, Arena yazılımı ve bu tez sayesinde geliştirilen ek modüllerin yardımıyla gerçek analizlerin yapılması mümkün olmuştur. Amaç, Göz Polikliniği'ndeki çalışmaların gözetlenmesinden elde edilen verilerin benzetimi yapılarak, verimi daha artırmak ve hizmetleri en yüksek düzeylere çıkarılmasını sağlamaktır.

Toplam Kalite Çemberinin uygulanmadığı kurumlarda, başarıya ulaşmak ve insanlığa daha iyi hizmet vermek mümkün değildir. Bir bütün olarak kaliteyi yakalamak için de kalite çemberini oluşturan her bir halkanın üzerine düşen sorumluluğun bilincinde olması kaçınılmazdır. Kalite çemberinin oluşturulmasında benzetim modellerinin kullanılması, günden

güne yaygınlaşmaktadır. Bunun sonucudur ki, Fırat Tıp Merkezi Göz Kliniği'nde bu araştırmanın yapılması hedeflenmiştir.

Yapılan benzetim örneğinde elde edilen analiz sonuçları sayesinde, söz konusu klinikteki çalışmalara kuramsal katkıların sağlandığı muhakkaktır. Çalışmada elde edilen bulguların uygulanması durumunda, hizmetlerin daha verimli olacağı ve söz konusu birimde toplam kalite yönetiminin yakalanmasındaki sürecin daha da hızlanacağı düşünülmektedir.

Arena yazılımına Visual Basic programlama dili kullanılarak eklenen modüller sayesinde, söz konusu yazılım daha da esnek bir yapıya dönüştürülmüş, kullanıcıların ihtiyacına cevap verebilir ek nitelikler kazandırılmış ve Arena'da mevcut olmayan istatistiksel değerlendirmelerin de yapılabilmesi sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

[1] Erkut, H., 1991, Yönetimde Simülasyon Yaklaşımı. İrfan Yayımcılık, İstanbul, 234 s.

[2] Güngör, M., 2000, Approximate Calculation of Some Moments of Order Statistics, Jour. of Inst. of Math. and Comp. Sci.,Vol. 13, No. 2, 135-140.

[3] Güngör, M. and Işık, M., 2000, On the Extreme Value Distributions, Jour. of Inst. of Math. and Comp. Sci.,Vol. 13, No. 3.

[4] Halaç, O., 1998, İşletmelerde Simülasyon Teknikleri. Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 273 s.

[5] Kelton, W.D., Sadowski, R.P., and Sadowski, D.A., 1998, Simulation with Arena, McGraw-Hill, Inc.,New York.

ÖZGEÇMİŞ

Erkan TANYILDIZI

Fırat Üniversitesi
Teknik Eğitim Fakültesi
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü
23119, Elazığ

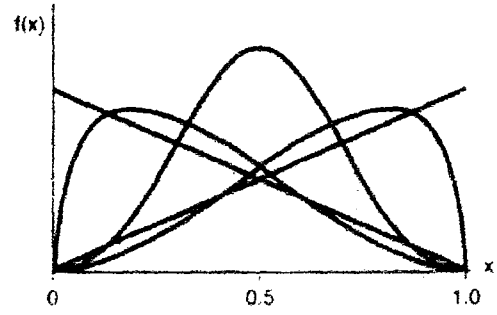
Tel : 424 – 2370000 – 6538
E.posta : etanyildizi@firat.edu.tr

1975	Elazığ da doğdu.
1989 – 1992	Elazığ Lisesi'nden mezun oldu.
1993 – 1997	Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi bölümünden bölüm ikincisi olarak mezun oldu.
1997 – 1999	Bingöl Endüstri Meslek Lisesi'nde bilgisayar bölüm şefi olarak görev yaptı.
1999-...	Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik-Bilgisayar bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.
2000 – ...	Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tez çalışmasına başladı.

EK-1

DAĞILIMLAR

Beta (β,α) :



Şekil Ek-1.1. Beta olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{x^{\beta-1}(1-x)^{\alpha-1}}{B(\beta,\alpha)}, & 0 < x < 1 \text{ için} \\ 0 & , \text{Aksi halde} \end{cases} \qquad \text{(Ek-1.1)}$$

Burada B,

$$B(\beta,\alpha) = \int_0^1 t^{\beta-1}(1-t)^{\alpha-1}\,dt \qquad \text{(Ek-1.2)}$$

ile verilen Beta fonksiyonudur.

Parametreler : α ve β şekil parametreleri, pozitif reel sayılar olarak belirtilir.

Aralık : [0,1] (Uygulamalar kısmında tanımlandığı gibi *[0,1]* aralığı, *[a,b]* aralığına dönüştürülebilir.)

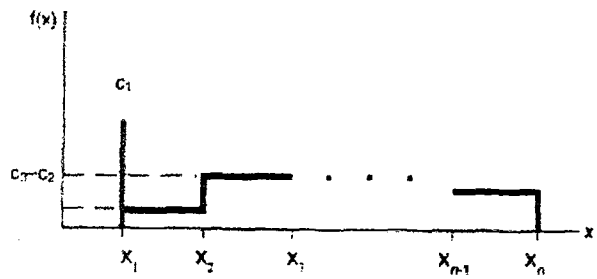
$$\textit{Ortalama} : \frac{\beta}{\beta+\alpha} \qquad \text{(Ek-1.3)}$$

$$\textit{Varyans} : \frac{\beta\alpha}{(\beta+\alpha)^2.(\beta+\alpha+1)} \qquad \text{(Ek-1.4)}$$

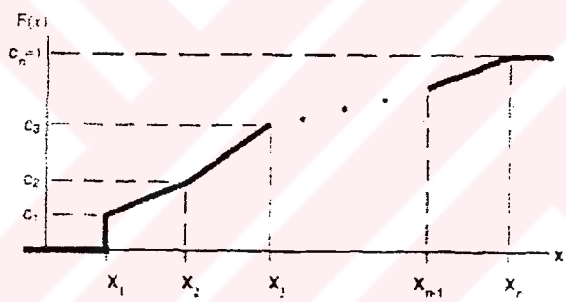
Uygulamalar : Etki alanının çok geniş değişime sahip olması yüzünden, bu dağılım çok sık olarak verilerin eksikliğinde kaba bir model olarak kullanılır. Beta dağılımı genellikle oranların

dağılımını açıklarken kullanılır. y=a+(a-b)x denklemi kullanılarak Beta dağılımının 0' dan 1'e olan boyutu a'dan b'ye ve x örneğini de y ölçekli beta örneğine dönüştürür. Beta dağılımı, çoğunlukla kusurlu oranlar şeklinde belirtilen tesadüfi oranları ifade etmede sık olarak kullanılır.

Continuous (c_1,x_1, ... c_n, x_n) :



Şekil Ek-1.2. Continuous olasılık yoğunluk fonksiyonu



Şekil Ek-1.3. Continuous kümülatif dağılım fonksiyonu

$$f(x) = \begin{cases} c_1, x = x_1 \; ise \; (c_1, x_1' \; de \; \text{ola}\, sılıksa \;\; kütlesi \;\;) \\ c_j - c_{j-1}, x_{j-1} \le x \le x_j, \; j = 2,3,..., \; n \; için \\ 0, \;\; x < x_1 \; veya \;\; x \ge x_n \end{cases} \qquad \text{(Ek-1.5)}$$

Parametreler : Sürekli fonksiyon, kullanılan-tanımlı dağılımdan bir örneğe dönüşür. Kümülatif olasılık c_j ve ilişkili x_j değeri çifti belirtilir. Dönüştürülmüş örnek, x_1 ve x_n arsında bir reel sayı olacak ve her c_j kümülatif x_j'den küçük veya eşit olmalıdır($x_j \le c_j$). x_j'ler, j'ye bağlı olarak artmalıdır. c_j'lerin hepsi, 0 ile 1 arasında , j'ye bağlı olarak artmalı ve c_n = 1 olmalıdır. $F(x_j) = c_j$, j = 1,2,...,n şeklinde tanımlanan $F(x)$ kümülatif dağılım fonksiyonu parçalı lineerdir.

Böylece $j \geq 2$ için dönüşümlü değer $(x_{j-1}, x_j]$ aralığında olacak ve verilen bu aralıktaki olasılığı, $c_j - c_{j-1}$ ve bu aralıkta düzgün dağılmış olacaktır.

Dağılımın sol tarafından sonuç almak istiyorsanız x_1 ve c_1 belirlerken dikkat etmelisiniz. Sürekli fonksiyon, c_1 olasılığı x_1 değerine(tam olarak) dönüşecektir. Böylece $c_1>0$ ise yukarıda tanımlandığı gibi c_1 x_1' e (tam olarak)dönüşen ve $(x_1, x_n]$ aralığındaki sürekli tesadüfi değişkenin $1-c_1$ olasılığıyla bir karışık kesikli-sürekli dağılımdır. $c_1>0$ iken $F(x)$'in grafiği yukarıda çizildiği gibidir. Diğer taraftan $c_1=0$ ise yukarıda tanımlandığı gibi x_1' de kütle olasılığına sahip olmayan $[x_1, x_n]$ aralığında bir sürekli dağılım alacak ve bu durumda $F(x)$' in grafiği, x_1 'de sıçramasız sürekli olacaktır.

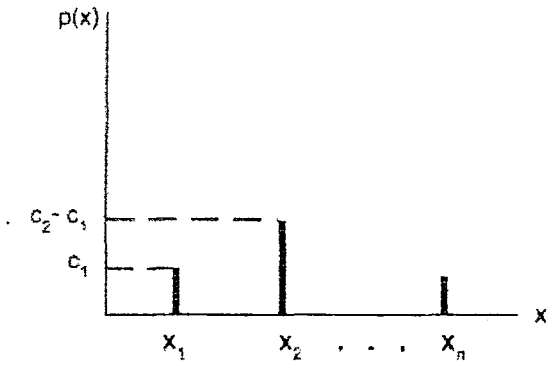
Sürekli fonksiyonun kullanımına bir örnek olarak, servis hizmeti ile ilgili $x_1, x_2, \ldots, x_n$ (artan bir sırada) gibi bir veri cümlesine sahip olduğumuzu farz edelim. Verilerin doğrudan simülasyonunda servis zamanını çıkarmak istersiniz giriş analizinde uygun teorik dağılımı kullanmayı tercih edersiniz, x_1 minimum ve x_n maximum değerleri arasında onların nasıl ayrıştıklarını ve demet (grup) haline geldiklerini gözlemlersiniz.

$c_1=0$ iken x_1'de kütle olasılığına sahip olmak istemediğimizi farz edelim, o zaman $j= 2,3,\ldots,n$ için $cj = (j-1) / (n-1)$ 'dir.

Aralık : $[x_1, x_n]$

Uygulamalar : Sürekli deneysel dağılım, model içinde direkt olarak sürekli tesadüfi değişkenler için deneysel verileri birleştirmede kullanılır. Veri çok tipik bir grafiğe veya önemli hatlara sahip ise bu dağılım veriye uydurulmuş teorik dağılıma alternatif olarak kullanılır.

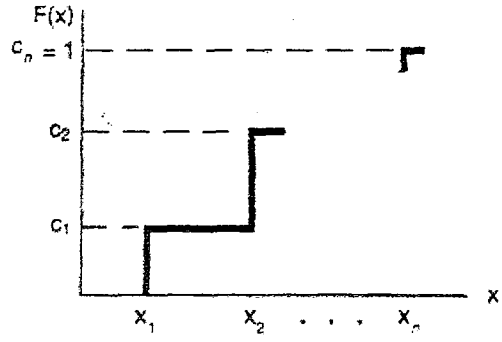
Discrete (c_1,x_1, ... c_n, x_n) :



Şekil Ek-1.4. Discrete olasılık kütle fonksiyonu

$$p(x_j) = c_j - c_{j-1} \qquad \text{(Ek-1.6)}$$

Burada $c_0=0$



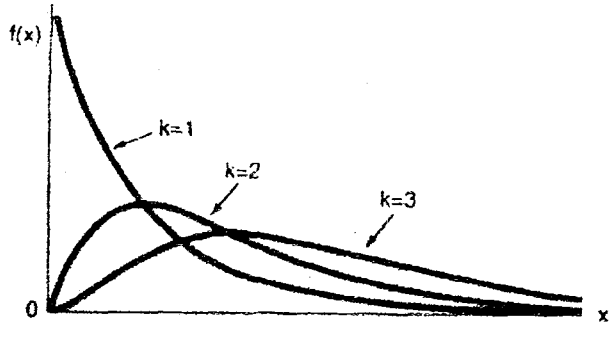
Şekil Ek-1.5. Discrete kümülatif dağılım fonksiyonu

Parametreler: Kesikli fonksiyon, bir kullanılan tanımlı kesikli olasılık dağılımlı bir örneğe dönüşür. Bu dağılım, c_1, c_2, ..., c_n kümülatif olasılığıyla tanımlanan x_1, x_2 , ..., x_n gibi n tane mümkün kesikli değer tarafından tanımlanır. x_j için c_j kümülatif olasılığı, x_j'ye eşit veya daha küçük bir değer elde etmenin olasılığı olarak tanımlanır. Böylece, 1' den j' ye kadar $P(x_k)$'in toplamı c_j' ye ve tanımla $c_n = 1$ eşittir.

Aralık: $\{x_1, x_2, ..., x_n\}$

Uygulamalar: Kesikli deneysel dağılım, model içinde direkt olarak kesikli deneysel veriyi birleştirmekte kullanılır. Bu dağılım, belli dönemlerdeki (aralıklarda) iş tipine göre müşteri kuyruğu veya belli bir zamanda yığılan müşterilerin tayin edilmesinde sık olarak kullanılır.

Erlang (β,k) :



Şekil Ek-1.6. Erlang olasılık kütle fonksiyonu

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{\beta^{-k} x^{k-1} e^{-x/\beta}}{(k-1)!}, & x > 0 \text{ için} \\ 0 & \text{, Aksi halde} \end{cases} \qquad \text{(Ek-1.7)}$$

Parametreler: $X_1, X_2, \ldots, X_k$ bağımsız ve aynı dağılımlı üstel tesadüfi değişkenler ise o zaman bu k örneğin toplamı, bir Erlang-k dağılımına sahiptir. Üstel dağılımdaki elemanların bileşenlerinin her birinin (β) ortalaması ve (k) üstel tesadüfi değişkenlerin sayısı, bu dağılımın parametreleridir. Üstel ortalama, bir pozitif reel sayı ve k' da bir pozitif tam sayı olarak belirtilir.

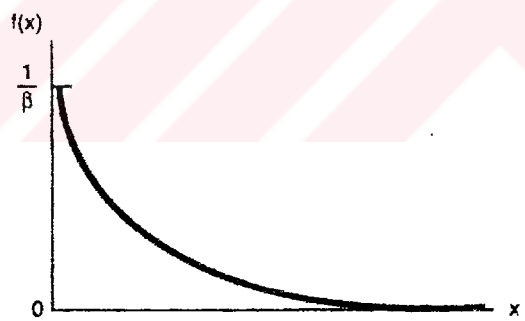
Aralık: $[0, +\infty)$

Ortalama: $k\beta$ (Ek-1.8)

Varyans : $k\beta^2$ (Ek-1.9)

Uygulamalar: Erlang dağılımı, üstel dağılıma sahip biri birini takip eden safha ve safhalarda vuku bulan bir aktivite için olan ifadelerde kullanılır.Büyük k değerleri için Erlang dağılımı, normal dağılıma yaklaşır. Erlang dağılımı bir işi tamamlamak için gerekli olan zamanı ifade etmede kullanılır. Erlang dağılımı, bir tam sayı (k) olan α şekil parametresine sahip gamma dağılımının özel halidir.

Exponential (β) :



Şekil Ek-1.7. Exponential olasılık kütle fonksiyonu

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{1}{\beta} e^{-x/\beta}, & x > 0 \text{ için} \\ 0 & \text{, Aksi halde} \end{cases} \qquad \text{(Ek-1.10)}$$

Parametreler: β ortalaması, pozitif bir reel sayı olarak belirtilir.

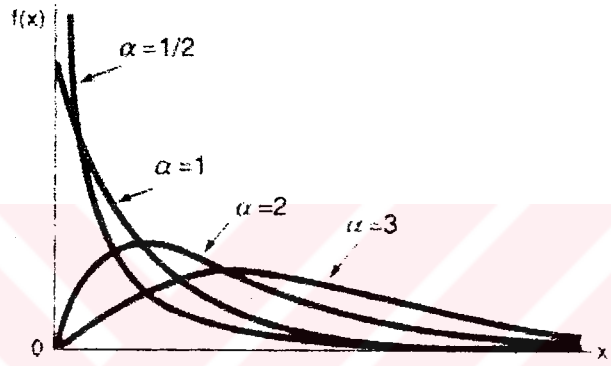
Aralık : $[0, +\infty)$

Ortalama : β (Ek-1.11)

Varyans: β^2 (Ek-1.12)

Uygulamalar: Bu dağılım, tesadüfi gelişlerdeki arada olma zamanı ve bozulma süreci modelleri için sık olarak kullanılır fakat gecikme zamanı süreçleri modeli için genellikle uygun değildir. Bir otobüs durağına ayrı ayrı ama ard arda gelen herhangi iki yolcunun durağa varış zamanları arasında geçen süre , bir telefonun ardışık iki kullanımı arasında geçen süre veya 10 dk. içinde 1 yolcunun geldiği bir tren garında 1 saat içinde gelen yolcu sayısı üstel dağılıma örnektir.

Gamma (β,α) :



Şekil Ek-1.8. Gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{\beta^{-\alpha}x^{\alpha-1}e^{-x/\beta}}{\Gamma(\alpha)}, & x>0 \text{ için}\\ 0 & \text{, Aksi halde}\end{cases} \qquad \text{(Ek-1.13)}$$

Burada,

$$\Gamma(\alpha)=\int_0^{\infty} t^{\alpha-1}e^{-t}dt \text{ 'dır.} \qquad \text{(Ek-1.14)}$$

Parametreler: α şekil ve β ölçek parametresi, pozitif bir reel değer olarak belirtilir.

Aralık: $[0,+\infty)$

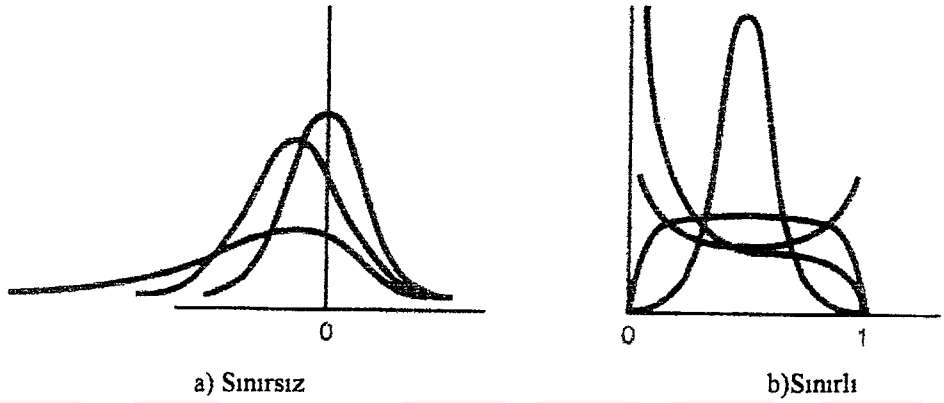
Ortalama: $\alpha\beta$ (Ek-1.15)

Varyans: $\alpha\beta^2$ (Ek-1.16)

Uygulamalar: Tam sayı şekil parametreleri için gamma dağılımı, Erlang dağılımı ile aynıdır. Gamma dağılımı bazı işleri tamamlamak için gerekli zamanı göstermek için sık olarak

kullanılır. Teknik alanlardaki uygulamalarda kullanılan en elastiki dağılımlardan biridir. Bir makinenin çalışma süresi veya tamir süresi bu dağılımın uygulamasına bir örnek olarak verilebilir.

Johnson :



Şekil Ek-1.9. Johnson olasılık yoğunluk fonksiyonu

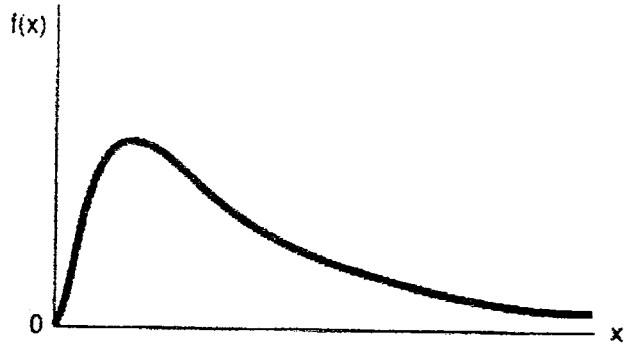
Parametreler: (γ) şekil parametresi, (δ >0) şekil parametresi, (λ>0) ölçek parametresi ve (ξ) yer parametresidir.

Aralık: (-∞, ∞), sınırsız aile

[ξ, ξ+λ], sınırlı aile

Uygulamalar: Johnson dağılımının esnekliği, bir çok veri cümlesine uygun olmasıdır. Dağılım hem sınırlı hem de sınırsız örneğe sahip olabilir.(δ) pozitif bir sayı olarak artarsa sınırlı form kullanılır. (δ) negatif bir değer olarak artarsa l δ l parametreli sınırsız form kullanılır.

Lognormal (μ , σ)



Şekil Ek-1.10. Lognormal olasılık yoğunluk fonksiyon

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{\sigma x\sqrt{2\Pi}}e^{-(\ln(x)-\mu)^2/(2\sigma^2)}, & x>0 \text{ için}\\ 0 & \text{, Aksi halde}\end{cases} \qquad \text{(Ek-1.17)}$$

Parametreler: μ ölçek parametresi bir reel sayı ve (σ) şekil parametresi pozitif bir reel sayı olarak belirtilir.

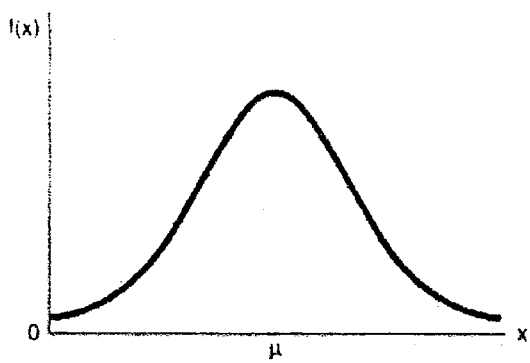
Aralık: $[0,+\infty)$

Ortalama: $e^{\mu+\sigma^2/2}$ (Ek-1.18)

Varyans: $e^{2\mu+\sigma^2}(e^{\sigma^2}-1)$ (Ek-1.19)

Uygulamalar: Lognormal dağılım, çok sayıda tesadüfi niteliklerin çarpımıyla ilgili niceliklerde kullanılır. Bu dağılım, sağa çarpık olan iş süreleri göstermek için sık olarak kullanılır. Bu dağılımın normal dağılım ile ilişkisi aşağıdaki gibidir. Eğer X, lognormal (μ,σ) dağılımına sahipse $ln(X)$ 'de, normal (μ,σ) dağılıma sahiptir. Dikkat edelim ki μ ve σ, X' in değil $ln(X)$' in ortalaması ve standart sapmasıdır. X' in varyansı ve ortalaması yukarıda verilmiştir.

Normal (μ , σ) :



Şekil Ek-1.11. Normal olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{\sigma\sqrt{2\Pi}}e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)}, & \text{tüm reel } x'ler \text{ için}\\ 0 & \text{, Aksi halde}\end{cases} \qquad \text{(Ek-1.20)}$$

Parametreler: (μ) ortalaması reel sayı ve (σ) standart sapması pozitif bir reel sayı olarak belirtilir.

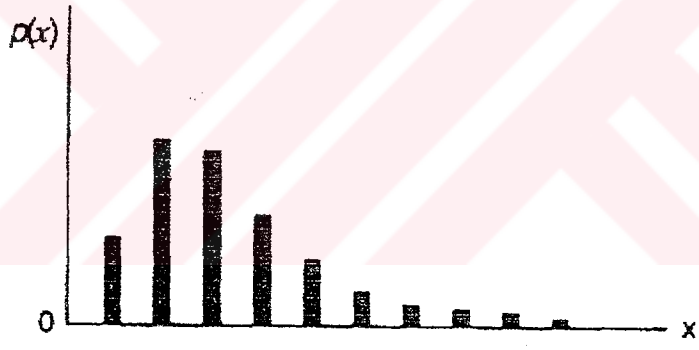
Aralık: $(-\infty, +\infty)$

Ortalama: μ

Varyans: σ^2

Uygulamalar : Normal dağılım, merkezi limit teoreminin uygulamalarında kullanılır. Yani, diğer niceliklerin toplamı olan niceliklerde kullanılır. Bu dağılım, bir simetrik dağılıma sahip olduğu görülen bir çok süreç için deneysel kullanılır. Ortalama, sıfır civarında en azından 3 veya 4 standart sapma olduğunda teorik aralığı, $-\infty$ 'dan $+\infty$ 'a olduğu için zamanlar süreci gibi sadece pozitif nicelikler için kullanılmalıdır.

Poisson (λ) :



Şekil Ek-1.12. Poisson olasılık fonksiyonu

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{e^{-\lambda}\lambda^x}{x!}, & x \in \{0,1,2,...\} \text{ için} \\ 0 & \text{, Aksi halde} \end{cases} \qquad \text{(Ek-1.21)}$$

Parametre: λ ortalaması, bir pozitif reel sayı olarak belirtilir.

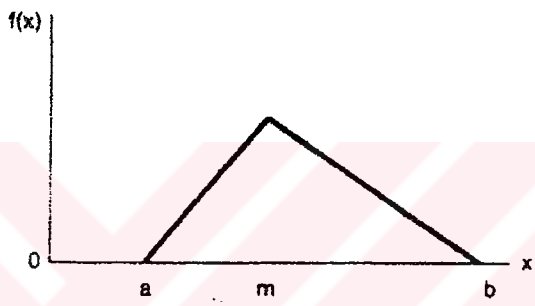
Aralık: $\{0, 1, 2, ...\}$

Ortalama: λ

Varyans: λ

Uygulamalar: Poisson dağılımı, sabit bir zaman aralığında meydana gelen tesadüfi olayların sayısının modeli için sık olarak kullanılan kesikli bir dağılımdır. Biri birini takip eden olaylar arasındaki zaman üstel dağılmış ise sabit zaman aralığında meydana gelen olayların sayısı, Poisson dağılımına sahiptir. Poisson dağılımı, tesadüfi grupların büyüklükleri modelinde de kullanılır. Poisson rasgele değişimlerinin uygulamaları, envarter kontrolü, kuyruk kuramı, kalite kontrolü, trafik akışı ve yöneylem araştırmasının diğer bir çok alanlarında kullanılmaktadır. Ayrıca gecikme ve bekleme zamanlarında da Poisson dağılımı kullanılmaktadır.

Triangular (a,m,b) :



Şekil Ek-1.13. Triangular olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(x)=\begin{cases} \dfrac{2(x-a)}{(m-a)(m-b)} & ,a \le x \le m \text{ için} \\[2ex] \dfrac{2(b-x)}{(b-m)(b-a)} & ,m \le x \le b \text{ için} \\[2ex] 0 & \text{, Aksi halde} \end{cases} \qquad \text{(Ek-1.22)}$$

Parametreler: Dağılım için (a) minimum, (m) mode, (b) maksimum değerleri, $a<m<b$ eşitsizliğini sağlayan reel sayılar olarak belirtilir.

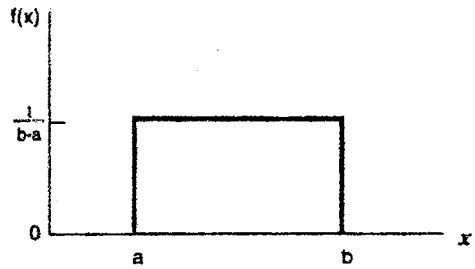
Aralık: $[a, b]$

Ortalama: $(a+m+b)/3$ (Ek-1.23)

Varyans: $(a^2 + m^2 + b^2 - ma - ab - mb)/18$ (Ek-1.24)

Uygulamalar: Triangular dağılım, genelde dağılım şekli tam bilinmeyen durumlarda kullanılır fakat maksimum, minimum ve benzer değerler için yapılacak tahminlere uygulanabilirdir. Triangular dağılım, bu ifadede kullanılabilen diğer dağılımlardan kullanımı daha kolay ve açıklanabilirdir (örneğin, beta dağılımı).

UNIFORM (a,b) :



Şekil Ek-1.14. Uniform olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(x)=\begin{cases} \dfrac{1}{(b-a)} & a \le x \le b \text{ için} \\ 0 & \text{, Aksi halde} \end{cases} \qquad \text{(Ek-1.25)}$$

Parametreler: Dağılım için (a) minimum ve (b) maksimum değerleri, a<b eşitsizliğini sağlayan reel sayıları olarak belirtilir.

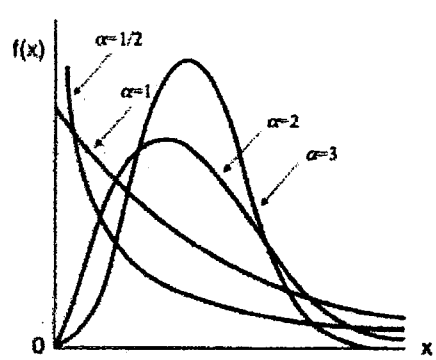
Aralık: [a, b]

Ortalama: (a+b) / 2 (Ek-1.26)

Varyans: $(b-a)^2 / 12$ (Ek-1.27)

Ugulamalar: Sürekli bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna sahiptir. Yoğunluk fonksiyonu (a,b) aralığında sabittir. Uniform dağılım, sonlu bir aralık üzerindeki bütün değerleri muhtemelen eşit olarak düşünüldüğünde kullanılır. Bazen elde aralıktan başka bilgi olmadığı zamanda kullanılabilir. Uniform dağılım, eksik bilgi olduğunda kullanılan diğer dağılımlardan daha büyük bir varyansa sahiptir (örneğin, Triangular dağılım).

Weibull (β,α) :



Şekil Ek-1.15. Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(x)=\begin{cases} \alpha\beta^{-\alpha}x^{\alpha-1}e^{-(x/\beta)^{\alpha}}, & x>0 \text{ için} \\ 0 & \text{, Aksi halde} \end{cases} \qquad \text{(Ek-1.28)}$$

Parametreler: (α) şekil, (β) ölçek parametreleri olmak üzere pozitif birer reel sayı olarak belirtir.

Aralık: $[0, -\infty)$

Ortalama: $\frac{\beta}{\alpha}\Gamma(\frac{1}{\alpha})$ (Ek-1.29)

Varyans: $\frac{\beta^2}{\alpha}\{2\Gamma(\frac{2}{\alpha})-(\frac{1}{\alpha})[\Gamma(\frac{1}{\alpha})]^2\}$ (Ek-1.30)

Uygulamalar: Weibull dağılımı, bir aletin ömrünü göstermek için güvenirlik modellerinde yaygın olarak kullanılır. Eğer bir sistem biri birinden bağımsız çok sayıda başarısız parçadan oluşursa ve eğer tek bir parça başarısız olduğunda sistem başarısız oluyorsa o zaman biri birini takip eden başarısızlıklar arasındaki süre, Weibull dağılımıyla tahmin edilir. Bu dağılım, sola çarpık negatif olmayan iş sürelerini göstermekte de kullanılır [2], [3], [6].

EK-2

Kİ-KARE DAĞILIMI İÇİN (χ^2) KRİTİK DEĞERLERİ

Tablo Ek-2.1: Ki-kare dağılımı için (χ^2) kritik değerler

v= serbestlik derecesi

v	$\chi^2_{0.995}$	$\chi^2_{0.99}$	$\chi^2_{0.975}$	$\chi^2_{0.95}$	$\chi^2_{0.90}$
1	7,88	6,63	5,02	3,84	2,71
2	10,60	9,21	7,38	5,99	4,61
3	12,84	11,34	9,35	7,81	6,25
4	14,96	13,28	11,14	9,49	7,78
5	16,7	15,1	12,8	11,1	9,2
6	18,5	16,8	14,4	12,6	10,6
7	20,3	18,5	16	14,1	12
8	22	20,1	17,5	15,5	13,4
9	23,6	21,7	19	16,9	14,7
10	25,2	23,2	20,5	18,3	16
11	26,8	24,7	21,9	19,7	17,3
12	28,3	26,2	23,3	21	18,5
13	29,8	27,7	24,7	22,4	19,8
14	31,3	29,1	26,1	23,7	21,1
15	32,8	30,6	27,5	25	22,3
16	34,3	32	28,8	26,3	23,5
17	35,7	33,4	30,2	27,6	24,8
18	37,2	34,8	31,5	28,9	26
19	38,6	36,3	32,9	30,1	27,2
20	40	37,6	34,2	31,4	28,4
21	41,4	38,9	35,5	32,7	29,6
22	42,8	40,3	36,8	33,9	30,8
23	44,2	41,6	38,1	35,2	32
24	45,6	43	39,4	36,4	33,2
25	49,6	44,3	40,6	37,7	34,4
26	48,3	45,6	41,9	38,9	35,6
27	49,6	47	43,2	40,1	36,7
28	51	48,3	44,5	41,3	37,9
29	52,3	493,6	45,7	42,6	39,1
30	53,7	50,9	47	43,8	40,3
40	66,8	63,7	59,3	55,8	51,8
50	79,5	76,2	71,4	67,5	63,2
60	92	88,4	83,3	79,1	74,4
70	104,2	100,4	95	90,5	85,5
80	116,3	112,3	106,6	101,9	96,6
90	128,3	124,1	118,1	113,1	107,6
100	140,2	135,8	129,6	124,3	118,5

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

EK-3

KOLMOGOROV - SMIRNOV KRİTİK DEĞERLERİ

Tablo Ek-3.1: Kolmogorov-Smirnov dağılımı için kritik değerler

v = Serbestlik Derecesi
N = Örnek Hacmi

Serbestlik Derecesi	Bir Örnek İle Test			İki Örnek İle Test $N=n_1=n2$	
(N)	$D_{0.10}$	$D_{0.05}$	$D_{0.01}$	$D_{0.05}$	$D_{0.01}$
1	0,95	0,975	0,995		
2	0,776	0,842	0,929		
3	0,642	0,708	0,828		
4	0,564	0,624	0,733	1	1
5	0,51	0,565	0,669	1	1
6	0,47	0,521	0,618	0,833	1
7	0,438	0,486	0,577	0,857	0,857
8	0,411	0,457	0,543	0,75	0,875
9	0,388	0,432	0,514	0,667	0,778
10	0,368	0,41	0,49	0,7	0,8
11	0,352	0,391	0,468	0,636	0,727
12	0,338	0,375	0,45	0,583	0,667
13	0,325	0,361	0,433	0,538	0,692
14	0,314	0,349	0,418	0,571	0,643
15	0,304	0,388	0,404	0,533	0,6
16	0,295	0,328	0,392	0,5	0,625
17	0,286	0,318	0,381	0,471	0,588
18	0,278	0,309	0,371	0,5	0,556
19	0,272	0,301	0,363	0,474	0,526
20	0,264	0,294	0,356	0,45	0,55
25	0,24	0,27	0,32	0,4	0,48
30	0,22	0,24	0,29	0,37	0,43
35	0,21	0,23	0,27	0,34	0,39
Diğer	$\frac{1,22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{N}}$	$1,36\frac{\sqrt{n1+n2}}{\sqrt{n1.n2}}$	$1,63\frac{\sqrt{n1+n2}}{\sqrt{n1.n2}}$

EK-4

FTMGK'NE GELEN HASTALARIN GELİŞ SÜRELERİNE AİT VERİLER

Tablo Ek-4.1: FTMGK'ne gelen hastaların geliş süreleri

Hasta	Geliş Zamanı	Zaman farkı (dk.)	Hasta	Geliş Zamanı	Zaman farkı (dk.)
1	08:00:00	0,033	46	13:10:00	0,800
2	08:00:02	0,083	47	13:10:48	1,750
3	08:00:07	0,083	48	13:12:33	2,500
4	08:00:12	0,200	49	13:15:03	3,083
5	08:00:24	0,600	50	13:18:08	2,150
6	08:01:00	0,050	51	13:20:17	1,150
7	08:01:03	0,250	52	13:21:26	5,450
8	08:01:18	1,250	53	13:26:53	2,200
9	08:02:33	1,750	54	13:29:05	3,000
10	08:04:18	2,200	55	13:32:05	4,600
11	08:06:30	3,500	56	13:36:41	10,717
12	08:10:00	2,333	57	13:47:24	14,300
13	08:12:20	3,450	58	14:01:42	24,917
14	08:15:47	3,183	59	14:26:37	12,300
15	08:18:58	2,650	60	14:38:55	15,617
16	08:21:37	4,750	61	14:54:32	25,317
17	08:26:22	0,300	62	15:19:51	16,717
18	08:26:40	2,617	63	15:36:34	19,683
19	08:29:17	4,983	64	15:56:15	11,583
20	08:34:16	3,267	65	16:07:50	8,250
21	08:37:32	2,667	66	16:16:05	43,917
22	08:40:12	0,050	67	08:00:00	0,050
23	08:40:15	4,517	68	08:00:03	0,033
24	08:44:46	2,800	69	08:00:05	0,750
25	08:47:34	4,400	70	08:00:50	1,600
26	08:51:58	1,600	71	08:02:26	0,050
27	08:53:34	4,667	72	08:02:29	0,200
28	08:58:14	10,950	73	08:02:41	1,300
29	09:09:11	6,083	74	08:03:59	2,600
30	09:15:16	14,167	75	08:06:35	2,200
31	09:29:26	16,550	76	08:08:47	1,267
32	09:45:59	15,617	77	08:10:03	2,050
33	10:01:36	10,700	78	08:12:06	2,800
34	10:12:18	32,467	79	08:14:54	1,400
35	10:44:46	26,583	80	08:16:18	1,600
36	11:11:21	75,050	81	08:17:54	3,250
37	12:26:24	11,917	82	08:21:09	2,267
38	12:38:19	10,167	83	08:23:25	1,017
39	12:48:29	11,517	84	08:24:26	2,233
40	13:00:00	2,750	85	08:26:40	3,300
41	13:02:45	1,950	86	08:29:58	1,417
42	13:04:42	3,550	87	08:31:23	2,533
43	13:08:15	0,500	88	08:33:55	2,700
44	13:08:45	0,200	89	08:36:37	1,000
45	13:08:57	1,050	90	08:37:37	2,833

Tablo Ek-4.1: FTMGK'ne gelen hastaların geliş süreleri (Devam)

Hasta	Geliş Zamanı	Zaman farkı (dk.)	Hasta	Geliş Zamanı	Zaman farkı (dk.)
91	08:40:27	3,600	142	08:25:32	3,267
92	08:44:03	8,833	143	08:28:48	4,400
93	08:52:53	5,250	144	08:33:12	3,650
94	08:58:08	4,567	145	08:36:51	1,300
95	09:02:42	8,717	146	08:38:09	2,617
96	09:11:25	16,550	147	08:40:46	3,267
97	09:27:58	18,800	148	08:44:02	5,450
98	09:46:46	24,650	149	08:49:29	4,550
99	10:11:25	35,200	150	08:54:02	0,417
100	10:46:37	25,700	151	08:54:27	2,900
101	11:12:19	37,600	152	08:57:21	9,600
102	11:49:55	41,883	153	09:06:57	21,333
103	12:31:48	16,017	154	09:28:17	10,367
104	12:47:49	12,083	155	09:38:39	9,267
105	12:59:54	2,950	156	09:47:55	13,250
106	13:02:51	1,200	157	10:01:10	30,217
107	13:04:03	1,167	158	10:31:23	15,183
108	13:05:13	0,450	159	10:46:34	20,833
109	13:05:40	2,800	160	11:07:24	45,717
110	13:08:28	1,050	161	11:53:07	32,417
111	13:09:31	2,750	162	12:25:32	34,467
112	13:12:16	1,350	163	13:00:00	0,200
113	13:13:37	3,250	164	13:00:12	1,250
114	13:16:52	4,600	165	13:01:27	1,600
115	13:21:28	6,250	166	13:03:03	0,767
116	13:27:43	3,750	167	13:03:49	0,650
117	13:31:28	8,833	168	13:04:28	2,767
118	13:40:18	7,217	169	13:07:14	1,950
119	13:47:31	25,800	170	13:09:11	2,500
120	14:13:19	18,183	171	13:11:41	3,083
121	14:31:30	26,900	172	13:14:46	4,883
122	14:58:24	15,550	173	13:19:39	5,767
123	15:13:57	19,250	174	13:25:25	2,317
124	15:33:12	27,500	175	13:27:44	5,767
125	16:00:42	59,300	176	13:33:30	14,817
126	08:00:00	1,433	177	13:48:19	8,700
127	08:01:26	0,567	178	13:57:01	11,400
128	08:02:00	2,700	179	14:08:25	8,550
129	08:04:42	1,900	180	14:16:58	9,267
130	08:06:36	2,000	181	14:26:14	7,750
131	08:08:36	1,717	182	14:33:59	14,167
132	08:10:19	2,650	183	14:48:09	9,650
133	08:12:58	0,300	184	14:57:48	15,683
134	08:13:16	3,100	185	15:13:29	10,950
135	08:16:22	0,050	186	15:24:26	12,083
136	08:16:25	0,200	187	15:36:31	10,050
137	08:16:37	2,350	188	15:46:34	16,200
138	08:18:58	0,300	189	16:02:46	57,233
139	08:19:16	1,900	190	08:00:00	0,317
140	08:21:10	1,750	191	08:00:19	1,500
141	08:22:55	2,617	192	08:01:49	0,033

Tablo Ek-4.1: FTMGK'ne gelen hastaların geliş süreleri (Devam)

Hasta	Geliş Zamanı	Zaman farkı (dk.)	Hasta	Geliş Zamanı	Zaman farkı (dk.)
193	08:01:51	1,267	244	14:56:35	8,700
194	08:03:07	2,083	245	15:05:17	28,133
195	08:05:12	2,550	246	15:33:25	19,267
196	08:07:45	1,317	247	15:52:41	15,350
197	08:09:04	1,600	248	16:08:02	51,800
198	08:10:40	2,700	249	08:00:00	0,050
199	08:13:22	1,750	250	08:00:03	1,750
200	08:15:07	1,583	251	08:01:48	2,150
201	08:16:42	2,083	252	08:03:57	0,600
202	08:18:47	3,050	253	08:04:33	2,200
203	08:21:50	2,033	254	08:06:45	1,550
204	08:23:52	1,250	255	08:08:18	2,250
205	08:25:07	2,167	256	08:10:33	1,800
206	08:27:17	3,050	257	08:12:21	0,550
207	08:30:20	2,933	258	08:12:54	2,083
208	08:33:16	1,583	259	08:14:59	1,333
209	08:34:51	1,250	260	08:16:19	3,050
210	08:36:06	1,600	261	08:19:22	2,183
211	08:37:42	2,350	262	08:21:33	1,900
212	08:40:03	2,267	263	08:23:27	2,600
213	08:42:19	1,333	264	08:26:03	4,333
214	08:43:39	4,267	265	08:30:23	1,183
215	08:47:55	16,600	266	08:31:34	2,450
216	09:04:31	25,967	267	08:34:01	3,167
217	09:30:29	18,717	268	08:37:11	1,900
218	09:49:12	12,333	269	08:39:05	2,000
219	10:01:32	20,100	270	08:41:05	4,717
220	10:21:38	24,083	271	08:45:48	2,550
221	10:45:43	35,033	272	08:48:21	3,700
222	11:20:45	21,933	273	08:52:03	4,783
223	11:42:41	45,150	274	08:56:50	2,200
224	12:27:50	16,517	275	08:59:02	12,500
225	12:44:21	15,883	276	09:11:32	5,350
226	13:00:14	1,317	277	09:16:53	8,200
227	13:01:33	1,800	278	09:25:05	10,150
228	13:03:21	0,217	279	09:35:14	35,800
229	13:03:34	1,900	280	10:11:02	18,950
230	13:05:28	2,617	281	10:29:59	33,500
231	13:08:05	3,267	282	11:03:29	26,933
232	13:11:21	2,600	283	11:30:25	55,150
233	13:13:57	1,217	284	12:25:34	12,200
234	13:15:10	2,883	285	12:37:46	20,233
235	13:18:03	1,900	286	12:58:00	2,000
236	13:19:57	2,100	287	13:00:00	1,750
237	13:22:03	10,600	288	13:01:45	0,900
238	13:32:39	12,200	289	13:02:39	5,800
239	13:44:51	19,550	290	13:08:27	3,917
240	14:04:24	11,000	291	13:12:22	2,567
241	14:15:24	6,600	292	13:14:56	4,717
242	14:22:00	8,900	293	13:19:39	2,033
243	14:30:54	25,683	294	13:21:41	2,300

Tablo Ek-4.1: FTMGK'ne gelen hastaların geliş süreleri (Devam)

Hasta	Süre	Zaman farkı (dk.)	Hasta	Süre	Zaman farkı (dk.)
295	13:23:59	3,583	301	14:29:15	25,600
296	13:27:34	15,217	302	14:54:51	10,800
297	13:42:47	10,500	303	15:05:39	6,417
298	13:53:17	12,700	304	15:12:04	26,350
299	14:05:59	10,400	305	15:38:25	11,383
300	14:16:23	12,867	306	15:49:48	70,200
			307	17:00:00	

EK-5

SEKRETERLERİN ve DOKTORLARIN ÇALIŞMA SÜRELERİNE AİT VERİLER

Tablo Ek-5.1: Sekreter1 ve Sekreter2'ye gelen hastaların işlem süreleri

Hasta	Sekreter1'e Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)	Hasta	Sekreter2'ye Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)
1	08:00:12	1,033	1	08:00:14	1,150
2	08:00:19	2,800	2	08:00:24	2,100
3	08:01:12	2,400	3	08:00:36	2,900
4	08:01:30	3,750	4	08:01:15	4,233
5	08:02:45	4,533	5	08:04:30	3,833
6	08:10:12	3,167	6	08:06:42	2,617
7	08:15:59	3,183	7	08:12:32	5,800
8	08:19:10	2,867	8	08:21:49	1,533
9	08:26:34	2,317	9	08:26:52	2,467
10	08:29:29	1,833	10	08:34:28	4,417
11	08:37:44	2,583	11	08:40:24	2,600
12	08:40:27	3,783	12	08:44:58	4,233
13	08:47:46	4,200	13	08:52:10	5,183
14	08:53:46	5,133	14	08:58:26	6,217
15	09:06:17*	2,150	15	09:12:44*	1,917
16	09:09:23	2,900	16	09:15:28	4,867
17	09:19:36*	2,067	17	09:21:54*	2,083
18	09:29:38	1,933	18	09:34:07*	1,650
19	09:33:09*	1,083	19	09:43:23*	1,700
20	09:41:13*	2,083	20	10:01:02*	2,100
21	09:46:11	1,150	21	10:13:19*	1,450
22	09:51:58*	1,333	22	10:24:14*	1,200
23	10:01:48	1,633	23	10:41:26*	1,217
24	10:06:41*	2,100	24	10:44:58	1,967
25	10:12:30	1,633	25	10:50:13*	1,667
26	10:16:48*	1,167	26	11:02:37*	2,017
27	10:25:46*	2,083	27	11:11:33	1,317
28	10:42:37*	1,300	28	11:19:05*	1,483
29	10:53:53*	1,050	29	11:32:27*	2,167
30	11:11:38*	2,217	30	11:47:50*	2,333
31	11:22:52*	1,217	31	11:56:45*	2,133
32	11:45:04*	2,200	32	13:00:00	3,333
33	11:54:18*	2,217	33	13:03:20	4,467
34	13:00:00	4,150	34	13:07:48	3,383
35	13:04:09	2,083	35	13:11:11	2,217
36	13:06:14	4,900	36	13:13:24	1,733
37	13:11:08	4,567	37	13:15:08	6,000
38	13:15:42	5,583	38	13:21:08	3,550
39	13:21:17	2,650	39	13:24:41	4,083
40	13:23:56	5,450	40	13:29:17	5,533
41	13:29:23	3,950	41	13:34:49	4,017
42	13:33:20	4,817	42	13:45:21*	2,650
43	13:38:09	5,150	43	13:47:36	3,500

* Doktordan gelen hastalar

Tablo Ek-5.1: Sekreter1 ve Sekreter2'ye gelen hastaların işlem süreleri (Devam)

Hasta	Sekreter1'e Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)	Hasta	Sekreter2'ye Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)
44	13:38:09	2,100	44	14:03:30*	1,250
45	13:42:57*	1,233	45	14:14:59*	2,333
46	13:58:34*	4,100	46	14:26:49	5,967
47	14:01:54	2,300	47	14:32:47	1,600
48	14:13:47*	1,217	48	14:45:25*	2,883
49	14:22:11*	3,900	49	14:54:44	4,883
50	14:39:07	1,217	50	15:02:31*	2,950
51	14:43:01	1,117	51	15:16:43*	1,717
52	14:55:50*	2,150	52	15:25:54*	1,833
53	15:04:25*	5,000	53	15:36:46	6,550
54	15:20:03	3,267	54	15:39:25*	2,550
55	15:25:03	2,183	55	15:47:28*	2,850
56	15:34:10*	2,250	56	16:02:57*	1,767
57	15:41:51*	1,333	57	16:08:02	4,950
58	15:54:46*	8,283	58	16:11:18*	3,817
59	15:56:27	2,133	59	16:25:52*	1,267
60	16:03:58*	2,450	60	16:37:43*	1,300
61	16:12:19*	2,817	61	16:50:23*	3,417
62	16:16:17	3,117	62	08:00:15	2,550
63	16:29:53*	2,183	63	08:01:02	3,400
64	16:49:49*	2,317	64	08:02:41	1,483
65	08:00:12	1,950	65	08:04:11	2,650
66	08:00:17	2,483	66	08:06:47	3,383
67	08:02:38	4,217	67	08:10:15	3,017
68	08:02:53	3,833	68	08:15:06	2,350
69	08:08:59	2,750	69	08:18:06	1,617
70	08:12:18	3,283	70	08:23:37	3,383
71	08:16:30	1,800	71	08:26:52	2,183
72	08:21:21	2,583	72	08:31:35	4,417
73	08:24:38	4,067	73	08:36:49	3,183
74	08:30:10	2,583	74	08:40:39	2,233
75	08:34:07	3,783	75	08:53:05	1,250
76	08:37:49	2,450	76	09:02:54	1,967
77	08:44:15	2,417	77	09:10:51*	1,750
78	08:58:20	1,300	78	09:18:35*	1,633
79	09:09:43*	1,900	79	09:28:10	2,583
80	09:11:37	2,100	80	09:34:05*	1,133
81	09:26:13*	1,867	81	09:43:48*	2,950
82	09:35:19*	1,783	82	10:00:31*	1,433
83	09:43:59*	2,583	83	10:11:37	1,250
84	09:46:58	2,050	84	10:13:01*	2,250
85	09:54:57*	2,183	85	10:21:15*	1,600
86	10:02:02*	2,250	86	10:44:22*	2,383
87	10:14:19*	1,833	87	10:58:51*	2,783
88	10:46:49	2,083	88	11:12:31	1,583
89	10:52:31*	2,150	89	11:14:39*	1,950
90	11:06:01*	1,933	90	11:36:21*	1,717
91	11:22:13*	2,667	91	11:48:27*	1,833
92	11:43:14*	2,433	92	11:58:54*	1,633
93	11:50:07	1,217	93	13:00:00	3,067

* Doktordan gelen hastalar

Tablo Ek-5.1: Sekreter1 ve Sekreter2'ye gelen hastaların işlem süreleri (Devam)

Hasta	Sekreter1'e Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)	Hasta	Sekreter2'ye Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)
94	11:58:00*	1,483	94	13:03:04	2,550
95	13:00:00	2,333	95	13:05:37	4,950
96	13:02:20	3,950	96	13:10:34	1,917
97	13:06:17	1,217	97	13:12:29	2,317
98	13:07:30	3,883	98	13:14:48	3,633
99	13:11:23	2,067	99	13:27:55	1,883
100	13:13:27	3,600	100	13:40:30	2,300
101	13:17:03	4,433	101	13:45:42	1,833
102	13:31:40	1,550	102	13:56:10*	1,633
103	13:40:33*	2,067	103	14:08:01*	1,933
104	13:47:43	2,967	104	14:13:31	4,450
105	13:51:00*	2,067	105	14:23:28*	1,933
106	14:04:44*	2,150	106	14:49:48*	1,550
107	14:16:12*	2,867	107	14:58:36	2,100
108	14:30:11*	1,067	108	15:02:01*	2,850
109	14:31:42	3,350	109	15:18:59*	1,100
110	14:55:15*	2,533	110	15:30:03*	2,767
111	15:11:06*	1,867	111	15:33:24	3,767
112	15:14:09	5,933	112	15:54:29*	1,817
113	15:21:43*	2,417	113	16:08:43*	2,100
114	15:46:08*	2,150	114	16:30:59*	1,617
115	15:57:20*	1,967	115	08:01:38	2,333
116	16:00:54	2,150	116	08:04:54	2,583
117	16:15:34*	2,250	117	08:08:48	3,467
118	16:31:40*	1,767	118	08:13:10	1,383
119	08:00:12	2,083	119	08:14:33	2,217
120	08:02:17	2,083	120	08:16:46	1,733
121	08:06:48	4,900	121	08:19:10	5,050
122	08:11:42	3,567	122	08:24:13	3,600
123	08:16:34	1,583	123	08:29:00	4,083
124	08:18:09	2,650	124	08:37:03	5,533
125	08:20:48	2,450	125	08:44:14	4,017
126	08:23:15	3,950	126	08:54:14	2,500
127	08:27:12	4,817	127	08:57:33	1,167
128	08:33:24	3,150	128	09:16:02*	2,400
129	08:38:21	4,100	129	09:28:29	1,967
130	08:42:27	2,900	130	09:30:05*	2,233
131	08:49:41	4,000	131	09:38:51	1,383
132	08:54:39	2,000	132	09:44:59*	2,167
133	09:07:09	1,283	133	09:48:07	1,083
134	09:11:41*	2,967	134	09:54:46*	1,467
135	09:21:59*	2,350	135	10:09:22*	1,333
136	09:34:34*	2,517	136	10:27:35*	1,600
137	09:47:07*	2,000	137	10:31:35	2,383
138	09:59:44*	2,233	138	10:41:09*	1,767
139	10:01:22	2,283	139	10:46:46	1,767
140	10:21:13*	1,733	140	10:58:39*	2,267
141	10:28:16*	1,683	141	11:08:16*	1,783
142	10:41:44*	2,517	142	11:20:25*	1,283
143	11:03:36*	1,817	143	11:36:49*	1,333

* Doktordan gelen hastalar

Tablo Ek-5.1: Sekreter1 ve Sekreter2'ye gelen hastaların işlem süreleri (Devam)

Hasta	Sekreter1'e Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)	Hasta	Sekreter2'ye Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)
144	11:07:36	1,417	144	11:48:43*	2,383
145	11:10:42*	2,400	145	13:00:00	4,550
146	11:32:08*	2,283	146	13:04:33	4,450
147	11:44:38*	2,717	147	13:09:00	1,550
148	11:53:19	1,000	148	13:10:33	2,400
149	11:58:32*	1,417	149	13:12:57	3,483
150	13:00:00	2,817	150	13:19:51	2,600
151	13:02:49	4,317	151	13:27:56	4,383
152	13:07:08	2,950	152	13:45:28*	2,117
153	13:10:05	3,600	153	13:48:31	5,350
154	13:13:41	1,217	154	13:54:50*	1,800
155	13:14:58	3,833	155	14:07:31*	1,767
156	13:25:37	1,750	156	14:08:37	4,050
157	13:33:42	3,283	157	14:18:19*	1,950
158	13:41:04*	2,033	158	14:26:26	3,617
159	13:53:09*	1,883	159	14:35:02*	2,367
160	13:57:13	2,417	160	14:48:21	5,383
161	14:02:26*	2,083	161	14:53:44	1,617
162	14:17:10	3,583	162	14:59:20*	1,283
163	14:20:45*	1,417	163	15:13:41	4,183
164	14:33:38*	0,500	164	15:17:52	2,217
165	14:34:11	4,067	165	15:23:30*	2,017
166	14:50:02*	2,117	166	15:36:43	4,417
167	14:58:00	2,583	167	15:46:59*	1,700
168	15:02:01*	2,400	168	15:57:38*	1,417
169	15:08:21*	2,083	169	16:02:58	3,183
170	15:24:38	3,783	170	16:06:01*	1,633
171	15:29:34*	1,133	171	16:18:07*	1,733
172	15:37:11*	2,483	172	16:39:32*	2,017
173	15:46:46	6,450	173	08:00:31	1,867
174	15:56:33*	3,267	174	08:02:23	3,483
175	16:10:13*	2,533	175	08:05:52	4,133
176	16:20:54*	2,033	176	08:10:00	2,967
177	16:31:28*	1,650	177	08:12:58	2,450
178	08:00:12	2,400	178	08:15:25	4,850
179	08:02:36	2,317	179	08:20:16	2,817
180	08:04:55	4,233	180	08:24:04	3,717
181	08:09:09	5,850	181	08:27:29	1,533
182	08:15:00	3,117	182	08:33:28	3,550
183	08:18:07	2,783	183	08:37:01	4,783
184	08:22:02	2,967	184	08:41:48	2,200
185	08:25:19	2,500	185	08:44:00	3,733
186	08:30:32	4,450	186	09:14:03*	2,333
187	08:34:59	2,167	187	09:24:53*	1,517
188	08:37:54	4,100	188	09:30:41	2,217
189	08:42:31	5,717	189	09:35:31*	1,783
190	08:48:14	3,850	190	09:41:48*	1,167
191	09:04:43	1,900	191	09:55:13*	2,717
192	09:10:33*	2,100	192	10:01:44	1,983
193	09:20:24*	2,383	193	10:07:52*	2,033

* Doktodan gelen hastalar

Tablo Ek-5.1: Sekreter1 ve Sekreter2'ye gelen hastaların işlem süreleri (Devam)

Hasta	Sekreter1'e Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)	Hasta	Sekreter2'ye Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)
194	09:25:27*	1,850	194	10:21:50	2,083
195	09:37:19*	2,450	195	10:25:06*	1,650
196	09:49:24	2,167	196	10:41:12*	1,850
197	09:52:57*	2,200	197	10:57:30*	1,583
198	10:05:22*	1,917	198	11:06:34*	2,283
199	10:21:14*	1,733	199	11:20:57	2,083
200	10:39:09*	1,450	200	11:23:47*	1,967
201	10:45:55	1,983	201	11:40:34*	1,850
202	10:51:57*	2,050	202	11:57:40*	1,617
203	11:00:47*	1,650	203	13:00:00	4,483
204	11:12:43*	2,250	204	13:04:29	2,617
205	11:34:22*	1,683	205	13:07:06	1,617
206	11:42:53	1,983	206	13:08:43	2,650
207	11:54:13*	1,850	207	13:11:22	4,283
208	13:00:00	4,917	208	13:15:39	6,850
209	13:04:55	2,467	209	13:22:30	3,483
210	13:07:23	3,100	210	13:45:03	1,067
211	13:10:29	5,000	211	13:47:59*	2,833
212	13:15:29	4,233	212	14:04:35*	1,300
213	13:19:43	3,733	213	14:15:36	3,533
214	13:23:27	1,450	214	14:19:08	1,833
215	13:32:51	2,467	215	14:26:25*	2,133
216	13:43:25*	1,550	216	14:31:06	2,317
217	13:58:58*	1,550	217	14:38:57*	1,517
218	14:04:36	1,783	218	14:59:22*	1,100
219	14:06:50*	2,933	219	15:05:29	4,100
220	14:22:12	4,700	220	15:10:13*	2,367
221	14:26:54	1,417	221	15:25:54*	2,283
222	14:32:55*	2,250	222	15:40:47*	2,533
223	14:48:23*	1,967	223	15:52:53	5,283
224	14:56:47	3,883	224	15:58:10	1,550
225	15:01:04*	2,517	225	16:04:33*	1,450
226	15:11:54*	1,783	226	16:06:07*	1,650
227	15:33:37	6,883	227	08:00:15	3,000
228	15:40:30	1,650	228	08:04:09	2,350
229	15:47:09*	2,433	229	08:06:57	1,500
230	15:59:39*	2,117	230	08:10:45	3,683
231	16:08:14	5,783	231	08:14:26	4,883
232	16:16:43*	2,050	232	08:19:19	6,000
233	16:21:12*	2,217	233	08:25:19	2,417
234	08:00:12	2,867	234	08:27:44	3,050
235	08:03:04	2,700	235	08:31:46	5,217
236	08:05:46	1,083	236	08:37:23	2,467
237	08:08:30	3,700	237	08:41:17	3,200
238	08:12:33	4,500	238	08:48:33	2,100
239	08:17:03	2,917	239	08:57:02	4,333
240	08:19:58	3,733	240	09:14:22*	1,500
241	08:23:42	5,833	241	09:17:05	1,000
242	08:30:35	4,167	242	09:25:17	1,333
243	08:34:13	3,200	243	09:26:40*	1,917

* Doktordan gelen hastalar

Tablo Ek-5.1: Sekreter1 ve Sekreter2'ye gelen hastaların işlem süreleri (Devam)

Hasta	Sekreter1'e Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)	Hasta	Sekreter2'ye Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)
244	08:39:17	2,283	244	09:35:10*	1,683
245	08:46:00	3,417	245	09:52:42*	2,483
246	08:52:15	2,650	246	10:04:28*	2,100
247	08:59:14	3,167	247	10:14:11*	1,833
248	09:09:12*	2,317	248	10:27:47*	2,617
249	09:11:44	1,417	249	10:30:11	2,250
250	09:25:11*	1,917	250	10:39:40*	2,150
251	09:33:22*	1,767	251	10:50:00*	2,400
252	09:35:26	1,917	252	11:03:41	1,200
253	09:46:00*	2,333	253	11:10:00*	1,633
254	09:59:53*	1,567	254	11:24:03*	2,333
255	10:11:14	1,633	255	11:30:37	1,450
256	10:13:01*	1,933	256	11:34:12*	1,800
257	10:23:30*	2,350	257	11:43:47*	2,300
258	10:39:02*	1,500	258	13:00:00	4,100
259	10:48:22*	2,200	259	13:04:06	2,550
260	11:03:26*	1,633	260	13:06:39	5,417
261	11:12:42*	2,383	261	13:12:34	3,383
262	11:25:58*	2,067	262	13:19:51	2,767
263	11:35:06*	2,183	263	13:24:11	3,283
264	11:48:26*	2,550	264	13:40:19*	1,617
265	13:00:00	3,617	265	13:42:59	3,267
266	13:03:37	2,917	266	13:55:18*	1,883
267	13:06:32	2,817	267	14:06:11	2,817
268	13:09:21	4,533	268	14:09:48*	1,167
269	13:15:08	1,333	269	14:21:07*	1,967
270	13:21:53	3,267	270	14:29:27	2,417
271	13:27:46	2,667	271	14:37:35*	2,000
272	13:39:01*	2,167	272	14:54:53*	1,200
273	13:48:22*	1,517	273	15:05:51	5,717
274	13:53:29	2,867	274	15:11:34	2,300
275	13:59:15*	2,150	275	15:15:39*	1,067
276	14:16:35	4,600	276	15:32:13*	2,150
277	14:21:11	1,167	277	15:38:37	2,633
278	14:27:47*	2,250	278	15:44:30*	1,117
279	14:51:38*	1,350	279	15:58:17*	2,150
280	14:55:03	4,867			
281	15:06:28*	1,750			
282	15:12:16	3,700			
283	15:15:58	1,900			
284	15:27:14*	2,033			
285	15:41:43*	2,650			
286	15:50:00	2,883			
287	15:52:53	1,300			
288	16:07:27*	1,217			

* Doktordan gelen hastalar

Tablo Ek-5.2: Doktor1 ve Doktor2'ye gelen hastaların işlem süreleri

Hasta	Doktor1'e Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)	Hasta	Doktor2'ye Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)
1	09:00:00	12,633	1	09:00:00	6,183
2	09:12:38	6,867	2	09:06:11	15,617
3	09:19:30	13,550	3	09:21:48	12,217
4	09:33:03	8,067	4	09:34:01	9,267
5	09:41:07	10,750	5	09:43:17	23,300
6	09:51:52	9,067	6	10:06:35	6,633
7	10:00:56	15,767	7	10:13:13	10,917
8	10:16:42	8,967	8	10:24:08	18,383
9	10:25:40	15,667	9	10:42:31	7,600
10	10:41:20	12,450	10	10:50:07	21,417
11	10:53:47	8,733	11	11:11:32	11,233
12	11:02:31	16,467	12	11:22:46	9,583
13	11:18:59	25,983	13	11:32:21	15,383
14	11:44:58	9,233	14	11:47:44	8,917
15	13:30:00	12,850	15	13:30:00	15,250
16	13:42:51	15,617	16	13:45:15	18,150
17	13:58:28	16,417	17	14:03:24	10,283
18	14:14:53	7,200	18	14:13:41	13,267
19	14:22:05	23,233	19	14:26:57	15,333
20	14:45:19	10,417	20	14:42:17	20,133
21	14:55:44	8,583	21	15:02:25	23,383
22	15:04:19	12,300	22	15:25:48	8,267
23	15:16:37	7,100	23	15:34:04	5,250
24	15:23:43	18,033	24	15:39:19	15,350
25	15:41:45	5,617	25	15:54:40	9,200
26	15:47:22	15,483	26	16:03:52	7,333
27	16:02:51	9,367	27	16:11:12	14,567
28	16:12:13	17,567	28	16:25:46	11,850
29	16:29:47	20,500	29	16:37:37	12,100
30	09:00:00	9,617	30	09:00:00	10,750
31	09:09:37	8,867	31	09:10:45	15,367
32	09:18:29	15,500	32	09:26:07	9,100
33	09:33:59	9,900	33	09:35:13	8,483
34	09:43:53	10,967	34	09:43:42	16,717
35	09:54:51	7,083	35	10:00:25	12,500
36	10:01:56	12,283	36	10:12:55	8,233
37	10:14:13	23,000	37	10:21:09	23,117
38	10:37:13	15,200	38	10:44:16	14,483
39	10:52:25	13,500	39	10:58:45	15,800
40	11:05:55	16,200	40	11:14:33	21,700
41	11:22:07	21,017	41	11:36:15	12,100
42	11:43:08	15,667	42	11:48:21	9,550
43	13:30:00	10,450	43	13:30:00	15,600
44	13:40:27	10,450	44	13:45:36	10,467
45	13:50:54	13,733	45	13:56:04	11,850
46	14:04:38	11,467	46	14:07:55	15,450
47	14:16:06	13,983	47	14:23:22	26,333
48	14:30:05	25,067	48	14:49:42	12,217
49	14:55:09	15,850	49	15:01:55	16,967
50	15:11:00	10,617	50	15:18:53	11,067
51	15:21:37	24,417	51	15:29:57	24,433

Tablo Ek-5.2: Doktor1 ve Doktor2'ye gelen hastaların işlem süreleri (Devam)

Hasta	Doktor1'e Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)	Hasta	Doktor2'ye Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)
52	15:46:02	11,200	52	15:54:23	14,233
53	15:57:14	18,233	53	16:08:37	22,950
54	16:15:28	15,417	54	09:00:00	15,933
55	09:00:00	11,583	55	09:15:56	18,533
56	09:11:35	10,300	56	09:34:28	10,417
57	09:21:53	8,100	57	09:44:53	9,783
58	09:29:59	17,033	58	09:54:40	14,600
59	09:47:01	12,617	59	10:09:16	18,900
60	09:59:38	21,483	60	10:28:10	13,467
61	10:21:07	6,367	61	10:41:38	21,867
62	10:27:29	13,567	62	11:03:30	7,100
63	10:41:03	17,500	63	11:10:36	9,717
64	10:58:33	9,617	64	11:20:19	16,400
65	11:08:10	23,867	65	11:36:43	11,900
66	11:32:02	12,500	66	13:30:00	15,367
67	11:44:32	13,900	67	13:45:22	9,367
68	13:30:00	10,967	68	13:54:44	12,683
69	13:40:58	12,083	69	14:07:25	10,800
70	13:53:03	9,283	70	14:18:13	16,717
71	14:02:20	15,000	71	14:34:56	15,000
72	14:17:20	16,200	72	14:49:56	11,983
73	14:33:32	15,500	73	15:01:55	12,250
74	14:49:02	10,200	74	15:14:10	9,233
75	14:59:14	9,017	75	15:23:24	13,683
76	15:08:15	21,217	76	15:37:05	20,450
77	15:29:28	17,417	77	15:57:32	8,383
78	15:46:53	9,567	78	16:05:55	12,100
79	15:56:27	13,667	79	16:18:01	13,350
80	16:10:07	10,683	80	09:00:00	13,950
81	16:20:48	18,633	81	09:13:57	10,833
82	09:00:00	10,450	82	09:24:47	10,633
83	09:10:27	9,850	83	09:35:25	6,283
84	09:20:18	5,050	84	09:41:42	11,150
85	09:25:21	11,867	85	09:52:51	12,417
86	09:37:13	17,900	86	10:05:16	19,733
87	09:55:07	12,650	87	10:25:00	14,050
88	10:07:46	13,367	88	10:39:03	18,350
89	10:21:08	19,967	89	10:57:24	9,067
90	10:41:06	10,750	90	11:06:28	17,217
91	10:51:51	8,833	91	11:23:41	16,783
92	11:00:41	11,933	92	11:40:28	17,100
93	11:12:37	21,650	93	13:30:00	17,883
94	11:34:16	19,850	94	13:47:53	16,600
95	13:30:00	13,317	95	14:04:29	12,950
96	13:43:19	15,550	96	14:17:26	8,883
97	13:58:52	7,867	97	14:26:19	12,533
98	14:06:44	16,583	98	14:38:51	22,117
99	14:23:19	9,500	99	15:00:58	9,150
100	14:32:49	15,467	100	15:10:07	15,683
101	14:48:17	10,983	101	15:25:48	14,883
102	14:59:16	12,533	102	15:40:41	12,983

Tablo Ek-5.2: Doktor1 ve Doktor2'ye gelen hastaların işlem süreleri (Devam)

Hasta	Doktor1'e Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)	Hasta	Doktor2'ye Geliş Zamanı	İşlem süresi (dk.)
103	15:11:48	24,933	103	15:53:40	10,783
104	15:36:44	10,317	104	16:04:27	12,167
105	15:47:03	12,500	105	09:00:00	9,100
106	15:59:33	6,467	106	09:09:06	15,983
107	16:06:01	15,083	107	09:25:05	8,183
108	09:00:00	14,267	108	09:33:16	12,633
109	09:14:16	12,300	109	09:45:54	18,467
110	09:26:34	8,500	110	10:04:22	9,717
111	09:35:04	17,533	111	10:14:05	9,317
112	09:52:36	7,183	112	10:23:24	15,533
113	09:59:47	13,133	113	10:38:56	10,967
114	10:12:55	14,767	114	10:49:54	20,000
115	10:27:41	11,883	115	11:09:54	15,967
116	10:39:34	8,700	116	11:25:52	9,133
117	10:48:16	15,067	117	11:35:00	13,333
118	11:03:20	9,267	118	13:30:00	10,217
119	11:12:36	11,350	119	13:40:13	8,050
120	11:23:57	10,150	120	13:48:16	10,883
121	11:34:06	9,583	121	13:59:09	17,633
122	13:30:00	8,917	122	14:16:47	10,900
123	13:38:55	16,283	123	14:27:41	23,850
124	13:55:12	14,500	124	14:51:32	14,717
125	14:09:42	11,317	125	15:06:15	9,300
126	14:21:01	16,467	126	15:15:33	16,567
127	14:37:29	17,300	127	15:32:07	12,283
128	14:54:47	11,583	128	15:44:24	7,617
129	15:06:22	5,967	129	15:52:01	15,333
130	15:12:20	14,800			
131	15:27:08	14,483			
132	15:41:37	16,567			

EK-6

FTMGK'NDEN AYRILAN HASTALARIN ÇIKIŞ SÜRELERİNE AİT VERİLER

Tablo Ek-6.1: Sekreter1 ve Sekreter2'den ayrılan hastaların çıkış süreleri

Hasta	Sekreter1'den Çıkış Zamanı	Hasta	Sekreter1'den Çıkış Zamanı	Hasta	Sekreter2'den Çıkış Zamanı	Hasta	Sekreter2'den Çıkış Zamanı
1	09:08:26	45	10:54:40	1	09:14:39	45	11:14:06*
2	09:12:17*	46	11:07:57	2	09:20:20*	46	11:16:36
3	09:21:40	47	11:24:53	3	09:23:59	47	11:38:04
4	09:31:34*	48	11:45:40	4	09:35:46	48	11:50:17
5	09:34:14	49	11:51:20*	5	09:45:05	49	12:00:32
6	09:43:18	50	11:59:29	6	10:03:08	50	13:47:38
7	09:47:20*	51	13:42:37	7	10:14:46	51	13:58:06
8	09:53:18	52	13:53:04	8	10:25:26	52	14:09:34
9	10:03:26*	53	14:06:53	9	10:42:39	53	14:25:19
10	10:08:47	54	14:19:04	10	10:46:56*	54	14:50:54
11	10:14:08*	55	14:31:15	11	10:51:53	55	15:04:47
12	10:17:58	56	14:57:47	12	11:04:38	56	15:20:48
13	10:27:51	57	15:12:58	13	11:12:52*	57	15:32:09
14	10:43:55	58	15:24:08	14	11:20:34	58	15:56:06
15	10:54:56	59	15:48:17	15	11:34:37	59	16:10:51
16	11:13:51	60	15:59:18	16	11:50:10	60	16:32:43
17	11:24:05	61	16:17:49	17	11:58:53	61	08:58:43*
18	11:47:16	62	16:33:26	18	13:48:00	62	09:18:26
19	11:56:31	63	08:56:39*	19	14:04:45	63	09:30:27*
20	13:45:03	64	09:08:26*	20	14:17:19	64	09:32:19
21	13:59:48	65	09:14:39	21	14:48:18	65	09:40:14*
22	14:16:05	66	09:24:20	22	15:05:28	66	09:47:09
23	14:23:24	67	09:37:05	23	15:18:26	67	09:49:12*
24	14:56:57	68	09:49:07	24	15:27:44	68	09:56:14
25	15:06:34	69	10:01:58	25	15:41:58	69	10:10:42
26	15:36:21	70	10:03:39*	26	15:50:19	70	10:29:11
27	15:44:06	71	10:22:57	27	16:04:43	71	10:33:58*
28	15:56:06	72	10:29:57	28	16:15:07	72	10:42:55
29	16:06:06	73	10:44:15	29	16:27:08	73	10:48:32*
30	16:14:46	74	11:05:25	30	16:39:01	74	11:00:55
31	16:33:00	75	11:09:01*	31	16:53:48	75	11:10:03
32	16:52:00	76	11:13:06	32	08:54:20*	76	11:21:42
33	09:00:45*	77	11:34:25	33	09:04:52*	77	11:38:09
34	09:11:01	78	11:47:21	34	09:12:36	78	11:51:06
35	09:13:31*	79	11:54:19*	35	09:20:13	79	13:47:35
36	09:28:19	80	11:59:57	36	09:30:45*	80	13:56:38
37	09:37:11	81	13:43:06	37	09:35:13	81	14:09:17
38	09:45:46	82	13:55:02	38	09:46:45	82	14:20:16
39	09:49:33*	83	14:04:31	39	10:01:57	83	14:37:24
40	09:57:00	84	14:22:10	40	10:12:52*	84	15:00:37
41	10:04:13	85	14:34:08	41	10:15:16	85	15:25:31
42	10:16:34	86	14:52:09	42	10:22:51	86	15:48:41
43	10:39:09	87	15:04:25	43	10:46:45	87	15:59:03
44	10:48:54*	88	15:10:26	44	11:01:38	88	16:07:39

* Doktorda muayene olmadan çıkan hastalar

Tablo Ek-6.1: Sekreter1 ve Sekreter2'den ayrılan hastaların çıkış süreleri (Devam)

Hasta	Sekreter1'den Çıkış Zamanı	Hasta	Sekreter1'den Çıkış Zamanı	Hasta	Sekreter2'den Çıkış Zamanı	Hasta	Sekreter2'den Çıkış Zamanı
89	15:30:42	122	16:23:25	89	16:19:51	122	09:36:42
90	15:39:40	123	09:11:31	90	16:41:33	123	09:54:15
91	15:59:49	124	09:13:09*	91	09:16:23	124	10:06:02
92	16:12:45	125	09:27:06	92	09:26:24	125	10:15:46
93	16:22:56	126	09:35:08	93	09:32:54*	126	10:29:23
94	16:33:07	127	09:37:21*	94	09:37:18	127	10:32:26*
95	09:06:37*	128	09:48:20	95	09:42:58	128	10:41:17
96	09:12:39	129	10:01:27	96	09:57:56	129	10:51:38
97	09:22:47	130	10:12:52*	97	10:03:43*	130	11:04:53*
98	09:27:18	131	10:14:57	98	10:09:54	131	11:11:39
99	09:39:46	132	10:25:51	99	10:23:55*	132	11:25:43
100	09:51:34*	133	10:40:32	100	10:26:45	133	11:32:04*
101	09:55:09	134	10:50:34	101	10:43:03	134	11:35:53
102	10:07:17	135	11:05:04	102	10:59:05	135	11:45:29
103	10:22:58	136	11:15:05	103	11:08:51	136	13:41:56
104	10:40:36	137	11:28:02	104	11:23:02*	137	13:57:11
105	10:47:54*	138	11:37:17	105	11:25:45	138	14:10:58
106	10:54:00	139	11:50:59	106	11:42:25	139	14:23:05
107	11:02:26	140	13:41:11	107	11:59:17	140	14:39:35
108	11:14:58	141	13:49:53	108	13:50:49	141	14:56:05
109	11:36:03	142	14:01:24	109	14:05:53	142	15:16:43
110	11:44:52*	143	14:30:02	110	14:28:33	143	15:34:22
111	11:56:04	144	14:52:59	111	14:40:28	144	15:45:37
112	13:44:58	145	15:08:13	112	15:00:28	145	16:00:26
113	14:00:31	146	15:29:16	113	15:12:35	146	14:10:58
114	14:09:46	147	15:44:22	114	15:28:11	147	14:23:05
115	14:35:10	148	16:08:40	115	15:43:19	148	14:39:35
116	14:50:21	149	14:52:59	116	16:06:00	149	14:56:05
117	15:03:35	150	15:08:13	117	16:07:46	150	15:16:43
118	15:13:41	151	15:29:16	118	09:15:52	151	15:34:22
119	15:49:35	152	15:44:22	119	09:18:05*	152	15:45:37
120	16:01:46	153	16:08:40	120	09:26:37*	153	16:00:26
121	16:18:46			121	09:28:11		

* Doktorda muayene olmadan çıkan hastalar

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ